

**PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS  
INTERNOS Y DE ENTORNO PARA UNA EMPRESA DE SERVICIOS  
PETROLEROS -PETROCHEM QUE OPERA EN EL CAMPO CAÑO LIMÓN**

**ALEJANDRO OLMOS TÉLLEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS  
BUCARAMANGA**

**2012**

**PROPUESTA DE UNA PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS  
INTERNOS Y DE ENTORNO PARA UNA EMPRESA DE SERVICIOS  
PETROLEROS -PETROCHEM QUE OPERA EN EL CAMPO CAÑO LIMÓN**

**ALEJANDRO OLMOS TÉLLEZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS**

**DIRECTOR:**

**OSCAR BRAVO MENDOZA**

**ING. PETRÓLEOS- MBA FINANZAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS  
BUCARAMANGA**

**2012**

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>16</b>
<b>1. OBJETIVOS.</b>	<b>17</b>
1.1. Objetivo General.	17
1.2. Objetivos Específicos.	17
<b>2. MARCO TEÓRICO.</b>	<b>18</b>
<b>3. EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EMPRESA PETROCHEM SIN INCERTIDUMBRE.</b>	<b>20</b>
3.1. Información de la empresa Petrochem.	20
3.1.1. Política de sostenibilidad de Petrochem.	20
3.1.2. Productos y servicios que ofrece Petrochem en el campo Petrolero Caño Limón según contrato actual con Occidental de Colombia.	23
3.1.2.1. Distribución, utilización y costo de rompedor directo.	23
3.1.2.2. Distribución, utilización y costo de inhibidor de corrosión.	26
3.1.2.3. Distribución, utilización y costo de inhibidor incrustaciones.	29
3.1.2.4. Distribución, utilización y costo de inhibidor antiespumante.	31
3.1.2.5. Distribución, utilización y costo de clarificante.	34
3.1.2.6. Distribución, utilización y costo secuestrante de oxígeno.	37
3.2. Pronóstico de la producción en el campo petrolero Caño Limón Según registros de años anteriores.	38

3.2.1. Pronóstico de la producción de crudo para el campo petrolero Caño Limón.	38
3.2.2. Pronóstico de la producción de agua para el campo petrolero Caño Limón.	40
3.3. Pronóstico del consumo de productos químicos suministrados por Petrochem en el campo petrolero Caño Limón.	41
3.4. Ingresos Totales anuales de la empresa Petrochem con el suministro de productos químicos en el campo petrolero Caño Limón.	43
3.5. Costos de operación anuales de la empresa Petrochem por suministro de productos químicos en el campo petrolero Caño Limón.	44
3.5.1. Costos de mano de obra calificada.	45
3.5.2. Costos de contratos de alquiler de camionetas y vehículos.	46
3.5.3. Costos de relaciones con la comunidad (Responsabilidad Social Corporativa).	47
3.5.4. Costos de compra de productos químicos para el suministro en el campo petrolero de Caño Limón.	47
3.5.5. Otros costos y gastos (Telecomunicación, alojamiento, Alimentación y misceláneos).	48
3.6. Costos de inversión inicial de la empresa Petrochem.	51
3.7. Costos de abandono de facilidades para dosificación de productos químicos.	53
3.8. Flujos de caja de la empresa Petrochem.	53

<b>4. EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EMPRESA</b>	
<b>PETROCHEM INCORPORANDO INCERTIDUMBRE.</b>	<b>57</b>
4.1. Identificación y clasificación de los riesgos.	57
4.2. Categorización dentro de la matriz de riesgos.	58
4.3. Diagramas de causa efecto.	59
4.4. Diagrama de causa- efecto integrado.	59
4.5. Planes de mitigación de causas comunes para los riesgos.	60
4.6. Calculo de la perdida esperada para los riesgos de alta criticidad de la empresa Petrochem.	64
4.7. Análisis de sensibilidad.	68
4.8. Análisis de tornado y diagrama de araña.	71
4.9. Curva de distribución del valor presente neto y pérdida esperada.	72
4.9.1. Curva de distribución del valor presente neto.	72
4.9.2. Curva de distribución de la pérdida esperada.	74
<b>5. CONCLUSIONES.</b>	<b>77</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.</b>	<b>80</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>81</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>82</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. HMIS III ROMPEDOR DIRECTO SUMINISTRADO POR PETROCHEM.	24
FIGURA 2. EFECTO INHIBIDOR DE CORROSIÓN SOBRE LA TUBERIA.	27
FIGURA 3. EFECTO EN LA TUBERIA SIN/CON EMPLEO DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN.	27
FIGURA 4. HMIS III INHIBIDOR DE INCRUSTACIONES SUMINISTRADO POR PETROCHEM.	29
FIGURA 5. EFECTO DE INCRUSTACIONES EN LA TUBERÍA.	30
FIGURA 6. HMIS III ANTI ESPUMANTE SUMINISTRADO POR PETROCHEM.	32
FIGURA 7. PROCESO DE COAGULACIÓN DE PARTICULAS.	35
FIGURA 8. PROCESO DE FLOCULACIÓN DE PARTICULAS.	35
FIGURA 9. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA PETROCHEM.	45

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PRECIOS DE VENTA ACTUAL EN PRODUCTOS QUÍMICOS SUMINISTRADOS POR LA EMPRESA PETROCHEM.	43
TABLA 2. COSTOS DE ALQUILER DE VEHÍCULOS USADOS POR LA EMPRESA PETROCHEM.	47
TABLA 3. OTROS GASTOS DE OPERACIÓN DE LA EMPRESA PETROCHEM	50
TABLA 4. COSTOS DE INVERSIÓN INICIAL DE LA EMPRESA PETROCHEM.	51
TABLA 5. MÉTODO DE DEPRECIACIÓN LINEAL PARA BOMBAS Y SKID DE INYECCIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS.	52
TABLA 6. PLANES DE MITIGACIÓN PROPUESTOS PARA MINIMIZAR LAS CAUSAS COMUNES EN LOS RIESGOS DE ALTA CRITICIDAD.	61
TABLA 7. CÁLCULO DE VPN AJUSTADO CON EL VALOR DE LA PÉRDIDA ESPERADA PARA UN ESCENARIO DE RIESGO ALTO.	65
TABLA 8. CÁLCULO DE VPN AJUSTADO CON EL VALOR DE LA PÉRDIDA ESPERADA PARA UN ESCENARIO DE RIESGO MEDIO.	66
TABLA 9. CÁLCULO DE VPN AJUSTADO CON EL VALOR DE LA PÉRDIDA ESPERADA PARA UN ESCENARIO DE RIESGO BAJO.	67
TABLA 10. ESTADÍSTICAS DE SIMULACIÓN DE CRYSTAL BALL	

PARA EL VPN.	73
TABLA 11. ESTADÍSTICAS DE SIMULACIÓN DE CRYSTAL BALL PARA LA PÉRDIDA ESPERADA.	75
TABLA 12. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL CRUDO CAÑO LIMÓN.	82
TABLA 13. CÁLCULO PARA COSTOS DE MANO DE OBRA EN PETROCHEM.	83
TABLA 14. COSTOS DE MANO DE OBRA DE LA EMPRESA PETROCHEM.	84
TABLA 15. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA EMPRESA PETROCHEM.	86
TABLA 16. CAUSAS COMUNES DE RIESGOS CRÍTICOS	99

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN DE CRUDO EN CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN.	39
GRÁFICO 2. PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN DE AGUA EN CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN.	40
GRÁFICO 3. CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA FASE CRUDO PARA EL CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN.	41
GRÁFICO 4. CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA FASE AGUA PARA EL CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN.	42
GRÁFICO 5. PROYECCIÓN PRECIOS DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS SUMINISTRADOS POR PETROCHEM.	44
GRÁFICO 6. VALOR PRESENTE NETO VS TASA INTERNA DE RETORNO.	55
GRÁFICO 7. FLUJOS DE CAJA PETROCHEM VS TIEMPO.	56
GRÁFICO 8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL VPN.	68
GRÁFICO 9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA PÉRDIDA ESPERADA.	69
GRÁFICO 10. CURVA DE DISTRIBUCIÓN PARA EL VALOR PRESENTE NETO.	72
GRÁFICO 11. CURVA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PÉRDIDA ESPERADA.	74
GRÁFICO 12. ANÁLISIS DE TORNADO PARA EL VPN.	103
GRÁFICO 13. DIAGRAMA DE ARAÑA PARA EL VPN.	104

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CRUDO CAÑO LIMÓN.	82
ANEXO B. CALCULO DE COSTO DE MANO DE OBRA PETROCHEM.	83
ANEXO C. FLUJO DE CAJA DE LA EMPRESA PETROCHEM.	85
ANEXO D. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA EMPRESA PETROCHEM.	86
ANEXO E. CLASIFICACIÓN EN LA MATRIZ DE RIESGO.	89
ANEXO F. DIAGRAMAS DE CAUSA-EFECTO.	90
ANEXO G. DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO INTEGRADO.	99
ANEXO H. FLUJO DE CAJA CORREGIDO PARA LA EMPRESA PETROCHEM INCLUYENDO COSTOS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS.	102
ANEXO I. ANÁLISIS DE TORNADO.	103
ANEXO J. ANÁLISIS DE ARAÑA.	104

## RESUMEN

**TITULO<sup>1</sup>. PROPUESTA DE UNA PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS INTERNOS Y DE ENTORNO PARA UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS- PETROCHEM QUE OPERA EN EL CAMPO CAÑO LIMÓN.**

**AUTOR. ALEJANDRO OLMOS TÉLLEZ<sup>2</sup>**

**PALABRAS CLAVES. Riesgos financieros de entorno, Riesgos financieros internos, Evaluación de riesgos con incertidumbre, Perdida Esperada, Gestión de Riesgos.**

## DESCRIPCIÓN

El presente documento hace referencia a una propuesta de contingencia económica para la gestión integral de riesgos financieros y de entorno de la empresa Petrochem, que presta servicios de distribución en productos químicos en el campo petrolero de Caño Limón; donde se logró elaborar de manera práctica, efectiva y minimizando costos, un plan para incluir la mitigación de incertidumbres dentro de los flujos de caja de la empresa que actualmente no se incluyen en las políticas corporativas.

