TRABAJO DE MONOGRAFÍA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE PROPILENO GRADO REFINERÍA EN LA GERENCIA REFINERÍA BARRANCABERMEJA

BELSY CARVAJAL CABALLERO

DAISSY LORENA SALAZAR MORALES

NEYLA YANETH QUIROGA BAUTISTA

BUCARAMANGA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA – UNAB

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS – EGRE

2010

TRABAJO DE MONOGRAFÍA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE PROPILENO GRADO REFINERÍA EN LA GERENCIA REFINERÍA BARRANCABERMEJA

BELSY CARVAJAL CABALLERO
DAISSY LORENA SALAZAR MORALES
NEYLA YANETH QUIROGA BAUTISTA

Trabajo presentado para optar al título de:
Especialista en Gerencia de Recursos Energéticos

Director de la Monografía:
Ing. Alexander Meneses Jácome

BUCARAMANGA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA – UNAB
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS – EGRE
2010

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO……..…3
LISTA DE ANEXOS……5
LISTA DE FIGURAS……6
LISTA DE TABLAS……7
GLOSARIO 8
1. GENERALIDADES 10
1.1. JUSTIFICACION 10
1.2. ANTECEDENTES 11
1.3. PROYECCIONES DE VENTA DE PGR Y ESPECIFICACIONES 13
1.4. OBJETIVOS 15
2. NORMATIVIDAD DE ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS DE PROPANO 17
2.1. REGLAMENTO SOBRE INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS DEL PROPANO 17
2.1.1. Campo de aplicación. 17
2.1.2. Clasificación. 18
2.1.3. Estación de Gases Licuados del Propano. 18
2.1.4. Características de los equipos. 21
2.1.5. Construcción y montaje. 26
2.1.6. Pruebas, ensayos y verificaciones. 39
2.1.7. Explotación de la instalación. 41
2.1.8. Mantenimiento de las instalaciones. 42
3. ESTUDIO TECNICO 44
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EXISTENTE 44
3.2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS A EJECUTAR 45
3.3. ESTRATEGIA TECNOLOGICA 48
3.4. BENEFICIOS EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 49
3.5. TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCION 50
4. REQUISITO DE PERMISOS Y LICENCIAS 51
4.1. LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN 51

4.2. LICENCIA AMBIENTAL 51
4.3. TRANSPORTE 51
4.4. CONTRAINCENDIOS 51
4.5. ESPECIALES 52
5. ESTUDIO ECONOMICO 53
5.1. RECURSOS PARA FINANCIAR EL PROYECTO 53
6. ESTUDIO FINANCIERO 55
6.1. VARIABLES DE EVALUACIÓN FINANCIERA 55
6.1.1. VALOR PRESENTE NETO 55
6.1.2. TASA INTERNA DE RETORNO 57
6.1.3. RELACIÓN COSTO BENEFICIO 58
6.2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA 58
7. GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO 62
7.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. 62
7.2. VALORACION GLOBAL DEL RIESGO 65
7.2.1. PERSONAS 65
7.2.2. ECONÓMICOS (COSTOS) 66
7.2.3. AMBIENTAL 66
7.2.4. IMAGEN Y CLIENTES 66
7.2.5. DAÑOS A INSTALACIONES 66
7.2.6. TIEMPO 67
7.2.7. CALIDAD 67
7.3. RESULTADOS DEL TALLER DE RIESGOS 67
7.4. SEGUIMIENTO Y CONTROL 68
7.4.1. LÍDER DE RIESGOS 68
7.4.2. HERRAMIENTAS 68
7.4.3. PERIODICIDAD 68
7.4.4. ACTIVIDADES DURANTE EL SEGUIMIENTO Y CONTROL A LOS RIESGOS 69
8. CONCLUSIONES 70
9. BIBLIOGRAFIA 71
ANEXO N°1. 72

LISTA DE ANEXOS

ANEXO N°1. CUADRO DE DISTANCIAS

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1: Proyecciones de ventas PGR **13**

Figura N°2: Distancia requerida entre las balas de GLP **19**

Figura N°3: Ejes de referencia de las balas de GLP **19**

Figura N°4: Altura mínima de muro o pantalla en las instalaciones de GLP **20**

Figura N°5: Planta de las instalaciones de una Estación de GLP**.** **21**

Figura N°6: Esquema de los diferentes sistemas de construcción para almacenamiento de GLP **32**

Figura N°7: Esquema situación actual, envío, almacenamiento y despacho de PGR y normal butano **46**

Figura Nº 8. Esquema sistema futuro, envío, almacenamiento y despacho de PGR y normal butano **48**

Figura N°9: Cronograma de Hitos **50**

Figura N°10. Matriz RAM Aplicada a Proyectos **65**

LISTA DE TABLAS

TABLA N°1: ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PGR **14**

TABLA N°2. TECNOLOGIA USADAS EN EL PROYECTO **49**

TABLA N°3: DISTRIBUCION DEL PRESUPUESTO POR AÑOS **54**

TABLA N°4. EVALUACIÓN FINANCIERA ACTUALIZADA PARA EL 2010 **59**

TABLA N°5. EVALUACIÓN FINANCIERA CON VARIACIONES DEL TMR **60**

TABLA N°6. EVALUACIÓN FINANCIERA CON VARIACIONES EN LOS PRECIOS DEL PGR **61**

TABLA N°7. CATEGORIAS DE RIESGOS **63**

TABLA N°8: DESCRIPCION DE CATEGORIAS **63**

GLOSARIO

DHS: Dirección de HSE y gestión social

FCC: Unidad de Ruptura Catalítica

GLP: Gas Licuado de Propano

GRB: Gerencia Refinería Barrancabermeja

HSE: Higiene, Seguridad Industrial y Ambiente.

KTA: Kilo Toneladas al Año

PRG: Propileno Grado Refinería

TIR: Tasa Interna de Retorno

VEGLP: Vieja Estación de GLP

VIT: Vicepresidencia de trasporte

VPN: Valor Presente Neto

INTRODUCCION

Aumentar la producción de Propileno Grado Refinería (PGR) de la GRB en 340 KTA, requiere cambios y adecuaciones en la infraestructura de almacenamiento y transporte existente; cambios que permitirán solucionar inconvenientes que actualmente se presentan (restricciones hidráulicas, obsolescencia, necesidades de medición en línea, etc.) y a la vez implementar tecnología existente probada en diferentes plantas de proceso de la GRB que permitirá eliminar riesgos de exposición de las personas ante eventos catastróficos.

El objetivo principal de este proyecto es evaluar la viabilidad de ejecución del proyecto de ampliación de la capacidad de almacenamiento del PGR asegurando el cumplimiento de requerimientos técnicos de capacidad y despacho, estándares de seguridad y calidad solicitados por el cliente, para esto partimos de una ingeniería básica existente que plantea el diseño de las nuevas instalaciones.

La metodología utilizada para evaluar este proyecto, es realizar el análisis económico y financiero. Identificando, analizando y valorando los riesgos técnicos y sus efectos durante la ejecución del proyecto, de manera que se establezca el respectivo plan de acción para tener control sobre los mismos, y aplicar conceptos financieros como VPN y TIR con los cuales se establecen los diferentes escenarios financieros durante la ejecución del proyecto.

La presente monografía pretende hacer una evaluación con enfoque gerencial de los beneficios que se obtendrían al construir las instalaciones para aumentar la capacidad de almacenamiento, desarrollando análisis de los costos de la inversión, aspectos comerciales, financieros, riesgos técnicos y económicos.

1. GENERALIDADES

1.1. JUSTIFICACION

Alineado con la MEGA de ECOPETROL S.A. de alcanzar el liderazgo en petroquímica en el país produciendo 2700 KTA de productos petroquímicos a partir del año 2015, se busca aumentar la producción de Polipropileno en la GRB de 380 a 720 KTA a partir del mismo año, para lo cual se deben realizar acciones que permitan adecuar la infraestructura de segregación y transporte para un aumento en las ventas de propileno a PROPILCO de 70 a 112 KTA a partir del segundo trimestre de 2011, disminuyendo de esta manera la importación de esta materia prima para Colombia, además teniendo en cuenta que es más rentable para ECOPETROL producir parte de las corrientes disponibles de GLP como PGR.

Adicionalmente, mediante la ejecución del proyecto se busca centralizar en la U-3160 el almacenamiento y el despacho de los gases licuados de la GRB como son el GLP, el Propileno Grado Refinería y el N-Butano, eliminando el almacenamiento y el despacho en la vieja estación de GLP (U-3180).

Para lo anterior, este proyecto ampliará la Capacidad de Almacenamiento de Propileno en la GRB en 14,000 barriles nominales. Adicionalmente se busca la eliminación de restricciones hidráulicas en el sistema de transporte de PGR desde las unidades de ruptura catalítica (FCCs), solucionar los problemas de obsolescencia del sistema actual de almacenamiento en balas, eliminar los riesgos de seguridad de las personas y los equipos ante un evento catastrófico en las balas de almacenamiento de la U-3180.

1.2. ANTECEDENTES

A continuación se presenta en orden cronológico un breve resumen de los principales antecedentes relacionados con el sistema de almacenamiento de gases licuados en la GRB:

- Entre 1,946 y 1,963 se instaló la primera batería de almacenamiento de 20 balas (actual batería GLP de la U-3180) para corrientes como GLP, C4[1]´s y C3[2]´s.

- En 1,992 aproximadamente entró en servicio la segunda batería de 8 balas para almacenamiento de GLP (actual batería de PGR de la U-3180).

- Debido a los riesgos asociados a mantener almacenamiento de corrientes como C2[3]=, C3[4]= y GLP en las áreas aledañas a las plantas y edificios de personal de la refinería, en el año de 1,991 se contrató un estudio con la empresa francesa BEICIP, con el objeto de implementar las acciones requeridas para minimizar los riesgos asociados a la operación de estos almacenamientos satélites. Generándose las siguientes recomendaciones:
  Recomendación 3: "Aconsejamos la relocalización de las áreas 1 (Modelo IV/Orthoflow), 2 (Balance) y 3 (Orthoflow), y EVENTUALMENTE el área 6 (VEGLP) dentro de la nueva área de almacenamiento."
  Recomendación 5: "Aunque preferimos del punto de vista técnico, la solución con tanques bajo talud, comprenderíamos que por imperativos de presupuesto ECP se dirija a una solución con esferas, aún más si esta solución es recomendada en algunos países (Ej. USA)".

---

[1] C4 = Butano
[2] C3 = Propano
[3] C2 = Etano
[4] C3 = Propano

- En 1,996 entró en servicio la nueva estación de GLP de GRB (U-3160), quedando la U-3180 como una estación de almacenamiento satélite para C3[5]´s, C4[6]´s y GLP. La unidad de almacenamiento está conformada por 5 balas construidas bajo talud para el almacenamiento de GLP, cada una con capacidad nominal de 15,000 barriles y una bala de 7,000 barriles bajo talud para el almacenamiento de los Butanos de campo. Desde la U-3160 se despacha GLP hacia el interior del país y se despacha N-Butano como carga a la unidad de Alquilación y como solvente a la unidad de Demex

- En el año de 2,001, la U-3180 pasa a manejar normal-Butano de exportación y sigue siendo operada por la Vicepresidencia de Transportes (VIT).

- En el Año 2,005 la U-3180 entra a ser parte de los activos de la Gerencia Refinería Barrancabermeja - GRB. Hasta entonces venía siendo operada por la Vicepresidencia de Transporte - VIT

- A partir del 19 de diciembre de 2,007 entró en operación el Proyecto "Segregación, almacenamiento y entrega de PGR GRB", mediante el cual se inició el suministro de Propileno Grado Refinería a la compañía Compounding and Masterbatching Industry Ltda.

- El 22 de mayo de 2,008 se aprobó la Fase I del proyecto "Recuperación de la integridad mecánica e implementación de los sistemas de seguridad y protección del área de Propileno Grado Refinería (PGR) en la unidad U-3180".

- En las reuniones lideradas por la Dirección del Down-Stream de seguimiento a compromisos del proyecto de suministro de propileno a PROPILCO se determinó incluir en el alcance de la Fase II del Proyecto: "Recuperación de la

[5] C3 = Propano
[6] C4 = Butano

integridad mecánica e implementación de los sistemas de seguridad y protección del área de Propileno Grado Refinería (PGR) en la unidad U-3180", la ampliación de la capacidad de almacenamiento de PGR mediante la adecuación de las balas D-3186 A-J y D-3187 A-J para el almacenamiento de PGR, sujeto al resultado del estudio de integridad de las balas realizado por la firma INSERCOR.

- El 28 de agosto de 2008 se presentó y se aprobó la Fase II de la ampliación de almacenamiento de PGR e implementación de los sistemas de seguridad y protección en la U-3180 en el Comité de Proyectos, en el cual se recomendó que en caso que no resultara factible la utilización de las balas D-3186 A-J y D-3187 A-J, se realizaría la ampliación de la capacidad con otras balas.

- El resultado del estudio de integridad que realizó la firma INSERCOR determinó que las balas (D-3186 A-J y D-3187 A-J) no se encuentran en condiciones mecánicas adecuadas para el almacenamiento de PGR.

- El 24 de Marzo de 2009 se presentó y se aprobó la Fase II de la Ampliación de la Capacidad de Almacenamiento de PGR de la GRB en el Comité de Proyectos el cual contempla la ampliación de capacidad en la U-3160.

1.3. PROYECCIONES DE VENTA DE PGR Y ESPECIFICACIONES

"LA COMPRA DE PROPILCO S.A. LE PERMITE A ECOPETROL INTEGRARSE VERTICALMENTE EN LA CADENA PETROQUÍMICA, CON EL OBJETIVO DE APROVECHAR SINERGIAS EN EL SUMINISTRO DE LA MATERIA PRIMA, OBTENER MÁRGENES ADICIONALES Y APROVECHAR LAS RELACIONES COMERCIALES ESTABLECIDAS A NIVEL REGIONAL Y GLOBAL."