Basado en la recopilación y el análisis de información financiera suministrada por documentos y entrevistas realizadas a la Gerencia Comercial y Especialistas Químicos de la empresa, los resultados obtenidos fueron óptimos para el flujo de caja corregido que incluye el valor de mitigar las incertidumbres que afecten a corto, mediano y largo plazo a la empresa; en donde se destaca que el valor presente neto disminuyó de 49.18 Millones KUS\$ hasta 37.88 Millones KUS\$, la Tasa Interna de Retorno (461%) y el tiempo de repago (1 año) se mantienen constante y la Tasa Interna Retorno Medía disminuyó de 48% hasta 45%.

Se demuestra que posterior a la inclusión de los costos para mitigar riesgos en la empresa, la rentabilidad del negocio continua con un margen de utilidades alto y con la ventaja de estar preparada para cualquier eventualidad que atente contra su estabilidad económica y financiera; garantizando su estabilidad corporativa.

---

<sup>1</sup> Proyecto de Grado

<sup>2</sup> Facultad INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS- Escuela INGENIERIA DE PETROLEOS- Director OSCAR BRAVO MENDOZA

## ABSTRACT

**TITLE<sup>3</sup>. FINANCIAL AND EXTERNAL RISK MANAGEMENT AND INTERNAL PLAN FOR OIL SERVICES COMPANY PETROCHEN IN OIL FIEL LEMON CANON.**

**AUTHOR. ALEJANDRO OLMOS TÉLLEZ<sup>4</sup>**

**KEYWORDS: Financial and external risk, risk assessment uncertainty, Expected Loss, Risk Management.**

## DESCRIPTION

The present document refers to an economic contingency proposal for the comprehensive management of financial and external risks Petrochem's, which provides distribution services of chemical for Oil Field Caño Limón, where it was possible to develop a practical, effectively and minimizing costs, a plan for mitigation include in the cash flows of the company that are currently no included in the corporate policies.

Bases on the collection and analysis of financial information provided by documents and interviews with the Commercial Management and Chemical Specialists Company, the results were optimal for fixed cash flow that includes the value of mitigating the uncertainties affecting the short, medium and long term the company, which highlights that Net Present Value decreased from 49.18 million KUS\$ to 37.88 million KUS\$, the Internal Rate Return (148%) and the Time Payback (1 Year) are kept constant, and the Internal Rate Return decreased from 48% to 45%, for results that are good for the company's performance

We show that after the inclusion of the costs to mitigate risks in the company continued the profitability with a high profit margin and with the advantage of being prepared for any eventuality that threatens their economic and financial stability, ensuring its stability corporate.

---

<sup>3</sup> Graduation Project

<sup>4</sup> Faculty PHYSICOCHEMICAL ENGINEER- Petroleum Engineering-Director OSCAR BRAVO MENDOZA.

## INTRODUCCIÓN

La empresa que denominaremos “Petrochem”<sup>5</sup> se dedica a la prestación de servicios petroleros en el sector de suministro de productos químicos para el Campo de Caño Limón. Desde comienzos del 2009 presenta un descenso significativo en sus operaciones y una disminución notable en sus utilidades que la pueden conllevar a la quiebra económica a corto plazo.

Lo anterior se debe a: 1) factores financieros internos y externos como la caída del precio del petróleo y el declive del valor adquisitivo del dólar, que sumados a 2) una toma de decisiones de forma reactiva ante el surgimiento de nuevas variables económicas en el mercado del petróleo sin realizar un análisis previo (proactivo) de las diversas perspectivas petroleras y 3) a la falta de personal entrenado y especializado en la gestión integral de riesgos dentro de la empresa.

De continuar con esta situación, la empresa llegaría a un colapso económico ante situaciones de riesgo interno y de entorno que no fueron previstas y analizadas con anterioridad e igualmente puede desaprovechar las oportunidades y fortalezas que le ofrece su entorno.

Por lo tanto, se realizará un análisis de riesgos financieros internos y de entorno para la empresa “Petrochem” en base a estudios de flujos de caja con información suministrada por miembros de la empresa y se proyectará hasta el año 2018, con la finalidad de proponer acciones de mitigación ante una eventualidad que atente contra la estabilidad económica de la empresa.

---

<sup>5</sup> Recomendación sugerida por los Gerentes Comerciales de la empresa para salvaguardar la privacidad de la información suministrada.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General**

Proponer un plan de contingencia o gestión integral de riesgos financieros internos y de entorno fundamentado en principios de planeación estratégica que permita prevenir situaciones de declive económico en la empresa “Petrochem”.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las variables de riesgo financiero interno y de entorno que se presenten en la actualidad y a futuro en la empresa “Petrochem”.
- Realizar la prospectiva económica de la empresa para evaluar los diversos riesgos financieros y de entorno que se generen para los próximos 6 años.
- Proponer soluciones alternativas para solucionar un eventual déficit económico que presente la empresa “Petrochem” a futuro.

## 2. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan algunas definiciones básicas que contribuirán a comprender la temática de la monografía.

### Definiciones básicas<sup>6</sup>

- **Riesgo:** Es la ocurrencia de un evento que tendrá un impacto de amenaza u oportunidad sobre los objetivos de una empresa, proyecto o labor. Se mide en términos de consecuencias y probabilidades.
- **Riesgos financieros de entorno:** Son aquellos externos a los procedimientos internos de la compañía. Su ocurrencia puede ser esporádica, como sucede en el caso de una crisis financiera, o continua, cuando se consideran situaciones como cambios legales o regulatorios
- **Riesgos financieros internos:** Son riesgos de tipo operacional que se relacionan con alzas y bajas de precios, falta de liquidez, créditos bancarios o catástrofes que se encuentran por fuera del presupuesto de la empresa.
- **Gestión de riesgos:** Cultura, procesos y estructuras dirigidas hacia la administración efectiva de oportunidades potenciales e impactos adversos.
- **Amenaza:** Es la intención y capacidad de afectar adversamente un sistema, ocasionando daños y alteraciones.
- **Consecuencia o impacto:** Es el resultado de un evento expresado cualitativa o cuantitativamente como una pérdida, perjuicio, desventaja o ganancia. Podría incluir un rango de resultados posibles asociados al evento.

---

<sup>6</sup> Definiciones tomadas del libro Gestión Integral de Riesgos- Bravo Oscar y Sánchez Marleny-Tomo I-Tercera Edición- Editorial B&S-2009.

- **Evento:** Incidente o situación, que ocurre en un lugar particular durante un intervalo de tiempo específico.
- **Frecuencia:** Medida de las veces que sucede un evento, expresado como la cantidad de ocurrencias en un tiempo determinado.

### **Valorización de los riesgos**

- **Análisis Cualitativo:** Herramienta subjetiva que estandariza la evaluación de la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos facilitando su evaluación y posibilidad de priorizarlos.
- **Análisis de riesgos:** Proceso que permite determinar la frecuencia de ocurrencia de eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias.
- **Evaluación de riesgos:** Proceso utilizado para determinar las prioridades de administración de riesgos, comparando el grado de riesgo respecto de los niveles de tolerancia predeterminados.
- **Identificación de riesgos:** Proceso para determinar que puede suceder, los motivos, las causas y las consecuencias de la ocurrencia de una amenaza u oportunidad.
- **Nivel de riesgo:** Indica que tan crítico es un riesgo teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia y el impacto.
- **Mitigación:** Planeación y ejecución de medidas dirigidas a reducir o disminuir el riesgo.

### **3. EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EMPRESA PETROCHEM SIN INCERTIDUMBRES.**

#### **3.1. Información de la empresa “PETROCHEM”.**

Por solicitud realizada por la alta Gerencia de conservar el anonimato se denominará a la empresa “PETROCHEM”, radicada su sede en la Ciudad de Arauca (Arauca) cuyo objeto social consiste la venta, importación, exportación de productos químicos y prestación de servicios y asesoría en dosificación de productos químicos industriales para el Tratamiento Químico de aguas, crudo, corrosión e incrustaciones de tuberías en el sector petrolero nacional.

##### **3.1.1. Política de Sostenibilidad de Petrochem**

**Compromiso y Excelencia:** Petrochem se compromete a realizar una operación bajo los estándares de ética y sostenibilidad de todas sus actividades comerciales de acuerdo a su código de conducta empresarial y régimen de responsabilidad social en la región. La empresa se esfuerza por lograr una cultura empresarial de mejora continua, así como la mejora de la competitividad sostenible y el máximo rendimiento teniendo en cuenta las normas éticas de la empresa.

**Responsabilidad:** Petrochem contiene estrictos lineamientos de ética para el desarrollo sostenible, económico y ecológico, así como las buenas prácticas de negocios, en donde todos los empleados son educados y entrenados para asumir la responsabilidad de acuerdo con la función, el nivel de autoridad y de calificación. Adicionalmente la RSC Responsabilidad Social Corporativa es un componente integral de la filosofía de la empresa.