Figura N°1: Proyecciones de ventas PGR

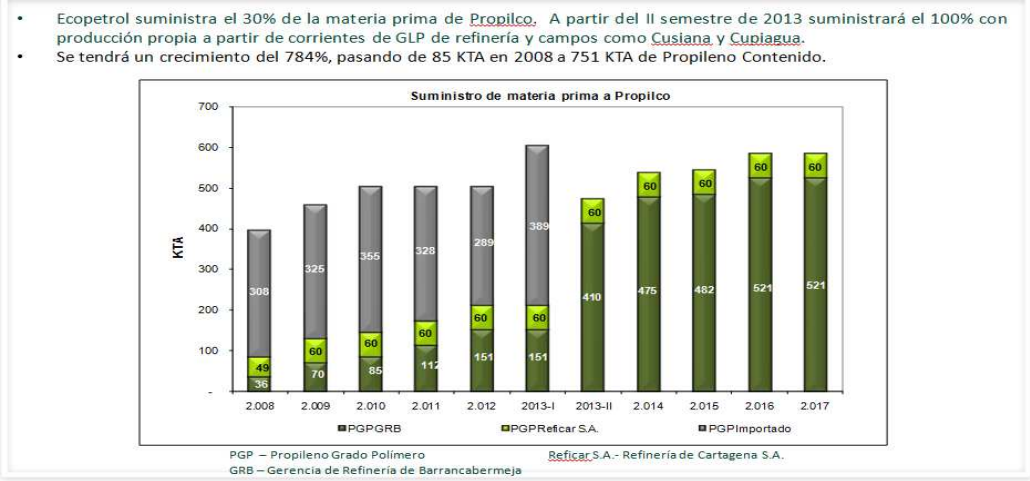


TABLA N°1: ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PGR

Component	UOM	Standard Specification	Test method
Ethane	% Vol liquid	2.0 % Vol liquid, max	ASTM D2163
Ethylene	mg/kg	1000 mg/kg, max	ASTM D2712
Propane	% Vol liquid	35 % Vol liquid, max	ASTM D2163
Propylene	% Vol liquid	65 % Vol liquid, min	ASTM D2163
C4 and heavier	% Vol liquid	2.5 % Vol Liquid, max	ASTM D2163
Hydrogen Sulfide	mg/kg	20 mg/kg, max	ASTM D5504
Water		No free water	Visual
Carbon Monoxide	mg/kg	3 mg/kg, max	UOP 603
Carbon Dioxide	mg/kg	10 mg/kg, max	UOP 603
Corrosion Cu		N°1	ASTM D1838
Sulfur total	mg/kg	50 mg/kg, max	ASTM D6667
Carbonyl Sulfide	mg/kg	7 mg/kg, max	ASTM D5504
Methyl Acetylene	mg/kg	12 mg/kg, max	ASTM D2712
Propadiene	mg/kg	4 mg/kg, max	ASTM D2712

Nota: C4 and heavier: Is the sum of Isobutane, Butane, Trans 2-butene, 1-Butene, Isobutylene, Cis 2-butene, Isopentane, Pentane, 1,3-butadiene

1.4. OBJETIVOS

El Objetivo general de la monografía es analizar la viabilidad económica y financiera de la ampliación de la capacidad de almacenamiento de PGR en la Gerencia Refinería Barrancabermeja por medio de un proyecto incluya las siguientes obras principales:

- Instalación de dos nuevas balas bajo talud en la U-3160, para el almacenamiento de 30,000 bls nominales de PGR producido en la GRB.
- Eliminar las restricciones hidráulicas existentes en líneas de envío desde las FCC's UOPI, UOPII y ORTHOFLOW hacia el nuevo sistema de almacenamiento a construir en la U-3160 y adecuar la logística para el despacho simultáneo de PGR desde la U-3160 a carrotanques y botes.
- Cambiar el servicio de las balas D-3165 y D-3164. La primera almacenará N-Butanos de la unidad de Alquilación y la segunda almacenará N-Butanos de campos.
- Construcción de un llenadero de carrotanques en la U-3160 para el despacho de N-Butano y PGR. Adicionalmente construir un sistema de despacho a Botes que opere en forma simultánea con el sistema de despacho a Carrotanques.
- En la U-3180 eliminar las restricciones hidráulicas del cabezal de la tea y de contraincendios. Adicionalmente habilitar el despacho simultáneo a Botes y Carrotanques.
- Instalar analizadores en línea en las FCC´s Orthoflow, UOP I, UOP II y U-3160 para el monitoreo y control del PGR.
- Instalar un Sistema de Mezclado en Línea de PGR que permita la generación del Vo Bo del PGR en línea.

Como objetivos específicos de la monografía se tiene los siguientes:

- Determinar la viabilidad del proyecto mediante un análisis económico y financiero preliminar que identifique los beneficios y necesidades de inversión del proyecto e incluya un análisis de sensibilidad para las variables de mayor impacto sobre el costo.
- Realizar un análisis cualitativo de riesgos técnicos y económicos que deben ser considerados si se realiza el proyecto.
- Poner en práctica los conocimientos recibidos en la especialización sobre gerencia de recursos energéticos cursada en la UNAB.

2. NORMATIVIDAD DE ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS DE PROPANO

2.1. REGLAMENTO SOBRE INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS DEL PROPANO

El presente Reglamento tiene por objeto fijar los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad mínimas que deben observarse al proyectar, montar, utilizar y mantener las instalaciones de almacenamiento de Gases Licuados del Propano, mediante depósitos fijos, destinadas al suministro o distribución.

2.1.1. Campo de aplicación.

Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a las instalaciones de almacenamiento de nueva construcción, así como a las existentes que amplíen su capacidad de almacenamiento.

El alcance de este Reglamento incluye.-El conjunto de la instalación y equipos comprendidos entre la boca de carga y la(s) válvula(s) de salida, incluidas éstas.

El conjunto de la instalación y equipos comprende, aunque no sea precisa la instalación de todos ellos:

- Boca de carga.
- Depósitos.
- Conducciones.
- Equipos: De trasvase, de vaporización, de regulación, de medida.
- Válvula de salida.

2.1.2. Clasificación.

Las instalaciones incluidas en el campo de aplicación de este Reglamento, se clasifican en los siguientes grupos en función de la suma de los volúmenes geométricos de todos sus depósitos:

Depósitos de superficie (aéreos):

A-O Hasta 5 metros cúbicos.
A-1 Mayor de 5 y hasta 10 metros cúbicos.
A-2 Mayor de 10 y hasta 20 metros cúbicos.
A-3 Mayor de 20 y hasta 100 metros cúbicos.
A-4 Mayor de 100 y hasta 500 metros cúbicos.
A-5 Mayor de 500 y hasta 2.000 metros cúbicos.

Depósitos enterrados o semienterrados:

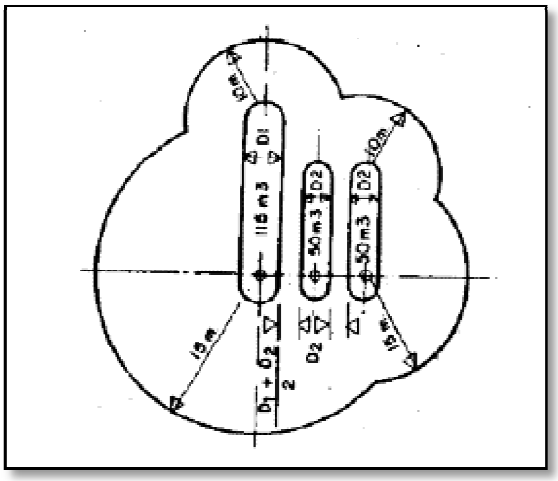
E-O Hasta 5 metros cúbicos.
E-1 Mayor de 5 y hasta 10 metros cúbicos.
E-2 Mayor de 10 y hasta 100 metros cúbicos.
E-3 Mayor de 100 y hasta 500 metros cúbicos.

2.1.3. Estación de Gases Licuados del Propano.

Generalidades.

La estación de Gases Licuados del Propano es la superficie limitada por las distancias de seguridad que figuran en el cuadro de distancias, (Anexo N° 1), en función de la clasificación efectuada en el capitulo anterior. Como complemento de la tabla ver la Figura N° 2.

Figura N° 2: Distancia requerida entre las balas de Gases Licuados del Propano

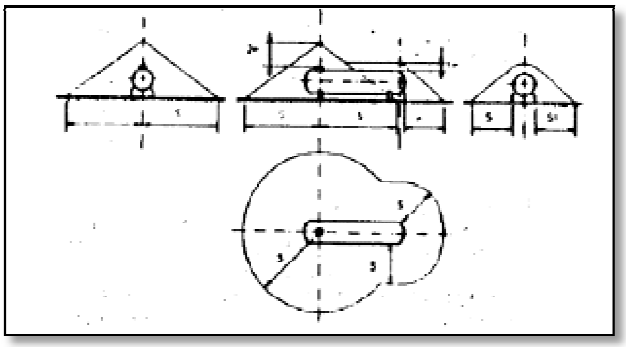


$$\frac{R_1 + R_2}{2}$$

Dos o más instalaciones de Gases Licuados del Propano serán clasificadas como una sola, si existiese solape entre las superficies de las estaciones de Gases Licuados del Propano consideradas como independientes.

Las distancias se medirán a partir de los orificios (S) o de las paredes (S1) de los depósitos y equipos según se indica en la Figura N° 3. Se entenderá, a estos efectos, por orificios a cualquier abertura no cerrada por medio de tapones roscados o bridas ciegas, tales como válvulas de seguridad o boca de carga (si está situada en el depósito).

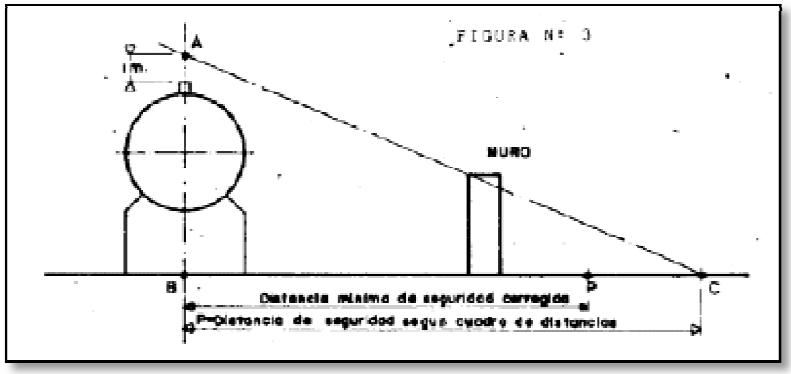
Figura N° 3: Ejes de referencia de las balas de GLP



La utilización de muros o pantallas en instalaciones de depósitos aéreos, permitirá reducir las distancias desde los orificios (S) que figuran en el cuadro de distancias hasta el 50 por 100, según los criterios siguientes:

- El muro debe ser recto, sin ninguna abertura y construido de forma que la resistencia al fuego sea como mínimo RF-120 -No se permitirá la utilización de más de dos muros.
- La altura mínima del muro vendrá determinada por la hipotenusa del triángulo rectángulo que se forma al unir los tres puntos que a continuación se definen en la siguiente Figura:

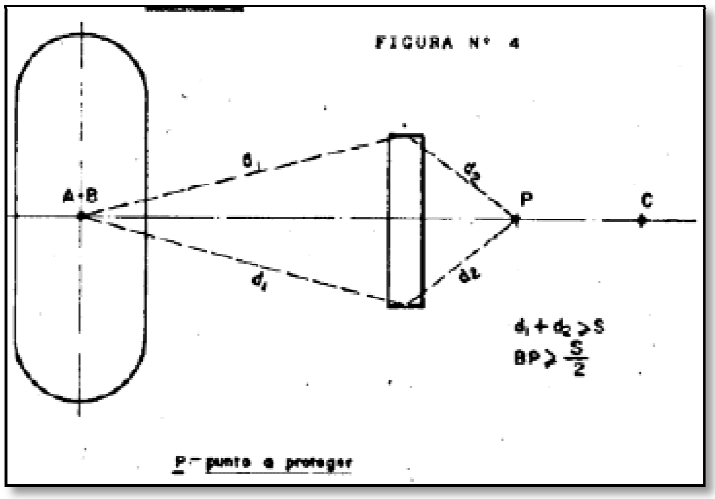
Figura N°4: Altura mínima de muro o pantalla en las instalaciones de GLP



Punto A.-Un metro por encima del orificio más alto.
Punto B.-La proyección de dicho orificio sobre el suelo.
Punto C.-El límite de la distancia (S) correspondiente al punto P, indicada en el cuadro de distancias.
Punto P.-Punto cuya situación se desea proteger.
El mínimo de altura del muro será en cualquier caso de 1,5 metros.

- La longitud del muro deberá ser tal que el recorrido horizontal de una eventual fuga de gas no sea más corto que la distancia indicada en el cuadro de distancias (d1 + d2 >= S). (Ver figura 5).

Figura N°5: Planta de las instalaciones de una Estación de GLP.



La instalación de Gases Licuados del Propano no podrá estar situada ni en el interior de ni debajo las edificaciones.

Dispondrá de una ventilación natural a espacios abiertos a su mismo nivel, no permitiéndose que la misma se realice a través de edificios o locales.

Dentro de las distancias que figuran en la referencia 2 del cuadro de distancias (Anexo 1), y en función de la clasificación, no podrán existir construcciones, ni instalaciones, ni materiales ajenos al servicio.

2.1.4. Características de los equipos.

Depósitos.

Los depósitos destinados al almacenamiento de Gases Licuados del Propano deberán cumplir el Reglamento de Aparatos a Presión debiendo llevar indicada, en la placa de identificación establecida por dicho Reglamento, la superficie exterior del mismo en metros cuadrados y el volumen geométrico en metros cúbicos.

Estarán provistos para su funcionamiento, al menos, de los elementos siguientes que se encontrarán fácilmente accesibles:

- Dispositivo de llenado de doble cierre, uno de los cuales será de retención y estará situado siempre en el interior del depósito, y el otro podrá ser manual, telemandado o, también, de retención. En aquellas instalaciones que dispongan de equipo de trasvase, los dispositivos de retención deberán ser de exceso de flujo con el fin de permitir el trasvase entre depósitos simultáneamente con la utilización del equipo de vaporización.
- Indicador de nivel de medida continua y lectura directa.
- Indicador de nivel máximo de llenado.
- Manómetro.
- Válvula de seguridad de exceso de presión conectada a la fase gaseosa del depósito.
- Dos dispositivos destinados a la salida de Gases Licuados del Propano, uno en fase líquida y otro en gaseosa, dotados cada uno de ellos con un doble sistema de cierre uno automático por exceso de flujo o telemandado y otro manual. En la toma de la fase líquida el de cierre automático o telemandado estará necesariamente en el interior del depósito. En caso de no utilización de alguna de las fases, se podrá prescindir del segundo cierre situado en el exterior del depósito pero, en todo caso, se protegerá el cierre con un tapón roscado o brida ciega.
- Borna de toma de tierra.
- Además los depósitos dispondrán de un drenaje situado en uno de los extremos de su generatriz inferior, que en los de superficie estará dotado de una válvula interior de corte automático por exceso de flujo y de un tapón roscado de protección del mismo material que la válvula. En los enterrados este drenaje quedará cerrado por medio de un tapón roscado de acero.

El grado de llenado de los depósitos no excederá del 85 por 100 de su volumen, considerando la masa específica del producto líquido a almacén a 20 grados centígrados.

Canalizaciones.

Las canalizaciones para fase gaseosa, deberán cumplir con las exigencias del Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos y de la Instrucción Técnica Complementaria (ITC-MIG) correspondiente a la presión máxima de servicio, salvo las prescripciones específicas que se señalan en este Reglamento.

Boca de carga.

La boca de carga podrá situarse en el mismo depósito o fuera de él. El acoplamiento al mismo estará dotado en todos los casos del dispositivo de llenado de doble cierre, que impida la salida de gas del depósito en caso de rotura accidental de la canalización de carga.

En las proximidades de la boca de carga se dispondrá de una toma de tierra para la conexión del camión cisterna. La boca de carga siempre estará dotada de un tapón roscado que la proteja de la suciedad y del deterioro.

Cuando la boca de carga se encuentre distanciada del depósito y fuera de la estación del Gases Licuados del Propano deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

Ser posible acotar durante la operación de trasvase una zona en la cual se impida todo tipo de actividad susceptible de producir chispas o llamas en una distancia de

2 metros alrededor de la referida boca de carga. Estar ubicada dentro de los límites de propiedad.

Estar protegida con un envolvente o arqueta de material incombustible (RF-120) y resistente a las acciones a las que pueda estar sometida. Estará provista de cerradura o candado, y situada en lugar bien ventilado.

Disponer de un sistema de cierre en la propia boca de carga que consistirá en una válvula de corte rápido de accionamiento manual y una válvula antirretorno de doble sistema de cierre.

La tubería que une la boca de carga al depósito será como mínimo de 40 milímetros de diámetro nominal y en ella se dispondrá una derivación con tapón ciego, próxima a la toma de fase líquida del depósito para un eventual vaciado del mismo.

Equipos de vaporización.

Sólo se admitirán vaporizadores en los que el aporte de calor al Gas Licuado del Propano en fase líquida sea realizado por medio de un fluido intermedio o por energía eléctrica y estarán dotados de un sistema que impida el paso de fase líquida al resto de la instalación.

Serán considerados, únicamente a efectos de registro de tipo y de las distancias de seguridad como si se tratara de depósitos de almacenamiento de categoría A-0, pudiendo ubicarse en edificaciones construidas específicamente para ellos de acuerdo con el apartado de construcción y montaje, siempre que la caldera y el vaporizador se encuentren en locales separados.

Equipos de regulación y medida.

El equipo de regulación estará compuesto por el regulador y un elemento de seguridad contra sobrepresión. El proyecto podrá justificar la no necesidad de su instalación.

Los equipos de regulación y medida, si los hubiere, serán de tipo intemperie o estarán protegidos contra ella.

Equipos de trasvase y elementos auxiliares.

Los diversos elementos componentes del equipo de trasvase tales como mangueras, bombas y compresores, así como los elementos accesorios se ajustarán a normas declaradas de obligado cumplimiento por el Ministerio o en su defecto, deberán cumplir las normas ISO, EN u otras de reconocido prestigio, tales como API o DIN.

Válvulas de seguridad.

Los depósitos tanto aéreos como enterrados cuyo volumen geométrico unitario supere los 20 metros, dispondrán de al menos dos válvulas de seguridad de forma que la capacidad de descarga del conjunto, quedando una válvula en reserva, sea capaz de evacuar el caudal de descarga. Estarán conectadas mediante un dispositivo que pueda dejar fuera de servicio cualquiera de las válvulas, acoplando automáticamente la de reserva.

El caudal de descarga que, como mínimo, deben suministrar las válvulas de seguridad debe ser tal que la presión en el interior de los depósitos, no llegue a sobrepasar en un 20 por 100 la presión de apertura de las mismas y se pueden calcular utilizando la fórmula

$$G = 10{,}6552 * S0{,}82$$

donde G es el caudal de aire en metros cúbicos por minuto a 15 ℃ y presión atmosférica y S representa la superficie del depósito expresada en metros cuadrados.

Para obtener el caudal de Gas Licuado Propano se dividirá el resultado G por el factor de corrección

$$Y = 1{,}2\sqrt{1 - \frac{P}{785}}$$

en donde P es la presión de tarado de la válvula de seguridad en bar.

En los depósitos enterrados el caudal de descarga podrá reducirse en un 30 por 100 del valor calculado pero, en tal caso, los depósitos no podrán ser descubiertos si no han sido vaciados previamente.

2.1.5. Construcción y montaje.

<u>Depósitos.</u>

Los depósitos cilíndricos se instalarán con su eje longitudinal sensiblemente horizontal.

En caso de que en la estación de Gases Licuados del Propano existan dos o más depósitos, el proyectista deberá prever los medios necesarios para evitar el sobrellenado de alguno de ellos por influencia de los otros, tanto en las operaciones de llenado como en las de explotación.

Para el fácil desplazamiento de los equipos de extinción de incendios previstos en este capítulo, deberán dejarse libres alrededor de la proyección sobre el terreno de los depósitos y, en su caso, dentro del cerramiento, los espacios señalados en la referencia 1 del cuadro de distancias (Ver Anexo N°1).

Tanto la superficie del terreno en la zona de ubicación de los depósitos como el espacio libre señalado en el párrafo anterior serán horizontales.

Será obligatorio rodear el emplazamiento de los depósitos y equipos por medio de una cerca de 2 metros de altura, como mínimo, que podrá ser de malla metálica o de cualquier otro sistema análogo incombustible, que permita una buena ventilación e impida el acceso de personas ajenas al mismo. En caso de que este cerramiento vaya provisto de zócalo, su altura no será superior a 30 centímetros. Las puertas de los cerramientos abrirán hacia el exterior y serán igualmente incombustibles, y los cierres serán de accionamiento rápido manipulable desde el interior sin necesidad de utilizar llaves. La utilización de muros o pantallas reglamentados en el apartado 4 podrá ser considerada como cerramiento suplementándose, si es necesario, con malla metálica o sistema análogo para alcanzar la altura de 2 metros.

Estos cerramientos se colocarán a las distancias de los depósitos marcadas en el cuadro de distancias, Anexo N°1: referencia 2. Cuando en una instalación existan equipos de trasvase, de vaporización, regulación o medida, éstos deberán quedar dentro del cerramiento.

Los depósitos de categoría A-0, E-0 y E-1, que no tengan equipos de trasvase o vaporización y que no abastezcan instalaciones pertenecientes a lugares de pública concurrencia, podrán prescindir del cerramiento siempre y cuando las bocas de carga, llaves, equipos de regulación y accesorios de depósito, se

encuentren encerrados en una arqueta o capota incombustible provista de cerradura o candado.

También podrá prescindirse del cerramiento cuando la instalación de Gas Licuado del Propano esté ubicada en el interior de plantas industriales destinadas al almacenamiento, producción o tratamiento de productos petrolíferos o combustibles gaseosos o en aquellos otros casos en que por la índole de la industria, lo autorice el Órgano territorial competente.

Depósitos enterrados.

Para que un depósito sea considerado enterrado, debe estar situado enteramente por debajo del nivel del terreno circundante, de forma tal, que la generatriz superior diste, entre 30 y 50 centímetros de dicho nivel.

Los depósitos enterrados se situarán sobre una fundación firme y anclada de forma tal que se impida su flotación.

La distancia entre depósitos situados en la misma fosa será como mínimo de un metro.

Si no estuviera prevista la circulación de vehículos sobre el depósito y no fuera preceptiva la colocación de cerramiento, deberá rodearse la proyección sobre el terreno del depósito con una protección de hormigón, obra de fábrica u otra apropiada e igualmente eficaz de, al menos, 30 centímetros de altura.

En todos los casos la fosa se rellenará de arena fina, exenta de piedras o elementos que puedan dañar al depósito o a su protección, debidamente compactada.

En caso de que el depósito se aloje en una fosa revestida de obra de fábrica u hormigón, este revestimiento distará de las paredes del tanque un mínimo de 50 centímetros en las paredes laterales, 20 centímetros al fondo y 30 centímetros a la tapa, si existe.

En caso de que se aloje en fosas no revestidas, se adaptará su construcción a las características del terreno debiendo quedar, como mínimo, las distancias señaladas en el párrafo anterior para las fosas revestidas.

Con la finalidad de poder detectar cualquier acumulación de gas o de agua en el fondo de la fosa, se instalará en una esquina de ésta un tubo buzo de 5 centímetros de diámetro interior que llegue hasta el fondo, cortado oblicuamente en su extremo inferior y dotado de un tapón en el superior.

La valvulería del depósito y los aparatos de control, se protegerán por una arqueta o tapa registro sobre la que se evitará la circulación y aparcamiento de vehículos.

La valvulería será perfectamente accesible desde el exterior, y los aparatos de control fácilmente legibles.

Depósitos semienterrados.

Se denominarán depósitos semienterrados, aquellos que teniendo la generatriz inferior por debajo del nivel del terreno circundante debido a algún impedimento, tales como: Roca a escasa profundidad, terreno con pendiente pronunciada, nivel freático próximo u otras causas justificadas, no resulta posible cumplir la condición de profundidad de enterramiento prevista para los depósitos enterrados.

Para que a efectos de este Reglamento, puedan considerarse como enterrados, deberá completarse la fosa por encima del terreno mediante paredes de obra de

fábrica u hormigón hasta la altura necesaria para cumplir las condiciones exigidas a los mismos. (Ver figura 6).

Dichas paredes deberán cumplir una de las siguientes condiciones:

- Tener una resistencia al fuego RF-240 y una resistencia mecánica calculada para los esfuerzos a que puedan verse sometidas.
- Estar reforzadas con tierra compactada terminada según el talud natural del terreno o contenida mediante otro muro calculado para sostener su empuje.

Prescripciones específicas para las canalizaciones.

Las tuberías para las canalizaciones de Gases Licuados del Propano podrán ser aéreas o enterradas, pero no podrán ser empotradas. Si se sitúan en canales, éstos serán registrables en toda su longitud.

Las tuberías de conexión entre depósitos de superficie y equipos complementarios de la estación, o de ellos entre sí, serán aéreas y sólo en casos justificados se autorizará su enterramiento.

Cuando las conducciones hayan de atravesar paramentos o forjados, lo harán por medio de pasamuros, de forma tal que quede libre, como mínimo, un espacio de 10 milímetros alrededor de la tubería.

Los tramos de tuberías destinadas a fase líquida que puedan quedar aislados entre válvulas de corte, dispondrán de una válvula de seguridad (alivio térmico) o de by-pass de funcionamiento automático, que libere cualquier sobrepresión interior excesiva.

Los tramos de tubería que no estén en servicio, deberán quedar aislados con un cierre estanco (tapón roscado, disco ciego o brida ciega).

Canalizaciones aéreas.

La distancia mínima de la generatriz inferior de las canalizaciones aéreas al suelo, será de 5 centímetros.

Cuando discurran por un muro, estarán separadas de éste, como mínimo 2 centímetros.

Las tuberías deberán estar protegidas contra la corrosión.

Las destinadas a la fase líquida, se pintarán en color rojo, y las destinadas a la fase gas, en color amarillo.

Canalizaciones enterradas.