**Sistema de Gestión:** Petrochem se encuentra certificada estructuralmente con la norma ISO 9001 (Calidad), ISO 14001(Ambiental), OHSAS 18001(Seguridad Industrial y Salud Ocupacional), logrando mantener un alto nivel de calidad en todos los aspectos de sus actividades empresariales interrelacionadas con HSEQ, Responsabilidad Social y la sostenibilidad corporativa.

**Cumplimiento:** Petrochem se compromete estrictamente con el cumplimiento de las leyes, las normas internacionales, los reglamentos internos, el Código de Conducta como un requisito básico para todas las actividades que desarrolla. La empresa aprecia las iniciativas voluntarias y proporciona un apoyo adecuado para el desarrollo de las normas de HSE eficaz y eficiente.

**Seguridad y Medio Ambiente:** Uno de los objetivos más importantes de la empresa es la seguridad en las actividades desarrolladas y la protección de las personas y el medio ambiente como estándar aplicable para la totalidad del grupo de personal operativo, proveedores y distribuidores que comercializan con Petrochem.

**Riesgo y Manejo de Emergencias:** La evaluación integral de los riesgos relacionados las operaciones y productos son requisito indispensable para los procesos de negocio desarrollados por Petrochem. La organización se encuentra entrenada para asegurar una gestión integral y de respuesta a emergencia local y/ó regional.

**Innovación y Administración de Productos:** Los foco de la Innovación y el cliente son la clave para el negocio de Petrochem. La empresa se empeña por implementar nuevos productos y servicios para añadir valor agregado a sus clientes, acorde con el entorno petrolero. Los productos químicos suministrados por Petrochem se utilizan en su ciclo de vida de una manera segura para empleados, clientes, el público y el medio ambiente.

**Operación y procesos sostenibles:** Petrochem toma las iniciativas necesarias para reducir el impacto negativo en el medio ambiente y riesgos para la salud en los procesos de producción, almacenamiento, distribución y uso de productos, incluyendo la adecuada eliminación de los residuos y el uso eficiente de la energía; para continuar con la mejora de sus procesos y minimizar el impacto ambiental generado por el desarrollo de sus actividades.

**Gestión de Terceros:** Petrochem busca establecer relaciones mutuamente beneficiosas con sus proveedores y contratistas con el fin de apoyar sus servicios sobre la base de las normas internas de HSEQ, que incluyen la Responsabilidad Social Corporativa. La empresa estimula a sus proveedores y prestadores de servicios para adoptar normas comparables a las políticas de Petrochem.

**Comunicación:** Petrochem fomenta una cultura de comunicación proactiva y transparente como clave de relaciones de confianza, transparencia y responsabilidad empresarial. Todos los interesados son informados regularmente sobre las actividades, objetivos, desempeño operacional y HSEQ de la empresa. Adicionalmente, se manejan las expectativas y preocupaciones de sus grupos de interés de forma sistemática.

**Seguimiento y revisión:** Petrochem realiza seguimiento y revisión adecuada a todos los procesos del negocio, incluyendo asuntos de relevancia para los clientes de sus productos y servicios. La empresa revisa frecuentemente su proceso de calidad y sus indicadores de rendimiento como un componente integral de los procesos de sus negocios, sus prioridades y su planificación estratégica.

### **3.1.2 Productos y servicios que ofrece Petrochem en el campo petrolero Caño Limón según contrato actual con Occidental de Colombia.**

Los productos y los servicios de asesorías que ofrece la empresa Petrochem para la empresa Occidental de Colombia en el campo petrolero de Caño Limón se enuncian a continuación:

#### **3.1.2.1 Distribución, utilización y costo de rompedor directo.**

Los rompedores directos o desemulsificantes son compuestos que dosificados en pequeñas cantidades se dispersan en la emulsión conformadas de crudo y agua, actuando como desestabilizadores que modifican la tensión superficial entre partículas y dispersan los sólidos de la emulsión, permitiendo la formación de gotas más grandes en la fase acuosa que precipitan rápidamente, favoreciendo la separación de las fases crudo y agua.



El éxito para un adecuado tratamiento del petróleo emulsionado depende de:

- Adecuada dosificación del rompedor directo para la emulsión.
- Suficiente agitación para permitir una buena mezcla del químico con la emulsión.
- Suficiente tiempo para permitir el asentamiento del agua liberada.
- Adecuado manejo y separación de gas antes del asentamiento.

La ruptura de las emulsiones es uno de los requisitos más importantes para la producción óptima de petróleo y gas bajo especificaciones para ventas (Ver Anexo No. 1 especificaciones de crudo Caño Limón). El valor entregado por la aplicación los productos suministrados por Petrochem son:

- Exportación de petróleo seco.
- Formación rápida de la gota de agua.
- Optimización de control de procesos.
- Bajo contenido de sal en el crudo liviano.
- Buena calidad del agua en el efluente para su eliminación o re-inyección.
- Reducción / eliminación de emulsiones de alta viscosidad.
- Ayuda a controlar la contaminación del lodo de perforación.
- Contribuye con el cumplimiento de la normativa ambiental

**FIGURA 1. HMIS III ROMPEDOR DIRECTO SUMINISTRADO POR PETROCHEM**

<b>LA3139C</b>			
<b>2</b>	<b>SALUD</b>		
<b>3</b>	<b>INFLAMABILIDAD</b>		
<b>0</b>	<b>PELIGRO FÍSICO</b>		
<b>A</b>	<b>PELIGRO AMBIENTAL</b>		
<b>J</b>	<b>PROTECCIÓN PERSONAL</b>		
* Peligro crónico a la salud			

**Fuente.** MSDS, Hoja de Seguridad del Rompedor Directo LA3139C

## **Cálculo de costos rompedor directo suministrado por Petrochem<sup>7</sup>**

**Principal uso:** Rompedor de emulsión directa.

**Producto Base para dilución:** Solvente.

**Base de cálculo para dosis:** Se debe calcular la dosis teniendo en cuenta únicamente la cantidad de aceite o BOPD que circula por el sistema donde se aplica el producto.

Galones gastados anualmente de rompedores directo en el campo petrolero Caño Limón.

$$GRDA = \frac{PPM \times BOPA \times 365}{K} \quad (\text{Ecuación No. 1})$$

K

Donde:

GRDA = Galones Rompedor Directo Consumidos Anualmente

PPM = Dosis recomendada (para crudo Caño Limón promedio 4,5 ppm)

BOPA = Barriles de crudo producidos anualmente en Caño Limón

K = Constante 23810.

Ingresos anuales por suministro de rompedor directo en el campo petrolero Caño Limón. (Ecuaciones No. 2 y 3)

---

<sup>7</sup> Las correlaciones para calcular los consumos anuales de rompedor directo, inhibidor de corrosión, inhibidor de incrustaciones, clarificante y anti espumante fueron suministrados por el Ing. Alfonso Rachello que se desempeña como Ingeniero Especialista en la empresa "Petrochem".

**Precio de venta Galón Rompedor Directo actual: \$RD. (Variación anual)**

**Ingresos anuales RD = GRDA\* \$RD.**

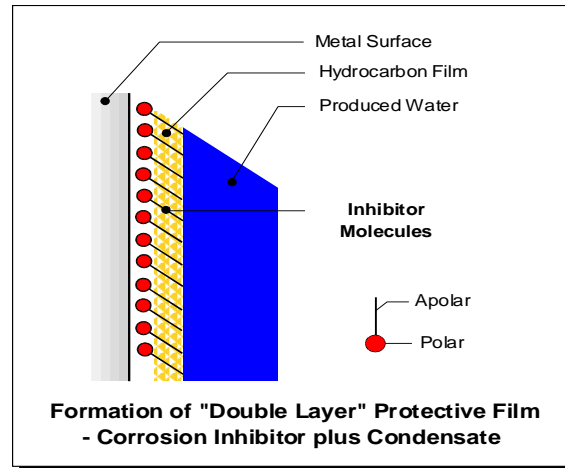
### **3.1.2.2 Distribución, utilización y costo de Inhibidor de Corrosión.**

La corrosión es definida como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, la salinidad del fluido en contacto con el metal y las propiedades de los metales en cuestión.

La producción de gas y de petróleo, en la mayoría de casos coexiste con la presencia de agua, que puede ser procedente de la formación, de la condensación, o del agua inyectada para recobrar mejorado. Con frecuencia, los fluidos de producción también contienen gases ácidos, tales como el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por su parte, el oxígeno suele ser un contaminante que aporta el agua usada para la inyección.

Los inhibidores de corrosión, son productos que actúan formando películas sobre la superficie metálica, tales como los molibdatos o fosfatos. Su función es proteger o de alguna manera aislar la superficie metálica para retardar la corrosión.

**FIGURA 2. EFECTO DEL INHIBIDOR DE CORROSIÓN SOBRE LA TUBERÍA**



**Fuente.** BILURBINA Luis. Corrosión y Protección

**FIGURA 3. EFECTO EN LA TUBERÍA SIN/CON EMPLEO DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN.**



**Fuente.** BILURBINA Luis. Corrosión y Protección

**Cálculo de costos Inhibidor de Corrosión suministrado por Petrochem.**

**Principal uso:** Evitar el deterioro en las líneas y equipos de la facilidad provocado por la corrosión producida por el agua procedente de la formación.

**Producto Base para dilución:** Agua.

**Base de cálculo para dosis:** Se debe calcular la dosis teniendo en cuenta únicamente la cantidad de agua o BWPD que circula por el sistema donde se está aplicando el producto.

Galones gastados anualmente de inhibidor de corrosión en el campo petrolero Caño Limón.

$$GICA = \frac{PPM \times BWPA \times 365}{K} \quad (\text{Ecuación No. 4})$$

Donde:

GICA = Galones Inhibidor de Corrosión Consumidos Anualmente

PPM = Dosis recomendada (Agua producción Caño Limón promedio 4,0 ppm)

BWPA = Barriles de agua producidos anualmente en Caño Limón

K = Constante 23810.

Ingresos anuales por suministro de inhibidor de corrosión en el campo petrolero Caño Limón. (Ecuaciones No. 5 y 6)

**Precio de venta Galón Inhibidor de Corrosión: \$IC. (Variación anual)**

$$\text{Ingresos anuales IC} = GICA \times \$IC.$$

### 3.1.2.3 Distribución, utilización y costo de Inhibidor de Incrustaciones.

Los inhibidores de incrustaciones impiden los depósitos de minerales y sales en las tuberías de los pozos y las líneas de flujo de la facilidad formando una película en las paredes internas de la tubería y haciendo que el flujo se desplace sin obstáculos, para maximizar el volumen de producción.

Los inhibidores actúan en un proceso de umbral que requiere sólo una pequeña cantidad de moléculas inhibitoras del crecimiento. Al contrario que con los costosos e ineficientes métodos de quelación, los volúmenes químicos se reducen y permiten una mejor economía de tratamiento.

**FIGURA 4. HMIS III INHIBIDOR DE INCRUTRACIONES SUMINISTRADO POR PETROCHEM**

EC6090A		
2	SALUD	
0	INFLAMABILIDAD	
0	PELIGRO FÍSICO	
0	PELIGRO AMBIENTAL	
J	PROTECCIÓN PERSONAL	
* Peligro crónico a la salud		

**Fuente.** MSDS, Hoja de Seguridad del Inhibidor de Corrosión EC6090A

En la mayoría de las aplicaciones de inhibidor de incrustaciones las bajas tasas de dosis sirven para tratar con efectividad el problema de las incrustaciones. Cuando el problema causado por los depósitos adheridos, particularmente de BaSO<sub>4</sub>, es serio, las tasas de dosis pueden aumentarse fácilmente según se requiera, en

virtud de la formulación y de la especificidad del inhibidor para un determinado tipo de incrustación.

### **FIGURA 5. EFECTO DE LAS INCRUSTACIONES EN LA TUBERÍA**



**Fuente.** RIGOLA Miguel. Tratamiento de Aguas industriales

#### **Cálculo de costos Inhibidor de Incrustaciones suministrado por Petrochem.**

**Principal uso:** Evitar la formación de incrustaciones o quelatos en las líneas y equipos de la facilidad.

**Producto Base para dilución:** Agua.

**Base de cálculo para dosis:** Se debe calcular la dosis teniendo en cuenta únicamente la cantidad de agua o BWPD que circula por el sistema donde aplica el producto.

Galones gastados anualmente de inhibidor de incrustaciones en el campo petrolero Caño Limón.

$$GIIA = \frac{PPM \times BWPA \times 365}{K} \quad (\text{Ecuación No. 7})$$

K

Dónde:

GIIA = Galones Inhibidor de Incrustaciones Consumidos Anualmente

PPM = Dosis recomendada (Agua producción Caño Limón promedio 2,5 ppm)

BWPA = Barriles de agua producidos anualmente en Caño Limón

K = Constante 23810.

Ingresos anuales por suministro de inhibidor de incrustaciones en el campo petrolero Caño Limón. (Ecuaciones No. 8 y 9)

**Precio de venta Galón Inhibidor de Incrustaciones: \$II. (Variación anual)**

**Ingresos anuales II = GIIA\* \$II.**

#### **3.1.2.4 Distribución, utilización y costo de Anti espumante.**

La espuma es la dispersión de un volumen grande de gas en un volumen de líquido relativamente pequeño.

Cuando el volumen de líquido es mayor que el volumen de gas, se llama una emulsión de gas al sistema. En una emulsión de gas, las burbujas de gas son esféricas, y su interacción superficial es débil. Adicionalmente, se debe destacar que los líquidos puros no producen espuma.

La estabilidad de la espuma requiere tres factores: un líquido, un gas, y un agente que estabiliza espuma. Al quitar cualquiera de estas tres condiciones, la espuma se derrumbará.

Los Anti-espumantes son sustancias químicas, que cuando se añaden a un sistema de crudo y gas, se orientará en la superficie y romperá la película que estabiliza la espuma. Los productos anti-espumante Generalmente son de baja tensión superficial, alta actividad superficial y de gran poder de extensión.

**FIGURA 6. HMIS III ANTI ESPUMANTE SUMINISTRADO POR PETROCHEM**

EC 9059 A	
2	SALUD
1	INFLAMABILIDAD
0	PELIGRO FÍSICO
0	PELIGRO AMBIENTAL
H	PROTECCIÓN PERSONAL
* Peligro crónico a la salud	

**Fuente.** MSDS, Hoja de Seguridad del Antiespumante EC 9059

Para ser eficaz, las sustancias químicas de antiespumante deben encontrar los siguientes criterios:

- La solubilidad de los productos de control de espuma en un medio espumante debe ser baja. Si la sustancia química es soluble, la tendencia espumante del fluido puede aumentar.
- El antiespumante debe ser fácilmente dispersable en el sistema espumante. y será más eficaz en el control del problema espumante.
- El antiespumante no debe reaccionar con el líquido en contacto.
- El antiespumante debe tener la capacidad de orientación superficial para asegurar la distribución total en la interface de gas líquido donde este puede hacer su trabajo de romper las membranas líquidas que atrapan el gas.

**Cálculo de costos Anti espumante suministrado por Petrochem.**

**Principal uso:** Evitar la formación de espuma en los tanques mejorando la medición y el control de los fluidos.

**Producto Base para dilución:** Solvente.

**Base de cálculo para dosis:** Se debe calcular la dosis teniendo en cuenta únicamente la cantidad de aceite o BOPD que circula por el sistema donde se esta aplicando el producto.

Galones gastados anualmente de Anti Espumante en el campo petrolero Caño Limón.

$$GAEA = \frac{PPM \times BOPA \times 365}{K} \quad (\text{Ecuación No. 10})$$

K

Donde:

GAEA = Galones Anti Espumante Consumidos Anualmente

PPM = Dosis recomendada (Agua producción Caño Limón promedio 2,3 ppm)

BOPA = Barriles de crudo producidos anualmente en Caño Limón

K = Constante 23810.

Ingresos anuales por suministro de anti espumante en el campo petrolero Caño Limón. (Ecuaciones No. 11 y 12)

**Precio de venta Galón Anti Espumante: \$AE. (Variación anual)**

**Ingresos anuales AE = GAEA\* \$AE.**

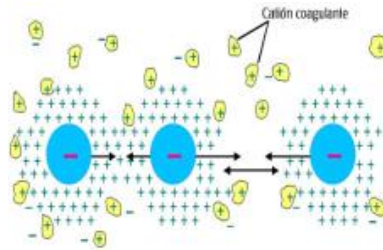
#### **3.1.2.5. Distribución, utilización y costo de clarificante.**

Las operaciones de yacimientos deben atender muchas consideraciones ambientales y operativas relacionadas con el agua de producción, con la inyección de agua y con la disposición del agua en subsuperficie:

**Inyección de agua y disposición en subsuperficie.** El uso de agua de buena calidad aumenta la vida del reservorio, ayuda a mantener la inyektividad y reduce los costos de disposición para las operaciones de inundación artificial y la disposición de agua en subsuperficie, método de recobro mejorado aplicado en el campo petrolero Caño Limón.

**La coagulación:** es el proceso de reunir pequeñas gotas de aceite haciéndolas coalescer en grandes gotas mediante la adición en el agua de un producto capaz de neutralizar la carga de los coloides, generalmente electronegativos presentes en el agua, induciendo la formación de flóculos precipitables, mediante los cambios físico-químicos que tiene lugar entre el coagulante soluble y la alcalinidad.

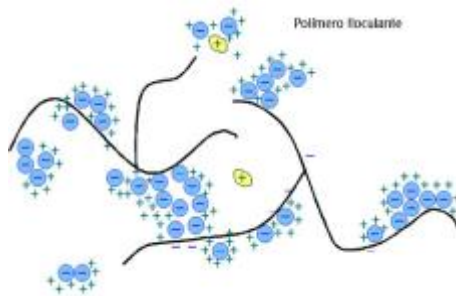
## FIGURA 7. PROCESO DE COAGULACIÓN DE PARTICULAS



**Fuente.** RIGOLA Miguel. Tratamiento de Aguas industriales

**La floculación:** es el proceso de agitación suave y continuo mediante el cual las partículas suspendidas se aglomeran formando flóculos más grandes de manera que se puedan remover del agua en los procesos de tratamiento subsecuentes como la sedimentación.

## FIGURA 8. PROCESO DE FLOCULACIÓN DE PARTICULAS



**Fuente.** RIGOLA Miguel. Tratamiento de Aguas industriales

**Cálculo de costos Clarificante suministrado por Petrochem.**

**Principal uso:** Clarificar el agua, reduciendo el arrastre de partículas de aceite hacia la disposición final.

**Producto Base para dilución:** Agua.

**Base de cálculo para dosis:** Se debe calcular la dosis teniendo en cuenta únicamente la cantidad de agua o BWPD que circula por el sistema donde se esta aplicando el producto.

Galones gastados anualmente de Clarificante en el campo petrolero Caño Limón.

$$GCA = \frac{PPM \times BWPA \times 365}{K} \quad (\text{Ecuación No. 13})$$

K

Donde:

GCA = Galones Clarificante Consumidos Anualmente

PPM = Dosis recomendada (Agua producción Caño Limón promedio 3,2 ppm)

BWPA = Barriles de agua producidos anualmente en Caño Limón

K= Constante 23810.