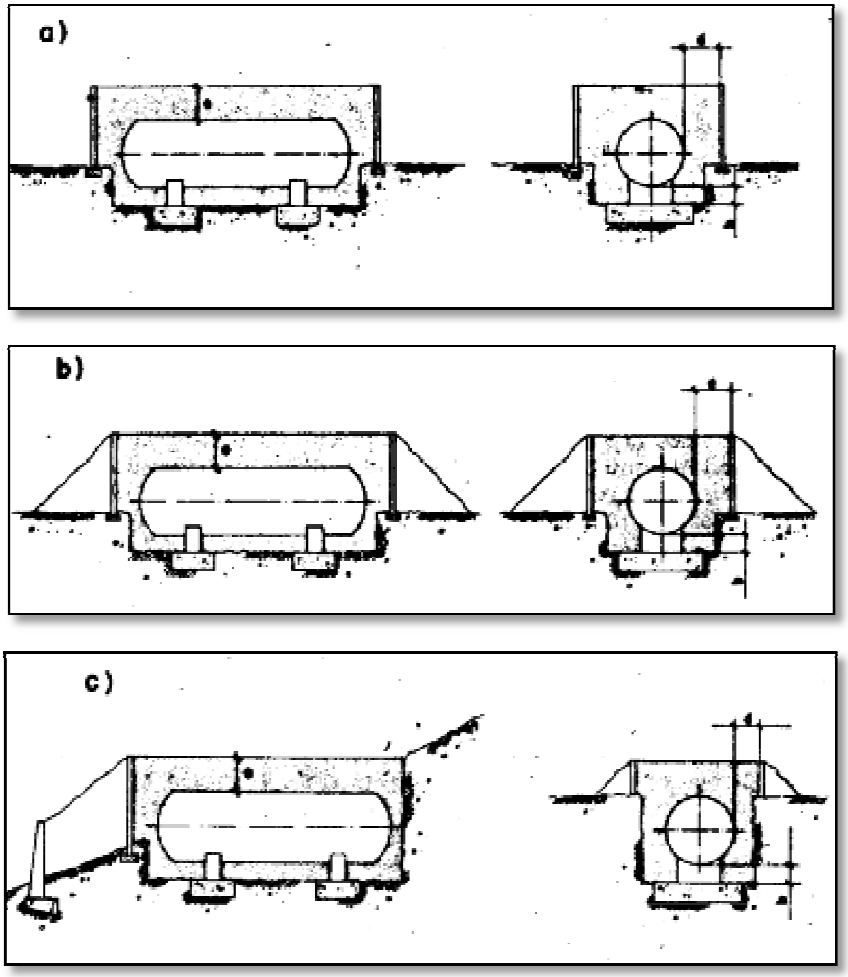
Las uniones entre tuberías que puedan formar pares galvánicos se efectuarán mediante juntas aislantes debidamente dimensionadas. El propietario, el instalador y la Empresa de mantenimiento, conservarán un plano en el que se refleje con precisión el tendido de la tubería enterrada.

Equipos de trasvase.

Las tuberías conectadas a la bomba de impulsión de Gases Licuados del Propano deberán estar dotadas de dispositivos que, en caso de sobrepresión, provoquen automáticamente el retorno de Gases Licuados del Propano al depósito que alimenta a la bomba, o bien que permita la interconexión entre la impulsión y la aspiración de ésta. Cuando el trasvase se efectúe por compresión de la fase gaseosa, el compresor debe disponer de presostatos de baja y alta.

En el extremo de la instalación rígida, en cada uno de los puntos de unión de las tuberías de fase líquida con las mangueras flexibles de conexión con el camión cisterna, o con los brazos articulados, cuando éstos existan, se colocará una válvula antirretorno, que impida la salida incontrolada del producto a la atmósfera. Además existirá en cada uno de los puntos de unión, tanto de la fase líquida como de la fase de gas, una válvula de cierre rápido de accionamiento manual.

Figura N° 6: Esquema de los difer entes sistemas de construcción para almacenamiento de GLP



Elementos auxiliares.

Uniones.

Cuando no se utilice soldadura, las uniones entre tuberías, elementos auxiliares (válvulas, reguladores, manómetros u otros) y equipos, o entre ellos entre sí, podrá realizarse por uno de los siguientes medios:

Bridas con asiento plano trabajando a compresión.

Rosca cónica según UNE 19009-73, pudiéndose utilizar un encintado o un producto que complemente la estaquidad. Este tipo de unión no será utilizado para diámetros nominales iguales o superiores a 75 milímetros.

Racores con asiento plano a compresión. Este tipo de unión no será utilizado para diámetros nominales iguales o mayores de 40 milímetros.

Uniones metal-metal de tipo esferocónico, se utilizará solamente para conexiones accidentales como las realizadas con las mangueras de trasvase en las instalaciones que dispongan de este equipo.

Válvulas de seguridad.

La descarga de las válvulas de seguridad, se realizará en todos los casos a la atmósfera en sentido vertical y estará protegida para evitar la entrada de agua y suciedad a su interior, pero sin dificultar su funcionamiento.

Las válvulas de seguridad (alivio térmico) que tengan posibilidad de expulsar fase líquida y se encuentren en el interior de edificaciones construidas según lo especificado en el apartado 6.1 de este Reglamento, descargarán a una altura

mínima de 4 metros sobre el suelo, pudiendo estar unidas entre sí por un colector con salida única.

Llaves de corte.

Las llaves de corte serán estancas al exterior en todas sus posiciones, herméticas en su posición cerrada y precintables.

Instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica cumplirá lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los interruptores generales de los circuitos de alimentación de bombas, compresores, motores y alumbrado de toda la instalación estarán centralizadas en un cuadro situado próximo a la entrada de la estación y de fácil acceso.

En aquellas instalaciones que existan equipos de vaporización, trasvase o medida, éstos deberán estar dotados de una iluminación suficiente para permitir su operatividad.

Además, las clasificadas como A-4, A-5 y E-3 estarán provistas de una instalación de alumbrado que permita, en caso de necesidad obtener un nivel de iluminación suficiente para la circulación durante la noche.

Protección contra la corrosión.

Protección de depósitos.

✓ Protección pasiva:

- Los depósitos de acero enterrados o semienterrados deberán estar protegidos contra la corrosión externa mediante un revestimiento continuo a base de brea de hulla, betún de petróleo, materias plásticas u otros materiales, de forma que la resistencia eléctrica, adherencia al metal, impermeabilidad al aire y al agua y resistencia mecánica sean las adecuadas a la naturaleza del terreno donde estén enterrados.
- Se comprobará el buen estado del revestimiento inmediatamente antes de ser enterrados.
- Los apoyos y zunchados se prepararán de forma que no puedan dañar la tubería o su protección.

✓ Protección activa.

Como complemento del revestimiento externo, los depósitos enterrados o semienterrados irán provistos de un sistema de protección catódica salvo que se demuestre, mediante un estudio de agresividad del terreno, que no es necesaria.

La finalidad de la protección catódica es garantizar un potencial entre el depósito y el suelo que medido respecto al electrodo de referencia cobre-sulfato de cobre, sea igual o inferior a -0,85 V. Dicho potencial será de -0,95 V como máximo cuando haya riesgo de corrosión por bacterias sulfatorreductoras.

En aquellos casos que existan corrientes vagabundas, ya sea por proximidad a líneas férreas u otras causas, deberán adoptarse medidas especiales para la protección catódica, según las exigencias de cada caso.

Cuando las corrientes vagabundas puedan provocar variaciones en el potencial de la protección, el potencial podrá alcanzar valores mayores que los indicados, sin

limitación de valor, para puntas casi instantáneas, durante un tiempo máximo de un minuto y valores máximos de hasta -0,50 V durante un tiempo máximo de cinco minutos, siempre que la duración total acumulada de estas puntas en veinticuatro horas no sobre pase una hora.

Protección de canalizaciones.

La protección contra la corrosión de las canalizaciones se ajustará a lo establecido en el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos y en la ITC-MIG del mismo correspondiente a su presión de servicio.

Control de la protección contra la corrosión.

El titular, de acuerdo con lo que se señala en el apartado 10, es responsable de que se efectúe un control anual de los potenciales de protección respecto al suelo, y de que cuando la protección catódica sea mediante corriente impresa, se compruebe el funcionamiento de los aparatos cada tres meses. De estos controles y comprobaciones deberá dejarse constancia en el libro de mantenimiento.

Protección contra el fuego.

Extintores.

Los extintores que se utilicen serán de polvo químico seco, y las instalaciones fijas de extinción, de existir, no serán de accionamiento automático.

Las cantidades de materia extintora serán al menos las siguientes:

Las instalaciones de Gases Licuados del Propano clasificadas A-0 y E-0 dispondrán como mínimo de dos extintores de 6 kilogramos.

Las clasificadas como A-1, A-2 y E-1 dispondrán de un mínimo de dos extintores de 12 kilogramos.

Las clasificadas A-3 y E-2 dispondrán de materia extintora en una proporción de 1 kilogramo de polvo químico seco por cada metro cúbico de volumen geométrico de capacidad de almacenamiento con el mínimo establecido en el párrafo anterior.

Las clasificadas A-4, A-5 y E-3 dispondrán de un mínimo de 100 kilogramos de polvo químico seco, incrementándose esta cantidad en 1 kilogramo por cada 10 metros cúbicos de volumen geométrico que sobrepase los 100 metros cúbicos de volumen de almacenamiento de la estación.

Siempre que la capacidad de almacenamiento sea superior a 5 metros cúbicos, al menos dos de los extintores serán de 12 kilogramos. En todos los casos, los extintores estarán colocados en lugares fácilmente accesibles.

Además el área de bombas y compresores de Gases Licuados del Propano deberá estar dotada de 2,5 kilogramos de polvo químico seco por cada metro cúbico por hora de capacidad de trasvase, con un mínimo de 50 kilogramos distribuidos, al menos, en dos extintores.

En caso de que el equipo de trasvase esté situado en una caseta, estos extintores se situarán en el exterior de la misma. Las casetas de vaporizadores, si las hubiere, dispondrán al menos de un extintor de 12 kilogramos como dotación suplementaria a lo establecido anteriormente.

Instalación de agua.

Las instalaciones de categoría A-3, A-4 y A-5 deberán estar dotadas de una red de tuberías y de los elementos precisos de acoplamiento rápido que permitan hacer

llegar el agua a cualquier punto de la estación de Gas Licuado del Propano a la presión de 5 bar con un caudal mínimo de 15 metros por hora para las del grupo A-3, 30 metros por hora para las del grupo A-4, y 50 metros por hora para las clasificadas como A-5.

Cualquier depósito aéreo de volumen geométrico unitario superior a 100 metros cúbicos deberá disponer para su enfriamiento de un sistema propio de riego.

Las instalaciones que no dispongan de suministro exterior de agua estarán dotadas de depósitos de almacenamiento y medios de bombeo que permitan el funcionamiento de la red durante una hora y treinta minutos a la presión con los caudales establecidos.

Las instalaciones de la categoría A-3 podrán no disponer de instalación de agua, duplicando el número de materia extintora señalada para la zona de almacenamiento en el punto 6.8.1.

Para las instalaciones de categoría A-4 y A-5 se dispondrán al menos de dos hidrantes o tomas de agua en lugares distintos de la estación.

Elementos complementarios.

En la instalación de Gases Licuados del Propano se dispondrá del siguiente material:

- Carteles indicadores con el siguiente texto: «Gas inflamable», «Prohibido fumar y encender fuego», que se situarán en la proximidad de los depósitos, y en caso de existir cerramiento al menos en cada uno de los lados del mismo y en las puertas de acceso.
- Un par de guantes de cuero.

Las instalaciones de la categoría A-4, A-5 y E-3 dispondrán además del señalado, del siguiente material:

- Una linterna portátil y antideflagrante.
- Tres mantas ignífugas.
- Tres cascos con pantallas de aproximación al fuego.
- Tres caretas antigás.

Además las de categorías A-5 dispondrán de:

- Un dispositivo de alarma acústico de accionamiento manual o automático-manual.
- Un explosímetro.

2.1.6. Pruebas, ensayos y verificaciones.

Pruebas

Antes de la puesta en servicio de la instalación de Gases Licuados del Propano objeto del proyecto, los depósitos, canalizaciones de fase líquida y los equipos que lo requieran se someterán a las siguientes pruebas:

- Depósitos. Prueba de presión que se efectuará a 26 bar, durante treinta minutos, en cumplimiento del Reglamento de Aparatos a Presión
- Canalizaciones de fase líquida. Prueba de presión igual a la señalada para los depósitos.
- Resto de los equipos. Las pruebas especificadas para ellos en los Reglamentos que les sean de aplicación.

Una vez realizadas las pruebas se llevará a cabo si es preciso, un soplado de las canalizaciones con aire comprimido o gas inerte para eliminar el agua que hubiera quedado después del vaciado.

Ensayos

Superadas con éxito las pruebas, y una vez cumplidos los requisitos que se señalan en el apartado 9 de este Reglamento, se efectuarán los siguientes ensayos, con duración de una hora cada uno, que podría reducirse a treinta minutos en los tramos de prueba inferiores a 10 metros.

- Canalizaciones de fase líquida. Ensayo de estanquidad a una presión de 5 bar con aire, gas inerte o Gases Licuados del Propano en fase gaseosa.
- Canalizaciones de fase gaseosa. Serán sometidas a las pruebas especificadas en la ITC-MIG del Reglamento de Redes y Acometidas que corresponda, según su presión de servicio. Para su realización deberán permanecer al descubierto las uniones no soldadas.

La estanquidad se comprobará con manómetro, y la localización de posibles fugas se efectuará con agua jabonosa o detector de gas.

Durante los ensayos, el Director de obra deberá tomar todas las precauciones necesarias para que se efectúen en condiciones seguras y, en particular, si los ensayos se efectúan con Gases Licuados del Propano:

- Prohibir terminantemente fumar.
- Evitar la existencia de puntos de ignición.
- Vigilar que no existan puntos próximos que puedan provocar inflamaciones en caso de fugas.
- Evitar zonas de posible embalsamiento de gas en caso de fugas o purgas.

- Purgar y soplar las tuberías antes de efectuar cualquier reparación que pudiera resultar peligrosa.

Verificaciones

Asimismo, deberá verificarse que:

- Las llaves son estancas a la presión de prueba.
- Los equipos de trasvase y de vaporización, si existen, así como los restantes elementos que componen la instalación, funcionan correctamente. Debe cuidarse de no levantar los precintos que hayan podido poner los fabricantes.
- Se verificará el cumplimiento general, en cuanto a las partes visibles, de las disposiciones señaladas en este Reglamento, y de forma especial las distancias de seguridad previstas en el apartado 4 de este Reglamento.