Ingresos anuales por suministro de Clarificante en el campo petrolero Caño Limón.  
(Ecuaciones No. 14 y 15)

**Precio de venta Galón Clarificante: \$C. (Variación anual)**

**Ingresos anuales C = GCA\* \$C.**

### 3.1.2.6. Distribución, utilización y costo de secuestrante de oxígeno

**Principal uso:** Secuestra las moléculas de oxígeno contenidas en el agua.

**Producto Base para dilución:** Agua.

**Base de cálculo para dosis:** Se debe calcular la dosis teniendo en cuenta únicamente la cantidad de agua o BWPD que circula por el sistema donde se aplica el producto.

Formula:

$$GPD = \frac{PPM \times BWPD}{K} \quad (\text{Ecuación No. 16})$$

Donde:

GPD = Galones de producto a aplicar.

PPM = Dosis recomendada por tratamiento químico.

BWPD = Barriles de agua por día.

K= Constante 23810.

***Nota: En algunos campos se tiene en cuenta la aplicación según las ppm de Oxígeno disuelto en el agua a tratar. No aplica para el fluido de Caño Limón por las altas temperaturas presentes (190°F). Por lo tanto, los ingresos anuales por suministro de secuestrante de oxígeno en el campo petrolero Caño Limón son nulos.***

### **3.2. Pronóstico de la producción en el campo petrolero Caño Limón según registros de años anteriores.**

Con la finalidad de proyectar el flujo de caja para los próximos 6 años de la empresa Petrochem, se pronosticó la producción de crudo y agua del campo petrolero Caño Limón de la siguiente forma:

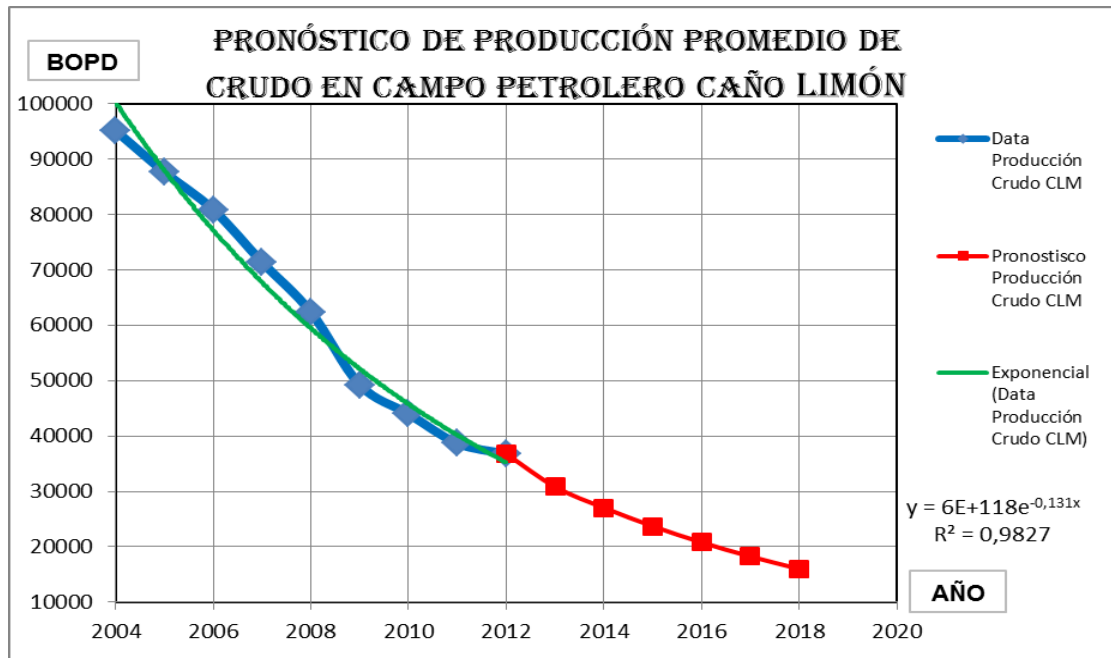
#### **3.2.2. Pronóstico de la producción de crudo para el campo petrolero Caño Limón.**

Basado en los datos de producción promedio desde el año 2004 hasta lo corrido del año 2012 para el campo petrolero Caño Limón<sup>8</sup>, se realizó una interpolación empleando una correlación exponencial, la cual representa el comportamiento mas adecuado de la data registrada como se muestra a continuación.

---

<sup>8</sup> Información obtenida de los reportes de producción diario del campo petrolero Caño Limón y suministrada por el Operador Senior Euclides Vesga- perteneciente a la empresa Occidental de Colombia.

**GRÁFICO 1. PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN DE CRUDO EN CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN.**



**Fuente.** OCCIDENTAL DE COLOMBIA, Histórico de reportes de producción para el campo petrolero Caño Limón.

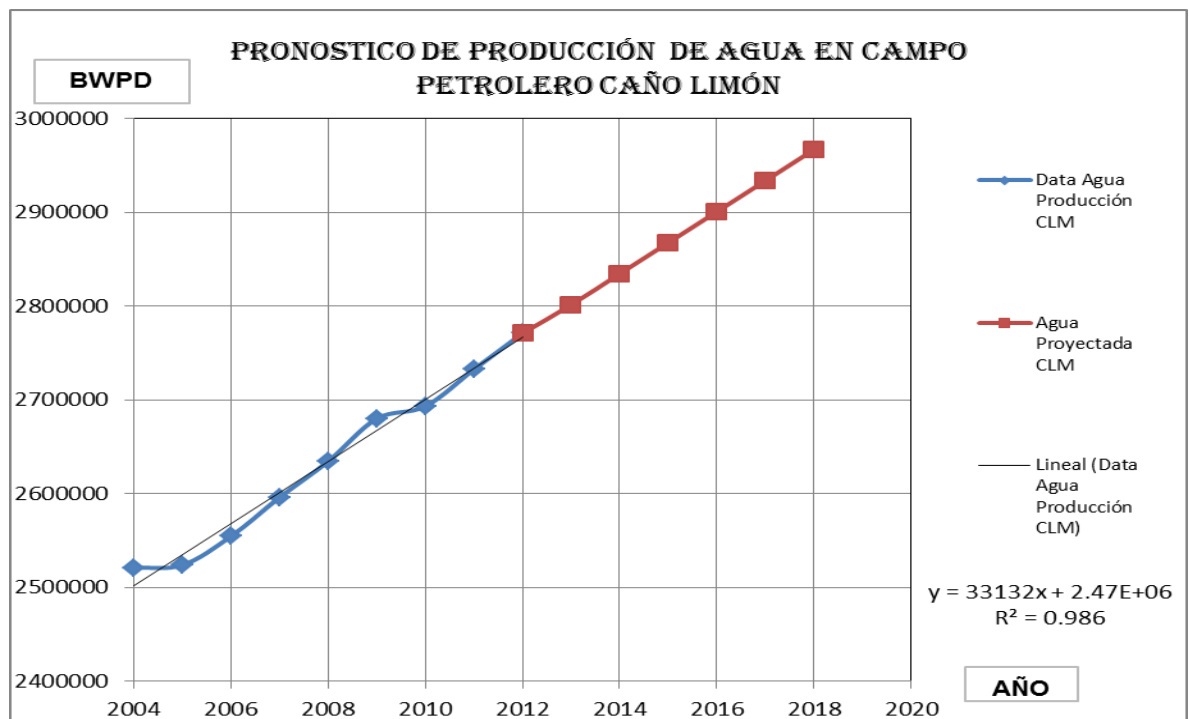
Se observa en la gráfica que el comportamiento de la producción en Caño Limón sigue una tendencia exponencial decreciente, característica de la fase final en la producción de un campo maduro como se describe en la predicción de Hubbert<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> **Marion King Hubbert** fue un geofísico empleado por Shell que se dedicó a investigar la disponibilidad futura de petróleo y gas. Descubrió que la producción de petróleo de una reserva experimenta una evolución parecida a una campana de Gauss, se inicia con un ritmo lento, luego se incrementa rápidamente hasta alcanzar un *cénit*, *plateau de producción* o máximo —cuando la mitad del petróleo ha sido extraído— y a continuación la producción decae, primero lento y luego rápidamente de forma exponencial decreciente.

### 3.2.3. Pronóstico de la producción de agua para el campo petrolero Caño Limón.

Basado en los datos de agua de producción promedio desde el año 2004 hasta lo corrido del 2012 para el campo petrolero Caño Limón, se realizó una interpolación empleando una correlación lineal, la cual se ajusta adecuadamente con el comportamiento creciente en la producción de agua.