2.1.7. Explotación de la instalación.

Generalidades

El personal encargado de la instalación deberá conocer el funcionamiento de la misma, y estar adiestrado en el manejo de los equipos de seguridad. A tal efecto, existirá en lugar visible un esquema de la instalación y de las instrucciones para su manejo.

Se prohíbe el acceso a la instalación de Gas Licuado del Propano a personas que no se encuentren autorizadas expresamente para ello.

Se prohíbe tener material combustible, tanto en la estación de Gases Licuados del Propano como en la de estacionamiento del camión cisterna.

Se prohíbe almacenar en la estación de Gas Licuado del Propano materiales ajenos a la misma.

Las mangueras cuando no se utilicen deberán estar almacenadas adecuadamente y protegidas de la intemperie.

Operaciones de trasvase

El manejo de los elementos de la instalación en las operaciones de trasvase deberá ser efectuado por el personal asignado a ella.

El camión cisterna se situará en un punto próximo a la boca de carga, y a una distancia de la misma señalada en el cuadro de distancias, de forma tal que su alejamiento de la zona, en caso de emergencia, no presente dificultades, y pueda realizarse sin necesidad de maniobras.

Antes de comenzar el llenado de los depósitos se comprobará la cantidad máxima que cada uno de ellos pueda admitir, y que la cisterna esté correctamente conectada a tierra así como se acotará, en su caso, la zona de acuerdo a lo señalado en las protecciones eléctricas.

2.1.8. Mantenimiento de las instalaciones.

Las instalaciones de almacenamiento de Gases Licuados del Propano y las redes y acometidas hasta las instalaciones receptoras, deberán estar cubiertas por un contrato de mantenimiento suscrito con una empresa instaladora autorizada de categoría D, por el que está se haga responsable de conservar las instalaciones en el debido estado de funcionamiento, dentro de las prescripciones contenidas en este Reglamento y de forma especial, del funcionamiento de la protección catódica y del control anual del potencial de protección.

El Órgano territorial competente podrá fijar las prestaciones mínimas exigibles de mantenimiento.

Asimismo, en cada instalación existirá un Libro de Mantenimiento.

La Empresa instaladora encargada del mantenimiento, dejará constancia de cada visita en el Libro de Mantenimiento y anotando el estado general de la instalación, y los defectos observados, las reparaciones efectuadas y, en su caso, las lecturas de potencial de protección.

El titular se responsabilizará de que esté vigente en todo momento, el contrato de mantenimiento, y de la custodia del Libro de Mantenimiento y del Certificado de la última inspección oficial.

Las Empresas u Organismos que acrediten poseer capacidad y medios para realizar el mantenimiento de sus instalaciones, podrán ser eximidas de la necesidad del contrato de mantenimiento, siempre que se comprometan a cumplir los plazos de control de la instalación y en las condiciones que fije el Organo territorial competente y teniendo al día el Libro de Mantenimiento.

3. ESTUDIO TECNICO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EXISTENTE

El objetivo principal del proyecto es la ampliación de la capacidad de almacenamiento de Propileno Grado Refinería en la GRB de 16,000 barriles que se tiene actualmente en la U-3180 a 30,000 barriles nominales. Se contemplan las facilidades para trasladar a la U-3160 (NEGLP) el almacenamiento y el despacho tanto de Propileno Grado Refinería (PGR) como de normal butano (n- butano) que en la actualidad se almacena y despacha en la U-3180. De esta manera se centraliza en la U-3160 el almacenamiento y el despacho de los gases licuados como son el GLP, el PGR y el n-butano y se deshabilita de la U-3180 el servicio de Propileno Grado Refinería y de n-butano.

Adicionalmente se busca la eliminación de restricciones hidráulicas en el sistema de transporte de PGR desde las unidades de ruptura catalítica (FCC'S); solucionar los problemas de obsolescencia del sistema actual de almacenamiento en balas, eliminar los riesgos de seguridad de las personas y los equipos ante un evento catastrófico en las balas de almacenamiento de la U-3180 y mejorar el aspecto mecánico y metalúrgico de equipos y del sistema de protección y control de procesos.

El Propileno Grado Refinería se produce en las unidades de ruptura catalítica UOP I, UOP II y Orthoflow de la refinería de Barrancabermeja. En cada una de las unidades de ruptura catalítica se instalará un cromatógrafo en línea para el monitoreo y el control de calidad del PGR en la fuente y para integrarlos a las estrategias de los controladores avanzados (APC) existentes en UOP I y UOP II y el futuro controlador de Orthoflow. El proyecto contempla la instalación de dos (2) cromatógrafos en línea en la U-3160.

Actualmente, la corriente de PGR de UOP II sale de esta unidad en línea de 3” de diámetro y se interconecta con la línea de PGR proveniente de Orthoflow (línea de 3” de diámetro), en los límites de batería de UOP II; el PGR de UOP II y Orthoflow continua en línea de 4” de diámetro hacia el manifold de casa bombas No. 8.

Por otro lado la corriente de PGR producido en UOP I va de forma independiente hasta el manifold de casa bombas No. 8 y de ahí sale hasta la U-3180; además de esto se tiene una facilidad en donde se interconecta el PGR proveniente de UOP II/Orthoflow con el PGR producido en UOPI. Desde el manifold de casa bombas No. 8 se envía el PGR por medio de dos líneas (de 3” y 4” de diámetro) hacia la vieja estación de GLP (U-3180). El normal butano se obtiene de la planta de Alquilación y se envía hasta la vieja estación de GLP (U-3180) por medio de una línea de 4” de diámetro.

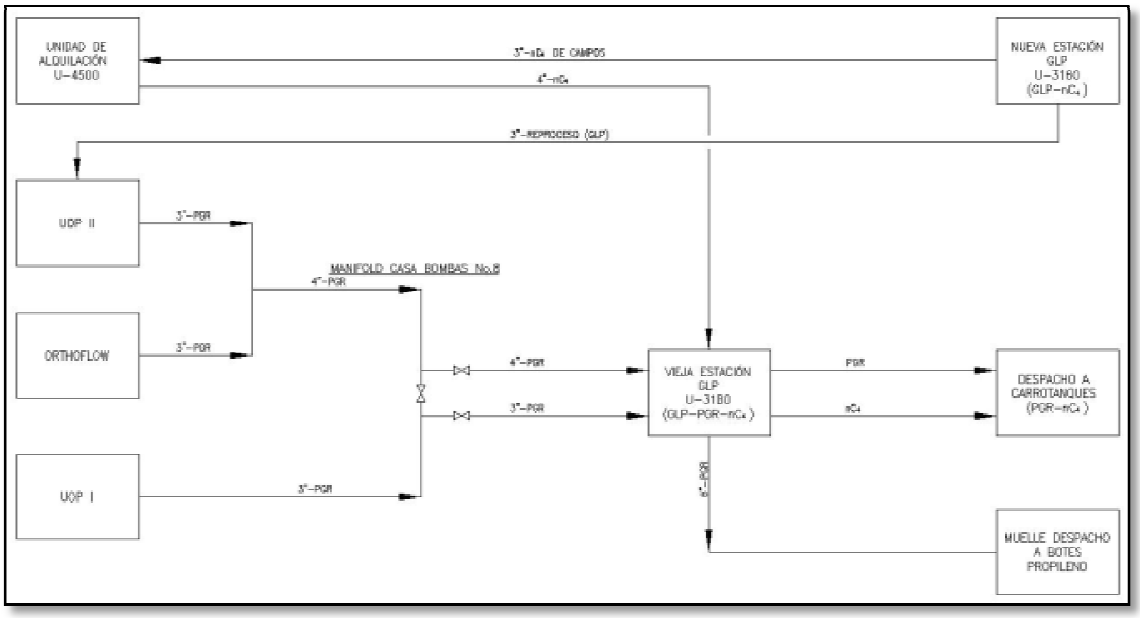
En la vieja estación de GLP (U-3180) se tienen facilidades para despachar propileno y normal butano a carrotanques y para el envío de propileno al muelle de despacho de botes. La situación actual en GRB para el envío, almacenamiento y despacho de Propileno Grado Refinería y normal butano se puede ver en la figura No. 7.

3.2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS A EJECUTAR

El sistema a implementarse en este proyecto para el envío y almacenamiento de Propileno Grado Refinería, contempla diseñar una nueva línea de 6” de diámetro para envío de PGR desde el bloque B de la URC UOP II (a la salida del filtro D-4285), saliendo después de pasar a través de un cuadro de control de flujo por el límite sur del bloque B; esta línea se interconecta con la línea de PGR de 3” de diámetro que viene desde la URC Orthoflow. Por medio de una línea nueva de 6” de diámetro se envía el PGR de UOP II / Orthoflow hasta casa bombas No. 8, la

línea actual de 4” de diámetro continua en funcionamiento para el envío de PGR desde Orthoflow hasta el manifold de casa bombas No. 8.

Figura N°7: Esquema situación actual, envío, almacenamiento y despacho de PGR y normal butano.



Frente a casa bombas No. 8 se debe interconectar la nueva línea de 6” proveniente de UOP II, con el manifold existente donde llegan actualmente la línea de 3” de UOP I y 4” de UOP II/Orthoflow. Desde el manifold de casa bombas No. 8 se envía el Propileno Grado Refinería por medio de una línea de 8” de diámetro hasta los límites de batería de la nueva estación de GLP (U-3160). A la llegada antes de entrar a las nuevas balas se controlará la presión del sistema a través de una válvula de control de presión. Por esta línea llegará todo el Propileno Grado Refinería de las FCC’s hasta la U-3160.

En la nueva estación de almacenamiento de GLP (U-3160), se instalarán dos balas nuevas cada una con una capacidad nominal de 15,000 barriles cada una para almacenar Propileno Grado Refinería.

En la U-3160 se deberá tener la facilidad para permitir la entrega simultánea de PGR a botes y a carrotanques; para esto se emplean las bombas P-3161 A/B (actualmente al servicio de despacho de GLP a botes en la NEGLP) y la P-3185 A (reubicada desde la U-3180).

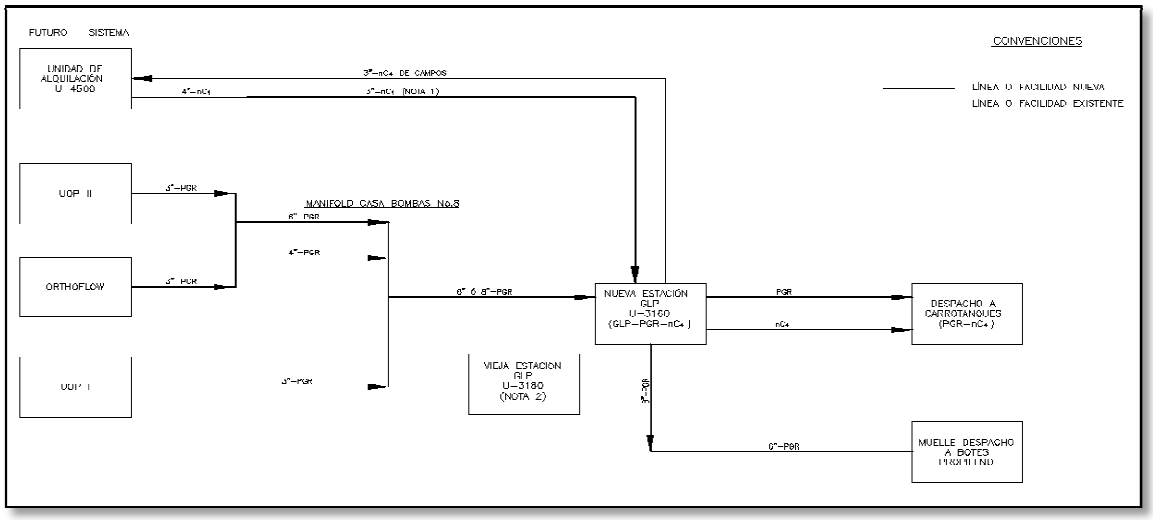
Para el envío y almacenamiento de normal butano se tiene contemplado, reutilizar la línea de 3” existente entre la U-3160 y UOP II (línea actual de reproceso de GLP), cambiando su sentido de flujo para enviar el normal butano producido en la unidad de Alquilación hasta la nueva estación de GLP (U-3160). En la nueva estación de GLP se cambia el servicio de las balas D-3165 y D-3164. La primera almacenará normal butano de la unidad de Alquilación y la segunda almacenará butano proveniente de campos.

Para el envío de normal butano a carrotanques se empleará la bomba P-3168 (actualmente al servicio de GLP a reproceso, conservando para este proyecto esta facilidad) y la bomba P-3187 (actualmente instalada en la vieja estación de GLP U-3180).

El llenadero de carrotanques será reubicado en la U-3160, contará con dos brazos para el despacho de Propileno Grado Refinería y un brazo para el despacho de normal butano. (El llenadero será similar al actual por lo tanto se utilizarán los planos y diseños del actual como referencia. Del llenadero actual se utilizarán solamente los equipos e instrumentos; dado que se requiere que no se detenga el despacho se programará hacer el movimiento de dichos equipos en una parada corta).

El futuro sistema en GRB para el envío. Almacenamiento y despacho de Propileno Grado Refinería y Normal butano se puede ver en el esquema preliminar en la Figura N°8:

Figura 8. Esquema sistema futuro, envío, almacenamiento y despacho de PGR y normal butano.



3.3. ESTRATEGIA TECNOLOGICA

En el proyecto Ampliación de la Capacidad de Propileno Grado Refinería de la GRB, se utilizan las tecnologías existentes y probadas en el mercado y aplicadas actualmente en las plantas de proceso de la Gerencia Refinería Barrancabermeja. El resumen se presenta en la Tabla N°2.

TABLA N°2. TECNOLOGIA USADAS EN EL PROYECTO

SISTEMA	TECNOLOGIAS	CONSIDERACIONES
SISTEMA DE RECIBO, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE PROPILENO GRADO REFINERÍA Y N-BUTANO	TECNOLOGIA DE ALMACENAMIENTO BAJO TALUD	Las nuevas balas para el manejo de Propileno serán similares en diseño a las existentes en la U-3160 para el manejo de GLP y estarán bajo talud (similares a las de GLP) por cuestiones de seguridad. Esta tecnología es confiable teniendo en cuenta que las balas existentes de almacenamiento de GLP llevan operando 12 años en la U-3160 de la GRB.

	TECNOLOGIA DEL SISTEMA DE F&G, DCS, ESD.	El sistema de Shut Down, sistema de Fire &Gas y sistema DCS es similar al existente en la U-3160 para el manejo de GLP (Similar al Propileno) utilizando la misma tecnología ampliamente probada y confiable. Las señales de dichos equipos e instrumentos nuevos se interconectarán a los Sistemas, Monitoreo y Control existentes en el cuarto de control de la U-3160.
	TECNOLOGIA DE MEDICIÓN	Los sistemas de medición de PGR y N-Butano se harán por medio de dos trenes de medición de PGR para despacho a carrotanques, un tren de medición de PGR para despacho a botes y un tren de medición de N-Butano para despacho a carrotanques que se instalarán por el proyecto. Estos trenes de medición incluye una serie de instrumentación tales como: computadores de flujo, transmisores de flujo tipo coriolis, densitómetros, eductores, transmisores de presión, transmisores de temperatura, válvulas control (set-stop), brazos de llenado y válvulas de alivio térmico; Instrumentación totalmente probados y confiables en la GRB. Los trenes de medición serán similares a los instalados en el llenadero de ventas y a los instalados en la actualidad en la U-3180 para despacho de PGR por carrotanques y botes.
	TECNOLOGIA DEL CONTROL DE CALIDAD DE PROPILENO GRADO REFINERIA	El control de calidad del Propileno en cada una de las FCC´S y la U-3160 se hará por medio de cromatógrafos en línea a instalar por el Proyecto, con lo cual se optimiza notablemente este control de calidad. Los cromatógrafos serán similares a los instalados en las URC´S y al instalado en la U-3180 para el control de calidad actual del Propileno proveniente de las FCC´s y despacho a carro tanques y botes.

3.4. BENEFICIOS EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

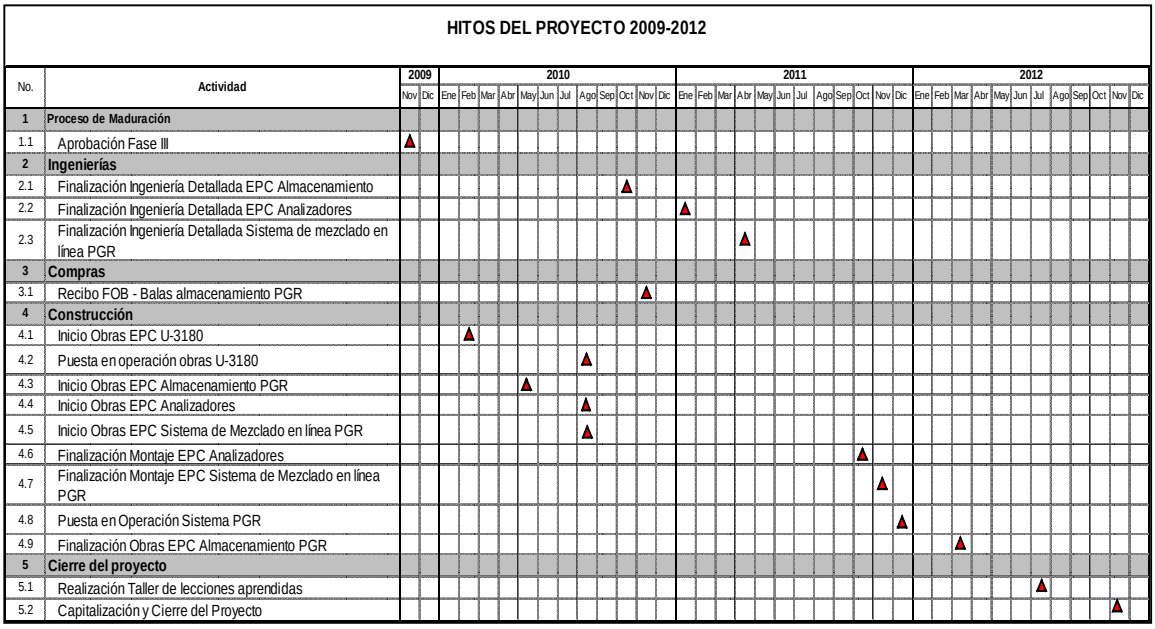
Los costos de mantenimiento se disminuyen debido a la reducción del número de balas que van a contener el Propileno y por contar con infraestructura nueva la cual requiere un mantenimiento menor al dado actualmente a las balas.

Para la operación se obtienen beneficios al mitigar los riegos de obsolescencia, además de tener beneficios por la centralización del almacenamiento, permitiendo un mayor control de los inventarios y de las ventas realizadas.

3.5. TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCION

A continuación se muestra el cronograma de hitos del proyecto, acorde con los compromisos adquiridos para dar cumplimiento a las proyecciones de despacho en el 2012.

Figura N°9: Cronograma de Hitos



4. REQUISITO DE PERMISOS Y LICENCIAS

4.1. LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

No se requiere licencia, de acuerdo con lo establecido por gestión inmobiliaria de ECOPETROL S.A.

4.2. LICENCIA AMBIENTAL

No se requiere Licencia Ambiental, de acuerdo a lo establecido en el DEC. 1220/2005. Se requieren permisos para Tala de Árboles (Autorización de DHS de ECP), una vez establecido el contratista que ejecutará las obras se realizará el trámite, correspondiente. El contratista EPC deberá disponer de una cantera con licencia ambiental vigente de explotación para el material de relleno a utilizar en el talud de las dos nuevas balas a instalar en la U-3160

4.3. TRANSPORTE

Se requieren permisos por la Secretaria de Tránsito y Transporte. Esta Gestión se encuentra en trámite con Funcionario de ECOPETROL GRB encargado de Seguridad Vial.

4.4. CONTRAINCENDIOS

Para la ejecución de las Actividades, se cuenta con aprobación de Control de Emergencias de la GRB en los casos en que se requiera intervención de Líneas de Contraincendios y/o consumo de Agua de Contraincendio, para tal fin durante el desarrollo del proyecto se han realizado acercamientos con Contraincendio.

4.5. ESPECIALES

No se requieren permisos Especiales.

5. ESTUDIO ECONOMICO

Los beneficios que se obtienen al desarrollar este Proyecto es el aumento en la capacidad de venta de PRG al tener un mayor inventario dentro de las instalaciones de ECOPETROL S.A. y el incremento del diferencial de la capacidad de almacenamiento instalada y la nueva de 2,15.

Además se evidencia beneficios por los siguientes conceptos:

- Ahorros en costos de personal por reducción de 2 puestos de operadores.
- Ahorros en servicios industriales por la eliminación de una estación (Antigua estación - U-3180).
- Ahorros en costos de laboratorio por reducción de análisis.
- Ahorros en costos de mantenimiento por reparación de balas que ahora son nuevas.
- Ahorros en costos de mantenimiento de instrumentación.

5.1. RECURSOS PARA FINANCIAR EL PROYECTO

Se considera que ECOPETROL S.A. financiaría el 100% de la inversión requerida para implementar el Proyecto con recursos de su presupuesto de inversión los cuales están incluidos en el portafolio de inversiones.

El estimado total de costos para su ejecución es de KUSD$ 57.211 Distribuidos de la siguiente forma (Ver Tabla N°3):

TABLA N°3: DISTRIBUCION DEL PRESUPUESTO POR AÑOS

PRESUPUESTO POR VIGENCIA Y TOTAL DEL PROYECTO *	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	PRESUPUESTO TOTAL
	2009	2010	2011	2012	
MCOP$	9,368	33,569	71,721	16,928	131,586
KUSD	4,073	14,595	31,183	7,360	57,211

Adicionalmente, por ser ECOPETROL S.A. el propietarios del 100% de los activos del Proyecto, este puede hacer uso del beneficio fiscal por el cual se puede reducir el 30% de las inversiones que efectuén las sociedades en activos fijos reales productivos adquiridos (Artículo 8, Ley 111 de 2006 modificado por el artículo 10, Ley 1370 de 2009)

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1. VARIABLES DE EVALUACIÓN FINANCIERA

Para poder tomar la decisión de realizar o no un Proyecto, se busca el apoyo de herramientas financieras que nos permitan evaluar su conveniencia. Entre las herramientas podemos utilizar:

- Valor Presente Neto
- Tasa Interna de Retorno y sus variaciones
- Relación Costo Beneficio

Fundamentalmente estas herramientas ayudan a evaluar la rentabilidad de un Proyecto comparándola con otras alternativas en que se podría invertir el dinero también nos pueden ayudar a ordenar y comparar diferentes alternativas que se plantea para un Proyecto.

6.1.1. VALOR PRESENTE NETO

Un Proyecto presenta en un determinado momento de su desarrollo tanto ingresos como egresos. Lo que representa este criterio es hallar simultáneamente el valor presente de los ingresos como de los egresos basados en la siguiente expresión:

VPN = VALOR PRESENTE INGRESOS (-) VALOR PRESENTE EGRESOS

Este criterio busca determinar en pesos de hoy, la cantidad de dinero que sobra o falta en el momento inicial del Proyecto. Por ello se halla el valor presente o el desplazamiento al periodo cero de todos los ingresos y de igual forma los egresos

que se presentan en cada alternativa o proyecto usando una tasa mínima de retorno o una tasa de oportunidad que maneje el promotor del Proyecto.

Por este motivo, el significado del este criterio es:

- Recuperar contablemente los egresos
- Cubrir una rentabilidad anual igual a la tasa mínima sobre el capital no amortizado
- Dejar un excedente adicional de magnitud igual al valor neto en la posición del valor neto.

Con base en lo anterior se plantea que:

VPN>1 El proyecto se acepta porque los ingresos son mayores que los egresos. Dichos egresos superan los costos de oportunidad de las alternativas de inversión.

VPN<1 El proyecto se rechaza porque los ingresos son superados por los egresos. No quiere decir que no existen ingresos, lo que sucede es que no alcanzan a compensar el costo de oportunidad de dejar de lado las alternativas de inversión. En tal caso será más rentable invertir en otras alternativas y optar por no invertir en el proyecto.

VPN=1 El proyecto es indiferente su realización. Los ingresos alcanzan tan solo a compensar los costos de oportunidad de sacrificar otras alternativas.

Este criterio considera que los beneficios netos (Ingresos – Egresos) que genera el proyecto serán reinvertidos a la tasa de oportunidad del promotor, inclusive después de la vida útil del proyecto. Este criterio tiene el supuesto que todos los fondos que no son invertidos en el proyecto y los que se liberan del proyecto, se invertirán a la tasa de interés de oportunidad.

6.1.2. TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa interna de retorno es un criterio de evaluación que busca principalmente calcular el rendimiento de un proyecto medido como la rentabilidad por período que recibimos a lo largo de los n períodos sobre la inversión no amortizada.

Matemáticamente la TIR hace que el valor presente neto sea igual a cero, es decir que están igualados el valor presente neto de los ingresos con el valor presente neto de los egresos.

La tasa interna de retorno implica:

- La tasa de retorno calculada NO es el rendimiento sobre la inversión inicial sino sobre la parte de la inversión no amortizada al comienzo de cada período.
- La tasa de retorno calculada NO implica reinversión, pues no se presupone en su cálculo la utilización que el inversionista haga de los fondos producidos por el proyecto.
- La TIR tiene una gran ventaja en el sentido que no exige especificar ningún valor de tasa de interés de oportunidad, este valor es el que vamos a calcular.
- El valor calculado por la TIR se compara con la tasa de oportunidad de inversión que presenta el promotor del proyecto.
- La TIR no depende para su cálculo de ningún criterio o valor externo, su cálculo se realiza con base en el flujo de fondos del proyecto.
- La TIR no informa sobre la magnitud o el valor de los ingresos y egresos que presenta un proyecto.
- El cálculo de la TIR supone el punto en el cual el VPN de los ingresos es igual al VPN de los egresos, es un punto de equilibrio.

6.1.3. RELACIÓN COSTO BENEFICIO

Es un índice o indicador y es la relación entre dos magnitudes. Es un criterio más financiero que económico. No habla de rentabilidad. Sirve cuando los hechos están dados y se puede afirmar que la teoría es real.

RELACIÓN COSTO-BENEFICIO= VP Beneficios / VP costos

6.2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA

En la tabla N° 4 se muéstrala evaluación financiera del Proyecto, esta evaluación esta actualizada con los precios del GLP, así como con la tasa de retorno esperada a mayo de 2010 por ECOPETROL S.A. para los proyectos desarrollados en Refinería.

Con estos datos el VPN del Proyecto es de: KUSD 49.493,68

Las variables que más afectan esta evaluación son los precios del PGR y la tasa esperada por ECOPETROL S.A. - GRB ya que una fluctuación en uno de estos valores tiene gran incidencia en el resultado.

Al hacer la sensibilidad tomando la tasa media de retorno esperada por ECOPETROL S.A – GRB el año pasado tenemos un VPN de KUSD 23.803,34 como se muestra en la Tabla N° 5.

En la Tabla N° 6 se muestra la sensibilidad del flu jo de caja al asumir el valor en el mercado del PGR del año 2009. Con estos valores el VPN nos da: KUSD 42.929,63.