**GRÁFICO 2. PRONÓSTICO DE AGUA DE PRODUCCIÓN EN CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN.**

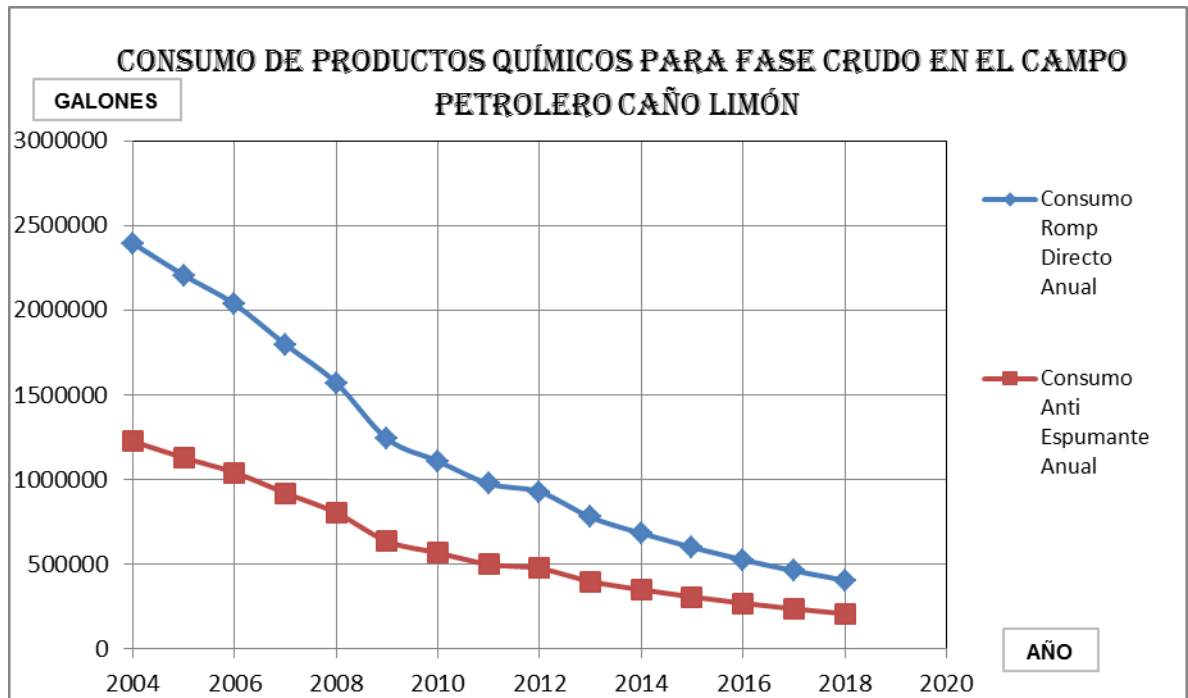


**Fuente.** OCCIDENTAL DE COLOMBIA, Histórico de reportes de producción para el campo petrolero Caño Limón.

### 3.3. Pronóstico del consumo de productos químicos suministrados por Petrochem en el campo petrolero Caño Limón.

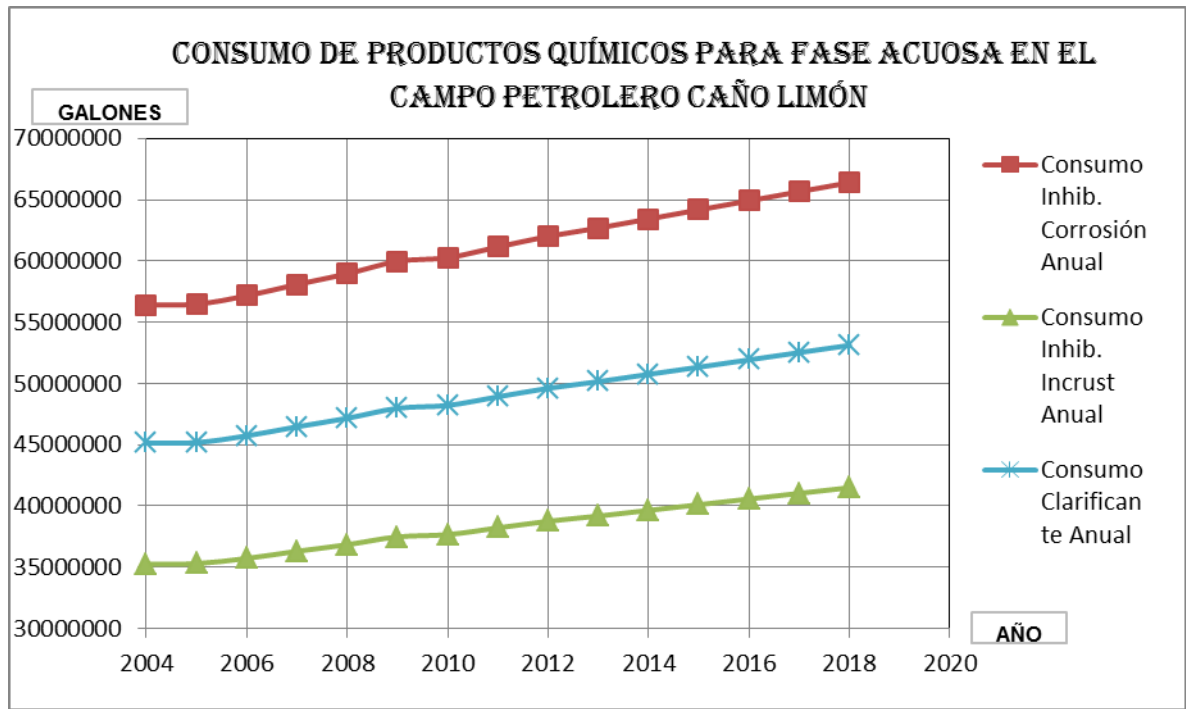
En base a los datos proyectados de producción de crudo y agua para los años subsecuentes del 2012 en el campo petrolero Caño Limón, se realizó el cálculo del consumo anual por cada producto químico que suministra la empresa Petrochem empleando las ecuaciones 1, 4, 7, 10 y 13 descritas anteriormente.

**GRÁFICO 3. CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA FASE CRUDO PARA EL CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN.**



**Fuente.** PETROCHEM, Calculado a partir de datos producción de crudo

**GRÁFICO 4. CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA FASE ACUOSA PARA EL CAMPO PETROLERO CAÑO LIMÓN.**



**Fuente.** PETROCHEM, Calculado a partir de datos producción de agua

Se observa en los gráficos No. 3 y 4 que el decremento en el consumo de los productos químicos para la fase crudo es directamente proporcional a la decreciente producción que se presenta en el campo petrolero Caño Limón, el cual es un campo maduro que opera desde 1986. En contraste, la producción de agua continúa una tendencia creciente que se manifiesta en el aumento del consumo de los productos químicos para la fase acuosa, a pesar que en el campo petrolero se utilizan diversos métodos de optimización para disminuir la producción de agua y mejorar su disposición<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> El método de recuperación secundaria que se emplea en el campo petrolero de Caño Limón es la inyección de agua, con la finalidad de optimizar su disposición final y mantener un factor de recobro 55% en el yacimiento.

### 3.4. Ingresos Totales anuales de la empresa Petrochem con el suministro de productos químicos en el campo petrolero Caño Limón.

Con la finalidad de calcular los ingresos anuales de la empresa Petrochem, se tomaron los valores actuales de los productos químicos que se emplean en el campo petrolero de caño limón y se realizó una interpolación lineal con un incremento anual del 6% en el precio de venta de los productos<sup>11</sup>.

**TABLA 1. PRECIOS DE VENTAS ACTUAL EN PRODUCTOS QUÍMICOS SUMINISTRADOS POR PETROCHEM.**

PRECIOS DE VENTA	UNIDADES	2012
Precio de Venta Rompedor Directo	US\$/Galón	140
Precio de Venta Inhibidor de Corrosión	US\$/Galón	25
Precio de Venta Inhibidor de Incrustaciones	US\$/Galón	35
Precio de Venta Anti Espumante	US\$/Galón	70
Precio Venta Clarificante	US\$/Galón	45

**Fuente.** PETROCHEM, Datos suministrados por el Ing. Orlando Garibello.

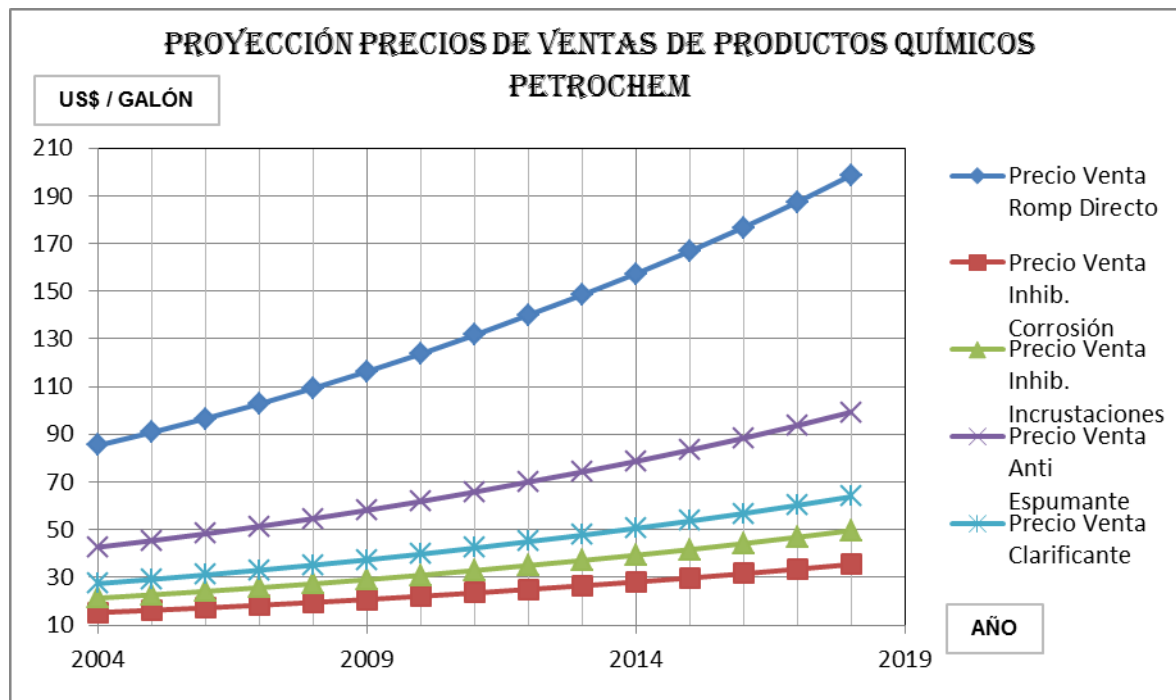
Posteriormente se procedió a calcular los ingresos brutos por cada producto químico y los ingresos totales de Petrochem, teniendo en cuenta la proyección de precios realizada desde el año 2004 hasta el año 2018 y empleando los galones de producto químico consumidos anualmente que se calcularon en la sección

---

<sup>11</sup> Los valores por Galón y el porcentaje de incremento en los precios de ventas de los productos químicos que se emplean para el tratamiento del Crudo y Agua en el campo petrolero de Caño Limón fueron suministrados por el Ing. Orlando Garibello que se desempeña actualmente como Gerente Comercial de la multinacional Clariant.

anterior 2.1.3.3. Los resultados de ingresos totales Petrochem se detallan en el Anexo 3. Flujo de Caja de Petrochem.