TABLA N°4. EVALUACIÓN FINANCIERA ACTUALIZADA PARA EL 2010

ECOPETROL S.A
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS
FORMATO EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS OPCIONES DE NEGOCIO

Flujo de Caja Libre, Caso Base KUSD

Tasa de descuanto WAAC	11.1%	Tasa de reinversión		11.1%															
Beneficio Tributario	30.0%																		
Tasa de impuestos	33.0%																		
Año	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026
Periodo	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precios de PGR (US$/bl)		-	54.82	53.00	52.55	52.51	52.85	52.85	52.85	52.85	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47
Volumenes KBA					786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15
Ingresos		**-**	**-**	**-**	**41,308.99**	**41,280.36**	**41,545.66**	**41,545.66**	**41,545.66**	**41,545.66**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**
Opex Totales	-	-	-	-	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69
Opex fijos (Materia Prima GLP)					23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53
Opex Fijos (Ahorros Personal)					- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84
Total costos	-	-	-	-	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69
Margen Operativo (Utilidad Operativa)	-	-	-	-	18,199.30	18,170.67	18,435.97	18,435.97	18,435.97	18,435.97	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25
Depreciación 2009		-	-	-	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53
Depreciación 2010			-	-	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99
Depreciación 2011				-	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86
Depreciación 2012						490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67
Depreciación 2013							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amortizaciones																			
Total deducciones fiscales	-	-	-	-	3,323.38	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05
Utilidad antes de impuestos e intereses (EBIT)	-	-	-	-	14,875.92	14,356.62	14,621.92	14,621.92	14,621.92	14,621.92	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20
Impuestos	-	-	-	-	4,909.05	4,737.69	4,825.23	4,825.23	4,825.23	4,825.23	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98
Utilidad neta	-	-	-	-	9,966.87	9,618.94	9,796.69	9,796.69	9,796.69	9,796.69	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23
Inversiones (CAPEX)	-	4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros		4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06														
Capex valores del periodo 0	-	3,666.07	11,824.17	22,739.12	4,830.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capex acumulado al periodo 0	43,060.23																		

FLUJO DE CAJA	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026
+ Utilidad antes de impuestos e intereses (EBIT)	-	-	-	-	14,875.92	14,356.62	14,621.92	14,621.92	14,621.92	14,621.92	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20
+ Gastos no efectivos (Total deducciones fiscales)	-	-	-	-	3,323.38	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05
EBITDA	-	-	-	-	18,199.30	18,170.67	18,435.97	18,435.97	18,435.97	18,435.97	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25
- Impuestos operativos	-	-	-	-	4,909.05	4,737.69	4,825.23	4,825.23	4,825.23	4,825.23	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98
- CAPEX	-	4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- KTNO																			
Beneficio Tributario Activos Fijos		-	403.23	1,444.89	3,087.10	728.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beneficio Tributario IVA Equipos importados			608.00	756.16	235.84														
FLUJO DE CAJA LIBRE DEL PROYECTO	-	- 4,073.00	- 13,583.60	- 28,981.80	9,253.12	14,161.63	13,610.74	13,610.74	13,610.74	13,610.74	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27
FLUJO DE CAJA LIBRE EN VALORES DEL PERIODO 0	-	- 3,666.07	- 11,004.92	- 21,134.07	6,073.40	8,366.49	7,237.64	6,514.53	5,863.66	5,277.83	5,967.76	5,371.53	4,834.86	4,351.81	3,917.02	3,525.67	3,173.42	2,856.36	2,570.98

VPN	**49,493.68**
TIRM	**0.16**
VALOR PRESENTE DE LA INVERSIÓN	**53,150.14**
EFICIENCIA SOBRE LA INVERSIÓN	**0.93**

TIR	**0.25**

TABLA N°5. EVALUACIÓN FINANCIERA CON VARIACIONES D EL TMR

ECOPETROL S.A
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS
FORMATO EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS OPCIONES DE NEGOCIO

Flujo de Caja Libre, Caso Base KUSD

Tasa de descuanto WAAC	11.1%	Tasa de reinversión		11.1%																
Beneficio Tributario	30.0%																			
Tasa de impuestos	33.0%																			
Año	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026
Periodo	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precios de PGR (US$/bl)		-	42.91	41.09	40.63	45.56	45.89	45.89	45.89	45.89	52.52	52.52	52.52	52.52	52.52	52.52	52.52	52.52	52.52
Volumenes KBA					786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15
Ingresos		**-**	**-**	**-**	**31,939.48**	**35,814.82**	**36,080.11**	**36,080.11**	**36,080.11**	**36,080.11**	**41,285.40**	**41,285.40**	**41,285.40**	**41,285.40**	**41,285.40**	**41,285.40**	**41,285.40**	**41,285.40**	**41,285.40**
Opex Totales	-	-	-	-	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69
Opex fijos (Materia Prima GLP)					23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53
Opex Fijos (Ahorros Personal)					- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84
Total costos	-	-	-	-	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69
Margen Operativo (Utilidad Operativa)	-	-	-	-	8,829.79	12,705.13	12,970.42	12,970.42	12,970.42	12,970.42	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70
Depreciación 2009		-	-	-	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53
Depreciación 2010			-	-	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99
Depreciación 2011				-	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86
Depreciación 2012						490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67
Depreciación 2013							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amortizaciones																			
Total deducciones fiscales	-	-	-	-	3,323.38	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05
Utilidad antes de impuestos e intereses (EBIT)	-	-	-	-	5,506.41	8,891.08	9,156.37	9,156.37	9,156.37	9,156.37	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66
Impuestos	-	-	-	-	1,817.12	2,934.06	3,021.60	3,021.60	3,021.60	3,021.60	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35
Utilidad neta	-	-	-	-	3,689.30	5,957.02	6,134.77	6,134.77	6,134.77	6,134.77	9,622.31	9,622.31	9,622.31	9,622.31	9,622.31	9,622.31	9,622.31	9,622.31	9,622.31
Inversiones (CAPEX)	-	4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipos																			
Mano de Obra																			
Materiales																			
Otros		4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06														
Capex valores del periodo 0	-	3,666.07	11,824.17	22,739.12	4,830.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capex acumulado al periodo 0	43,060.23																		

FLUJO DE CAJA	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026
+ Utilidad antes de impuestos e intereses (EBIT)	-	-	-	-	5,506.41	8,891.08	9,156.37	9,156.37	9,156.37	9,156.37	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66	14,361.66
+ Gastos no efectivos (Total deducciones fiscales)	-	-	-	-	3,323.38	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05
EBITDA	-	-	-	-	8,829.79	12,705.13	12,970.42	12,970.42	12,970.42	12,970.42	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70	18,175.70
- Impuestos operativos	-	-	-	-	1,817.12	2,934.06	3,021.60	3,021.60	3,021.60	3,021.60	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35	4,739.35
- CAPEX	-	4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- KTNO																			
Beneficio Tributario Activos Fijos		-	403.23	1,444.89	3,087.10	728.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beneficio Tributario IVA Equipos importados			608.00	756.16	235.84														
FLUJO DE CAJA LIBRE DEL PROYECTO	-	- 4,073.00	- 13,583.60	- 28,981.80	2,975.55	10,499.72	9,948.82	9,948.82	9,948.82	9,948.82	13,436.36	13,436.36	13,436.36	13,436.36	13,436.36	13,436.36	13,436.36	13,436.36	13,436.36
FLUJO DE CAJA LIBRE EN VALORES DEL PERIODO 0	-	- 3,666.07	- 11,004.92	- 21,134.07	1,953.04	6,203.08	5,290.38	4,761.82	4,286.07	3,857.85	4,689.66	4,221.11	3,799.38	3,419.79	3,078.11	2,770.58	2,493.77	2,244.62	2,020.36

VPN	**23,803.34**
TIRM	**0.14**
VALOR PRESENTE DE LA INVERSIÓN	**53,150.14**
EFICIENCIA SOBRE LA INVERSIÓN	**0.45**

TIR	**0.18**

TABLA N°6. EVALUACIÓN FINANCIERA CON VARIACIONES E N LOS PRECIOS DEL PGR

ECOPETROL S.A
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS
FORMATO EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS OPCIONES DE NEGOCIO

Flujo de Caja Libre, Caso Base KUSD

Tasa de descuanto WAAC	12.2%	Tasa de reinversión		12.2%															
Beneficio Tributario	30.0%																		
Tasa de impuestos	33.0%																		
Año	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026
Periodo	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precios de PGR (US$/bl)		-	54.82	53.00	52.55	52.51	52.85	52.85	52.85	52.85	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47	59.47
Volumenes KBA					786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15	786.15
Ingresos		**-**	**-**	**-**	**41,308.99**	**41,280.36**	**41,545.66**	**41,545.66**	**41,545.66**	**41,545.66**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**	**46,750.94**
Opex Totales	-	-	-	-	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69
Opex fijos (Materia Prima GLP)					23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53	23,223.53
Opex Fijos (Ahorros Personal)					- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84	- 113.84
Total costos	-	-	-	-	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69	23,109.69
Margen Operativo (Utilidad Operativa)	-	-	-	-	18,199.30	18,170.67	18,435.97	18,435.97	18,435.97	18,435.97	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25
Depreciación 2009		-	-	-	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53	271.53
Depreciación 2010			-	-	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99	972.99
Depreciación 2011				-	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86	2,078.86
Depreciación 2012						490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67	490.67
Depreciación 2013							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amortizaciones																			
Total deducciones fiscales	-	-	-	-	3,323.38	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05
Utilidad antes de impuestos e intereses (EBIT)	-	-	-	-	14,875.92	14,356.62	14,621.92	14,621.92	14,621.92	14,621.92	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20
Impuestos	-	-	-	-	4,909.05	4,737.69	4,825.23	4,825.23	4,825.23	4,825.23	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98
Utilidad neta	-	-	-	-	9,966.87	9,618.94	9,796.69	9,796.69	9,796.69	9,796.69	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23	13,284.23
Inversiones (CAPEX)	-	4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipos																			
Mano de Obra																			
Materiales																			
Otros		4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06														
Capex valores del periodo 0	-	3,630.12	11,593.46	22,076.85	4,644.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capex acumulado al periodo 0	41,944.64																		

FLUJO DE CAJA	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026
+ Utilidad antes de impuestos e intereses (EBIT)	-	-	-	-	14,875.92	14,356.62	14,621.92	14,621.92	14,621.92	14,621.92	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20	19,827.20
+ Gastos no efectivos (Total deducciones fiscales)	-	-	-	-	3,323.38	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05	3,814.05
EBITDA	-	-	-	-	18,199.30	18,170.67	18,435.97	18,435.97	18,435.97	18,435.97	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25	23,641.25
- Impuestos operativos	-	-	-	-	4,909.05	4,737.69	4,825.23	4,825.23	4,825.23	4,825.23	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98	6,542.98
- CAPEX	-	4,073.00	14,594.83	31,182.85	7,360.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- KTNO																			
Beneficio Tributario Activos Fijos		-	403.23	1,444.89	3,087.10	728.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beneficio Tributario IVA Equipos importados			608.00	756.16	235.84														
FLUJO DE CAJA LIBRE DEL PROYECTO	-	- 4,073.00	- 13,583.60	- 28,981.80	9,253.12	14,161.63	13,610.74	13,610.74	13,610.74	13,610.74	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27	17,098.27
FLUJO DE CAJA LIBRE EN VALORES DEL PERIODO 0	-	- 3,630.12	- 10,790.19	- 20,518.55	5,838.71	7,964.33	6,822.20	6,080.39	5,419.24	4,829.99	5,407.84	4,819.82	4,295.74	3,828.65	3,412.34	3,041.30	2,710.61	2,415.87	2,153.18

VPN	**42,929.63**
TIRM	**0.17**
VALOR PRESENTE DE LA INVERSIÓN	**52,803.43**
EFICIENCIA SOBRE LA INVERSIÓN	**0.81**

TIR	**0.25**

7. GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en el proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto.

Para realizar la identificación, seguimiento y control de los riesgos en las diferentes etapas del Proyecto se estructura un PLAN DE ADMINISTRACION DE RIESGOS de manera que se asegure el cumplimiento de los planes de Tratamiento de los riesgos identificados previamente y que se prevé su posible desarrollo durante el ciclo de vida del proyecto, con el fin de garantizar que estos riesgos no generen altos impactos negativos al cumplimiento de los objetivos en este proyecto.

7.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

El proceso de identificación de riesgos realiza la priorización de los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos. Para tal fin se desarrolló el taller de Riesgo Semi-Cuantitativo. Con el objetivo de generar un Plan de Tratamiento a los Riegos Valorados como M (Medio), H (Alto) y Muy Alto (VH) se identificaron los riesgos que se puedan presentar en el proyecto en las siguientes categorías:

TABLA N°7. CATEGORIAS DE RIESGOS

CATEGORÍA	
1	Compras y Contratación
2	Técnicos (Estudios e Ingenierías)
3	Ejecución y Montaje
4	Puesta en Marcha y Entrega
5	Logística y Transporte
6	HSE y Seguridad Física
7	Legislativo, Normativo, Contable y Tributario
8	Gerenciamiento del Proyecto
9	RSE
10	Otros

La valoración se realizó con base en la Matriz de Valoración de Riesgos RAM ajustada para proyectos, valorando como un producto la severidad de los riesgos por su probabilidad de ocurrencia.