### GRÁFICO 5. PROYECCIÓN PRECIOS DE VENTAS DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS SUMINISTRADOS POR PETROCHEM



Fuente. PETROCHEM, Calculado según los precios- Gerencia Comercial

### 3.5. Costos de operación anuales de la empresa Petrochem para el contrato de suministro de productos químicos en el campo petrolero Caño Limón<sup>12</sup>.

Con la finalidad de calcular los costos de operación de la empresa Petrochem para el suministro de productos químicos en el campo petrolero de Caño Limón, se

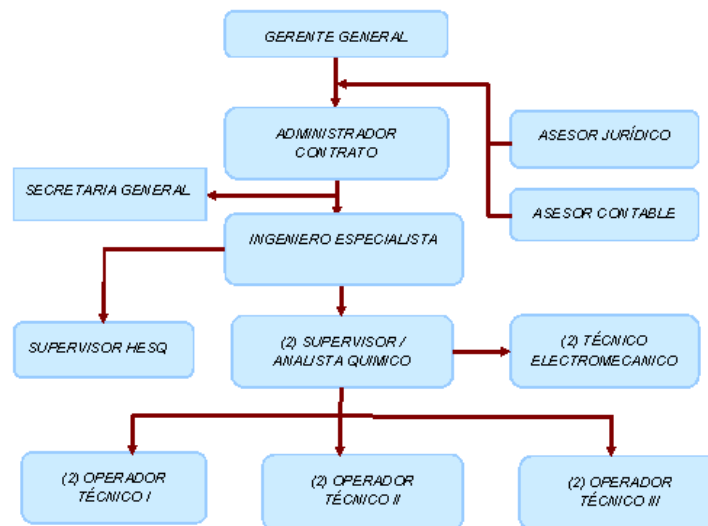
<sup>12</sup> Costos suministrados por la Gerencia Comercial de Petrochem.

realizó el cálculo de los costos de producción tangibles tales como la compra de los productos químicos, la compra de las bombas y equipos para los sistemas de dosificación de química, los gastos de papelería y oficina. Adicionalmente, se realizó el cálculo de los costos de producción intangibles correspondientes a costo de mano de obra calificada y no calificada, contrato de alimentación y alojamiento del personal, contrato de transporte del personal, contrato de telecomunicaciones internas, contrato de camionetas y vehículos de carga y costos de relaciones con la comunidad (proyectos de responsabilidad social empresarial). A continuación se relacionan los costos intangibles y tangibles para la operación adecuada de la empresa Petrochem:

### 3.5.1. Costos de mano de obra calificada.

La composición organizacional de la empresa Petrochem se presenta a continuación:

**FIGURA 9. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA PETROCHEM PARA EL CONTRATO CA-3254**



**Fuente.** PETROCHEM, Organigrama Organizacional

Como se observa en el organigrama no se emplea mano de obra no calificada para el contrato de suministro de productos químicos en el campo petrolero de Caño Limón, los seis operadores son técnicos en procesos químicos y los dos técnicos electromecánicos se contrataron según los años de experiencia y se clasificaron en rangos salariales según la convención colectiva acordada entre la Occidental de Colombia y la Unión Sindical Obrera (USO)<sup>13</sup>. Los valores del costo en mano de obra para la empresa Petrochem se detallan en el Anexo 2, correspondiente al cálculo de costos de mano de obra.

### **3.5.2. Costos de contratos de alquiler de camionetas y vehículos.**

Actualmente la empresa Petrochem emplea cuatro camionetas para el transporte del personal dentro y fuera del campo y tres vehículos de carga pesada para transportar el producto químico desde la bodega de Arauca hasta Caño Limón. Los costos de alquiler de estos vehículos actualizados en el año 2012 son los siguientes:

Alquiler mensual camioneta: \$ 4.520.000 c/u.

Alquiler mensual vehículo Carga pesada: \$ 25.540.000 c/u.

---

<sup>13</sup> La última convención colectiva para definir los salarios de los empleados del campo petrolero Caño Limón, Caricare, Chipirón y Cosecha entre la Occidental de Colombia y la USO se realizó en el año 2011.

**TABLA 2. COSTO DE ALQUILER DE VEHICULOS USADOS POR LA EMPRESA PETROCHEM**

<b>Costos Alquiler de Vehículos</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor mensual (\$)</b>	<b>Valor Total Alquiler (KUS\$)</b>
Camioneta	4	4520000	10157.30337
Turbo	3	25540000	43044.94382
<b>Total (Millones KUS\$)</b>			0.0532

**Fuente.** PETROCHEM, Organigrama Organizacional

Con la finalidad de calcular el incremento en el alquiler de vehículos, se tomó una relación lineal con un porcentaje de incremento del 8% en el valor anual.

### **3.5.3. Costos de relaciones con la comunidad (Responsabilidad Social Corporativa).**

Dentro la política de responsabilidad social corporativa de la empresa Petrochem, se destina anualmente un porcentaje del 0.01 % anual de sus ingresos brutos totales en obras de infraestructura en escuelas, veredas, poblaciones cercanos al campo petrolero Caño Limón para el beneficio de la comunidad.

### **3.5.4. Costos de compra de productos químicos para el suministro en el campo petrolero de Caño Limón.**

Con la finalidad de calcular los costos de compra de los productos químicos que distribuye la empresa Petrochem, se tomaron los valores actuales de los

productos químicos que se emplean en el campo petrolero de caño limón y se realizó el cálculo empleando la correlación de 0,3% de ganancia por la venta de 1 Galón de producto químico<sup>14</sup>.

Con base en los ingresos totales y el porcentaje de ganancia por cada Galón vendido se calcularon los precios de compra de los productos, que se muestran en el Anexo 3. Flujo de Caja de Petrochem.

### **3.5.5. Otros costos y gastos (Telecomunicaciones, alojamiento, alimentación y misceláneos).**

Con la finalidad de calcular los costos de alojamiento y alimentación se tomó como base los precios de alimentación y hospedaje de Caño Limón del año 2004<sup>15</sup> y se realizaron los cálculos para las 5 personas que permanecen pernoctando constantemente en el campo petrolero, por sus turnos 14 días laborando y 14 días descansando.

- El Supervisor / Analista Químico
- El Técnico Electro Mecánico.
- El Operador Técnico III.
- El Operador Técnico II.
- El Operador Técnico I

El restante del personal que conforma la empresa Petrochem se traslada habitualmente entre la ciudad de Arauca y el campo petrolero de Caño Limón.

---

<sup>14</sup> El 0.3% correspondiente al porcentaje de ganancia por la venta de 1 Galón de cada producto químico que se distribuye en el campo petrolero de Caño Limón fue suministrado por el Ing. Orlando Garibello que se desempeña actualmente como Gerente Comercial de la multinacional Clariant.

<sup>15</sup> La información de los costos de alimentación y alojamiento para el campo petrolero de Caño Limón correspondientes al año 2004 fue suministrada por Carlos Espitia- Gerente General de Servidaza en esa época.

El valor de Alojamiento y Alimentación por persona en el campo petrolero Caño Limón corresponde a:

Alimentación (Desayuno- Almuerzo- Cena: \$ 68.000 por persona.

Alojamiento (Lavado Ropa- Hospedaje): \$ 250.000 por persona.

El costo en telecomunicaciones se basa en el alquiler de 8 radios intrínsecamente seguros marca Avantel suministrados para el personal de la siguiente manera:

- El Supervisor / Analista Químico
- El Técnico Electro Mecánico.
- El Operador Técnico III.
- El Operador Técnico II.
- El Operador Técnico I.
- El Supervisor HESQ.
- El administrador del Contrato.
- El Ingeniero Especialista.

Adicionalmente, se cuenta con dos celulares corporativos y dos líneas telefónicas fijas que se encuentran en la oficina ubicada en la ciudad de Arauca.

El costo aproximado por plan de radio intrínsecamente seguro Avantel corresponde: \$ 750.000 mensual c/u.

El costo aproximado por plan Celular Corporativo corresponde: \$ 620.000 mensual c/u.

El costo aproximado por las líneas telefónicas corresponden: \$ 520.000 mensual c/u.

El presupuesto asignado por la empresa en el 2004 para gastos misceláneos de productos intangibles se destinó US\$ 800.000 en el 2004. Adicionalmente, se conservó un rubro en la época de US\$ 900.000 para gastos en implementos adicionales para la operación de suministros de los productos químicos, otros

gastos adicionales de oficina US\$ 100.000 y un valor de US\$ 350.000 para otros gastos<sup>16</sup>.