Las anteriores categorías en las cuales se identifican los riesgos del proyecto se describen en la siguiente tabla:

TABLA N°8: DESCRIPCION DE CATEGORIAS

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Compras y Contratación	Riesgos asociados a las gestiones de Contratación y Compras (desde la gestión precontractual, su planeación hasta la entrega de los equipos). Incluyen entre otros temas selección de proveedores, reclamaciones, trámites en DAB, condiciones de entrega, planeación, recibo, trámites en la Importación y especificaciones de equipos o materiales comprados.
Técnicos (Estudios e ingenierías)	Riesgos asociados a la parte técnica de los proyectos por la planeación, ejecución y control de estudios que permitan seleccionar una tecnología, evaluar alternativas, definir alcances de temas especializados, pre-conceptualización técnica del proyecto, desarrollo de ingenierías conceptual, básica y detallada; ítems relativos a la complejidad tecnológica, e integralidad operacional de los nuevos sistemas diseñados.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Ejecución y Montaje	Riesgos asociados a los eventos que se puedan generar durante el desarrollo de todas las actividades de la ejecución, situaciones relacionadas con la construcción y el montaje que incluyen entre otros la disponibilidad de recursos (mano de obra, materiales, equipos y herramientas), solicitudes de controles de cambios, cumplimiento del cronograma y presupuesto de ejecución, factores climáticos.
Puesta en marcha y entrega.	Riesgos asociados a las etapas de alistamiento de los sistemas intervenidos, la puesta en marcha, estabilización de las plantas, estaciones, líneas ó equipos, cierre del proyecto y los entregables finales que permiten entregar la custodia del proyecto al cliente final; así como situaciones relacionadas con las prácticas de Pre y Comisionamiento, disponibilidad de personal calificado para la operación y confiabilidad de los sistemas.
Logística y Transporte	Riesgos asociados con el lugar donde se ejecutan los trabajos tales como la liberación de predios y acuerdo de servidumbres (Gestión Inmobiliaria), sistemas de comunicación, áreas destinadas para el Proyecto, construcción y/o adecuación de vías de acceso y la adaptación de espacio disponibles para los trabajos en el área, acceso, almacenamiento y/o transporte de los recursos (mano de obra, materiales, equipos y herramientas).
HSE y Seguridad Física.	Riesgos asociados con Seguridad Industrial, Física y Salud Ocupacional, el cumplimiento de la gestión ambiental y los impactos ambientales, cumplimiento de la normatividad interna de HSE, los impactos a la salud de las personas involucradas en el proyecto. (No incluye la gestión de licencias y/o permisos ambientales)
Legislativo, normativo, contable y tributario.	Riesgos asociados al cumplimiento, la modificación y/o creación de leyes, decretos, resoluciones, acuerdos, normas y regulaciones (de tipo contables, tributarias, gestión de licencias y permisos ambientales, ley SOX) y todo tipo de reglamentaciones, que se generan por parte de entidades externas a ECOPETROL; así como en procedimientos, normas o regulaciones dentro de ECOPETROL que puedan tener afectación sobre el proyecto. (No incluye normatividad HSE de ECP)
Gerenciamiento del Proyecto.	Riesgos asociados con las Gerencias del Proyecto (Gestión de Integración, Gestión del Alcance, Gestión de Tiempo, Gestión o Ingeniería de Costos, Gestión de Calidad, Gestión de Recurso Humano, Gestión de Comunicaciones (clientes, usuario final), Gestión de Riesgos y Gestión de Adquisiciones) estrategia de Financiación; independientemente si esta se realiza directamente o a través de un contratista.
RSE.	Riesgos relativos a las afectaciones a las comunidades intervenidas que puedan generarse a partir del desarrollo del proyecto así como a la adecuada aplicación de prácticas establecidas de Responsabilidad Social por ECP.
Otros.	Riesgos no incluidos en ninguna de las categorías anteriores.

7.2. VALORACION GLOBAL DEL RIESGO

Usando la matriz mostrada en la Figura 10, se hace la valoración de los riesgos del Proyecto, para este caso la valoración nos da:

Valoración Global RAM: (Muy Alto) VH

Figura N°10. Matriz RAM Aplicada A Proyectos.

ecopetrol	DIRECCIÓN DE RESPONSABILIDAD INTEGRAL	ECP-DRI-F-045	
	MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS - RAM	ACT: 2	1/1
		31 de Marzo de 2006	

Para mayor información sobre el uso y manejo de este formato consulte instructivo ECP-DRI-I-007

CONSECUENCIAS						PROBABILIDAD				
						A	B	C	D	E
Personas	Economica	Ambiental	Clientes	Imagen de la Empresa		No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento
Una o mas fatalidades	Catastrofica > $10M	Contaminación Irreparable	Veto como proveedor	Internacional	5	M	M	H	H	VH
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave $1M a $10M	Contaminación Mayor	Pérdida de participacion en el mercado	Nacional	4	L	M	M	H	H
Incapacidad temporal (>1 dia)	Severo $100k a $1M	Contaminación Localizada	Pérdida de clientes y/o desabastecimiento	Regional	3	N	L	M	M	H
Lesión menor (sin incapacidad)	Importante $10k a $100k	Efecto Menor	Quejas y/o reclamos	Local	2	N	N	L	L	M
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <$10k	Efecto Leve	Incumplir especificaciones	Interna	1	N	N	N	L	L
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	Ningún impacto	0	N	N	N	N	N

Conforme en la valoración y evaluación de los Riesgos se identificaron los mayores impactos así:

7.2.1. PERSONAS

El mayor impacto en personas se da en la categoría HSE Y SEGURIDAD FÍSICA, generada en accidentes de trabajo, por falencias en la constructibilidad, por inestabilidad del terreno y por ingenierías deficientes al proyectar excavaciones adyacentes a postes de media y baja tensión, generando el volcamiento de

equipos o maquinaria pesada y caída de postes de media y baja tensión, por posible explosión por manipulación y almacenamiento de gases inflamables.
Valoración 5-A = **RIESGO MEDIO M.**

7.2.2. ECONÓMICOS (COSTOS)

El mayor impacto en costos del proyecto se da por deficiencias en la estructuración de presupuestos oficiales por desconocimiento o desactualización de precios del mercado, que genera mala calidad del producto, desviación del presupuesto y posible negociación con sobrecostos al presupuesto del proyecto. Este también se puede ver afectado por deficiencias en la ingeniería que redundará en mala cuantificación de cantidades de obra.
Valoración 5-E = **RIESGO MUY ALTO VH**

7.2.3. AMBIENTAL

Montaje de sistemas con deficiencias en seguridad, por un Hazop mal valorado en las etapas de ingeniería, lo que genera sobrecostos y aumento de tiempo en el proyecto y retraso en la adecuación de obras civiles, por no contar con área de disposición de relleno.
Valoración 3–B = **RIESGO BAJO L**

7.2.4. IMAGEN Y CLIENTES

Retraso en la entrega de Ingeniería de detalle subcontratada, por selección inadecuada de la firma EPC, que puede generar impactos por calidad y tiempos del proyecto; por accidentes de trabajo.
Valoración 3-C = **RIESGO MEDIO M**

7.2.5. DAÑOS A INSTALACIONES

Accidentes de trabajo, por falencias en la constructibilidad, por inestabilidad del terreno y por ingenierías deficientes al proyectar excavaciones adyacentes a postes de media y baja tensión, generando el volcamiento de equipos o maquinaria pesada y caída de postes de media y baja tensión.

Valoración 5-A = **RIESGO MEDIO M**

7.2.6. TIEMPO

Solicitudes de controles de cambios, debido a falta de participación de los interesados en las fases tempranas, generando sobrecostos y retrasos en el proyecto; retraso en la entrega de las balas por bajo nivel del rio Magdalena ocasionando retraso en el montaje.

Valoración 5-E = **RIESGO MUY ALTO VH**

7.2.7. CALIDAD

Retraso en la entrega de Ingeniería de detalle subcontratada, por selección inadecuada y falta de experiencia de la firma EPC, que puede generar impactos por calidad y tiempos del proyecto.

Valoración 5-D **= RIESGO ALTO H**

7.3. RESULTADOS DEL TALLER DE RIESGOS

Para el proyecto se realizaron: un Análisis de Riesgos Semi-Cuantitativo con su plan de mitigación para diferentes categorías analizadas de acuerdo con la valoración RAM establecida y un Análisis Cuantitativo de Riesgos en donde se establecieron las contingencias a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto tomando como base los riesgos valorados como H y VH, de igual manera en la próxima revisión de la matriz se deben analizar los riesgos M que afecten la ruta critica del proyecto.

Como complemento al Análisis de Riesgos realizado, antes del inicio de la Ejecución de los trabajos se dará a conocer al contratista los Análisis Integrales de Riesgos de HSE, documento que contiene los Riesgos asociados a cada una de las áreas donde se ejecutaran las obras.

7.4. SEGUIMIENTO Y CONTROL

El líder del proyecto es el responsable de realizar un informe cada vez que se materialice un riesgo para garantizar el seguimiento y control de los riesgos existentes y la documentación de los nuevos riesgos, así como el cumplimiento de los planes de acción definidos para mitigarlos, con el fin verificar el nivel de efectividad de la gestión.

7.4.1. LÍDER DE RIESGOS

Se designó un funcionario de la gestión del proyecto como líder de Riesgos, quien realizará el seguimiento permanente a los Riesgos y comunicará al resto del equipo los cambios que se presenten.

7.4.2. HERRAMIENTAS

Para realizar esta actividad de seguimiento y control se hará uso del Formato para "Registro de riesgos, Evaluación semi-cuantitativa y Planes de tratamiento de riesgos en proyectos"

7.4.3. PERIODICIDAD

Los riesgos de más alta valoración (H y VH), serán revisados y controlados semanalmente, mientras que los riesgos de más baja valoración (M, L y N) serán estudiados mensualmente.

En el caso en que no se detecten riesgos de categoría VH o H, o el líder de proyecto considere de alto impacto los riesgos M, éstos pasarán a la categoría de más alta valoración y se examinarán en forma semanal.

Cuando en el desarrollo del proyecto aumente la probabilidad de ocurrencia de un riesgo, deberá cambiarse la valoración en la matriz RAM en el respectivo formato "Registro de riesgos, Evaluación semi-cuantitativa y Planes de tratamiento de riesgos en proyectos", y desarrollar el control y seguimiento del mismo según lo descrito.

7.4.4. ACTIVIDADES DURANTE EL SEGUIMIENTO Y CONTROL A LOS RIESGOS

La información de los riesgos se debe actualizar dentro del formato "Registro de riesgos, Evaluación semi-cuantitativa y Planes de tratamiento de riesgos en proyectos", diligenciando el estado del riesgo y el estado de la acción conforme a la descripción realizada en condiciones generales.

Dentro de la reunión de seguimiento y control mensual se debe asegurar que se revisen los siguientes puntos:

- Verificar la ejecución de los planes de tratamiento.
- Actualizar el estado del riesgo.
- Revalorar los riesgos planteados cuando se requiera.
- La identificación y valoración de nuevos riesgos.
- Identificar riesgos materializados y su impacto en el alcance, cronograma y presupuesto de ser posible.

8. CONCLUSIONES

- Al evaluar el Proyecto usando del factor del VPN, nos permite concluir que al obtener un valor positivo para el proyecto este se acepta porque los ingresos son mayores que los egresos. Dichos egresos superan los costos de oportunidad de las alternativas de inversión corroborando que el proyecto es rentable.
- Al hacer las interacciones de la TMR y el valor del PGR, se puede observar que esta afecta en gran medida la evaluación financiera, llegando a provocar cambios en las decisiones gerenciales sobre este proyecto.
- La ejecución del Proyecto presenta una rápida recuperación de la inversión debido que a partir del cuarto año se obtiene un flujo de caja positivo, lo que estaría garantizando un rápido retorno de la inversión.
- El análisis de sensibilidad muestra que la variación de los precios del producto tienen gran impacto en la rentabilidad del Proyecto. En caso de mantenerse la tendencia al alza de este producto, el Proyecto será cada vez más rentable.
- El Proyecto tiene beneficios adicionales en cuanto a la mejora de la confiabilidad y a la seguridad del sistema de almacenamiento, evitando posibles lesiones o inconvenientes en el futuro.
- Considerando los resultados obtenidos de la evaluación financiera, los beneficios a las personas, la mitigación de riesgos operacionales, optimización de instalaciones existentes, se reitera la viabilidad del proyecto.

9. BIBLIOGRAFIA

- Project Management Institute. “Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)” 4ª edición.
- Amorocho Cortez Enrique “Notas de Clase, Evaluación de Proyectos”, Universidad Autónoma de Bucaramanga
- Solano Ruiz Jaime Humberto. “Fundamento de matemáticas financieras”
- Solano Arnaldo. “Notas de Clase, Gerencia Financiera” Universidad Autónoma de Bucaramanga

ANEXO N°1.

CUADRO DE DISTANCIAS

Distancias mínimas de seguridad expresadas en metros

S: desde orificios

S1: desde paredes

Clasificación Volumen V	Instalaciones de superficie:												Instalaciones enterradas:			
	A – 0 V □ 5		A – 1 5 < V □ 10		A – 2 10 < V □ 20		A – 3 20 < V □ 100		A – 4 100 < V □ 500		A – 5 500 < V □ 2000		E – 0 V □ 5	E – 1 5 < V □ 10	E – 2 10 < V □ 100	E – 3 100 < V □ 2000
	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S	S	S
Referencia 1		0,60		0,60		1,00		1,00		1,00		2,00	0,8	0,8	0,8	0,8
Referencia 2		1,25		1,25		1,25		3,00		5,00		15,00	1,5	2,5	5,0	7,5
Referencia 3		0,60		0,60		1,00		5,00		5,00		10,00	0,8	1,0	2,5	5,0
Referencia 4	3	2,00	5	3,00	7,5	5,00	10	7,50	15	10,00	30	20,0	3,0	4,0	5,0	10,0
Referencia 5	6		10		15,0		20		30		60		6,0	8,0	10,0	20,0
Referencia 6										3						

Referencia1: Espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno del depósito.

Referencia2: Distancia al cerramiento.

Referencia3: Distancia a muros o paredes ciegas (RF-120).

Referencia4: Distancias a límites de propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, equipos eléctricos no protegidos, sótanos, alcantarillas y desagües.

Referencia5: Distancias a edificios de uso docente, de uso sanitario, de hospedaje, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de acuartelamientos, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de Servicios. (Bocas de almacenamiento y puntos de distribución.)

Referencia6: Distancia de la boca de carga a la cisterna de trasvase.