**TABLA 3. OTROS GASTOS DE OPERACIÓN DE LA EMPRESA PETROCHEM.**

<b>DESCRIPCIÓN DE COSTO ADICIONALES</b>	<b>COSTO (Millones KUS\$)</b>
<b>INTANGIBLES</b>	
CONTRATO DE ALIMENTACIÓN-ALOJAMIENTO <sup>17</sup>	0.2089
CONTRATO DE TELECOMUNICACIONES <sup>18</sup>	0.0358
MISCELANEOS	0.8000
<b>SUBTOTAL INTANGIBLES</b>	<b>1.0447</b>
<b>TANGIBLES</b>	
MATERIALES PARA LA OPERACIÓN	0.9000
MATERIALES PARA OFICINAS	0.1000
OTROS	0.3500
<b>SUBTOTAL TANGIBLES</b>	<b>1.3500</b>
<b>OTROS GASTOS DE OPERACIÓN (MUS\$)</b>	<b>2.3947</b>

**Fuente.** PETROCHEM, Gerencia Comercial

<sup>16</sup> La información de los gastos misceláneos, equipos adicionales para la operación, materiales para oficina y otros fue suministrada por el Ing. Orlando Garibello que se desempeña actualmente como Gerente Comercial de la multinacional Clariant.

<sup>17</sup> -<sup>18</sup> El valor del dólar representativo para el 1 Enero del 2004 corresponde a un valor \$ 2.778,21- Tomado de Histórico del Dólar en Pesos Colombianos, con el cual se realizó la conversión de pesos colombianos a dólares para los gastos de alimentación, hospedaje y contrato de telecomunicaciones.

Para los gastos de la operación correspondientes a esta sección, se aplicó un sistema de Depreciación/Amortización en línea recta para calcular el valor de los gastos desde el año 2004 hasta el 2018. Ver Anexo 3. Flujo de Caja de Petrochem.

### 3.6. Costos de inversión inicial de la empresa Petrochem.

Los costos de la inversión inicial se calcularon en base a los datos para la compra y adquisición de las bombas neumáticas y eléctricas respectivas para la dosificación de los productos químicos, la implementación y adecuación de las facilidades para los puntos de inyección y la compra de la oficina y bodega para el almacenamiento de los productos químicos ubicados en la ciudad de Arauca<sup>19</sup>.

**TABLA 4. COSTO DE INVERSIÓN INICIAL DE LA EMPRESA PETROCHEM.**

COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN INICIAL				
MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	PRECIO Colombiano (\$)	PRECIO Dolar (\$)
Compra de bombas dosificadoras de químico	Bombas M-15	120	4.520.000	0.2
	Bombas M-8	150	3.879.000	0.21
	Bombas M-2	350	3.250.000	0.41
	Milton Roy	540	4.520.000	0.88
Instalación de facilidades de dosificación	Implementos para habilitar sistemas inyección química (mezcladores-bulkdrum-encerramiento-bases de concreto-otros)	*****	3.157.000.000	1.14
Compra de oficina y bodega en Arauca	Oficina	1	1.200.000.000	0.43
	Bodega	1	10.500.000.000	3.78
			<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>7.04</b>

**Fuente.** PETROCHEM, Gerencia Comercial

<sup>19</sup> Agradeciendo nuevamente al Ing. Orlando Garibello por suministrar la información pertinente de las cantidades y precios de compra de equipos, locaciones y materiales para la fase inicial del contrato de distribución de productos químicos de la empresa Petrochem en el Campo Petrolero de Caño Limón.

Para efectos de calcular la depreciación de las bombas dosificadoras y las facilidades de dosificación, se empleo el método de depreciación lineal que se indica a continuación:

**Depreciación: (Valor del activo/ Vida Útil). (Ecuación 17).**

Según el decreto 3019 de 1989 los inmuebles tienen una vida útil de 20 años, mientras que los bienes muebles, maquinaria, equipos, bombas tienen una vida útil de 10 años, por lo tanto se tomara este último valor para efectos de cálculo en la depreciación lineal de bombas dosificadoras y facilidades de dosificación.

**TABLA 5. METODO DE DEPRECIACIÓN LINEAL PARA BOMBAS Y SKID DE INYECCIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS.**

DEPRECIACIÓN		
METODO LÍNEAL	BOMBAS DOSIFICADORAS	FACILIDADES-SKID INYECCIÓN
TOTAL (Millones KU S\$)	1.6927	1.1363
2005	0.1693	0.1136
2006	0.1693	0.1136
2007	0.1693	0.1136
2008	0.1693	0.1136
2009	0.1693	0.1136
2010	0.1693	0.1136
2011	0.1693	0.1136
2012	0.1693	0.1136
2013	0.1693	0.1136
2014	0.1693	0.1136

**Fuente.** PETROCHEM, Gerencia Comercial

### 3.7. Costos de abandono de facilidades para dosificación de productos químicos<sup>20</sup>.

Con la finalidad de realizar el desmonte y la recuperación ambiental en las facilidades o Skid de inyección de productos químicos en el campo petrolero de Caño Limón, se destinó un recurso igual a la inversión inicial de instalación de las facilidades de dosificación de química como costos de abandono, que se incluirán de forma segmentada en el flujo de caja desde el 2013 hasta el 2018, durante los seis años finales que se proyectaron.

### 3.8. Flujo de Caja de la empresa Petrochem

Finalmente con los datos obtenidos de Ingresos Totales, Costos Totales operativos, Costos de Inversión y depreciación, se procedió a calcular el flujo de caja desde el año 2004 hasta el 2018 para la empresa Petrochem. Ver Anexo 3. Balance de Caja de Petrochem.

Posteriormente, se halló el Valor Presente Neto, la Tasa Interna de retorno, el Tiempo de Repago y la Tasa Interna de Retorno Modificada para el flujo de caja de la empresa Petrochem correspondiente a su contrato de distribución de productos químicos en el campo petrolero Caño Limón.

El Valor Presente Neto se calculó con la siguiente ecuación<sup>21</sup>:

$$VPN = \sum_{i=0}^n \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad \text{(Ecuación 18)}$$

Donde:

---

<sup>20</sup> Los costos de abandono se incluirán desde el 2013 hasta la proyección del 2018 en el flujo de caja.

<sup>21</sup> Ecuación tomada de la página 249 del Libro Gestión Integral de Riesgos- Tomo 1- 3ª Edición- Bravo Oscar y Sánchez Marleny.

VPN= Valor presente neto de los flujos de caja.

FC= Flujos de Caja esperados de la oportunidad.

n= Tiempo de vida útil de la oportunidad.

i= Tasa de descuento.

El valor presente neto calculado, la tasa interna de retorno, la tasa interna de retorno modificada y el tiempo de repago para los flujos de caja de la empresa Petrochem son:

**VPN (12%): 49.18 Millones KUS\$**

**TIR: 461%.**

**TIRM (12%): 48%.**

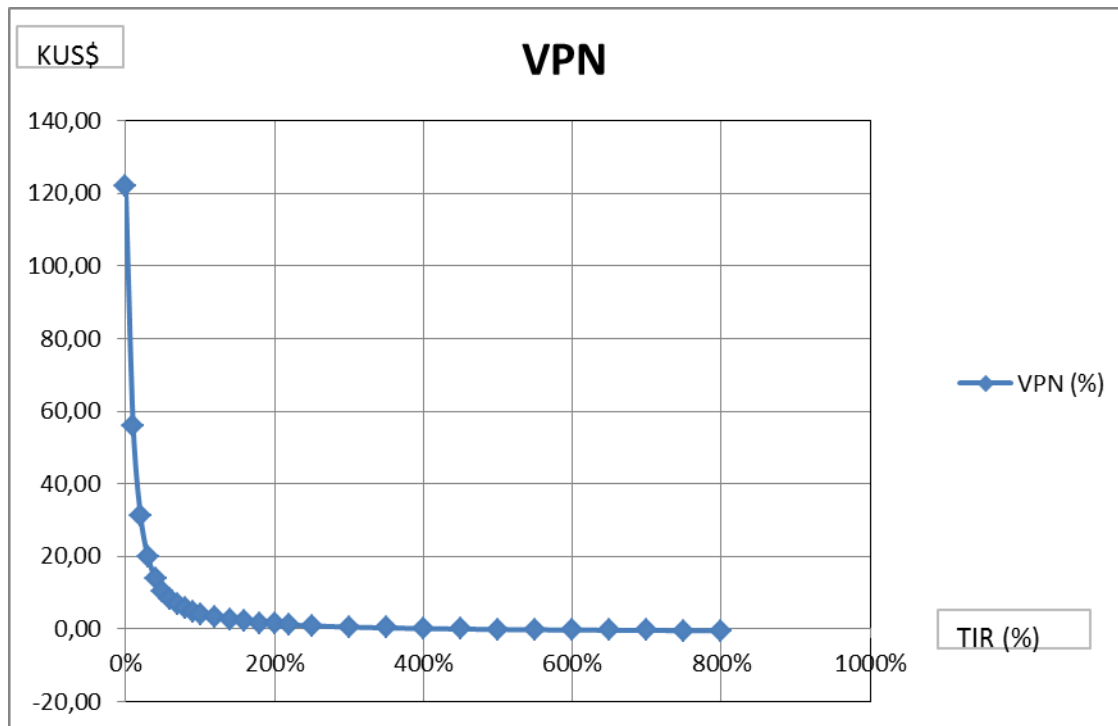
**Tiempo de repago: 1 año.**

Con un valor de 49,18 Millones KUSD\$, se deduce que en un escenario sin incertidumbre se cuenta con los recursos suficientes y la evaluación económica se ajusta a los requerimientos de la empresa para la prestación del servicio de distribución de productos químicos en el campo petrolero Caño Limón.

Adicionalmente, el valor calculado de la Tasa Interna de Retorno nos muestra que el proyecto es ampliamente rentable debido a que la TIR es muy elevada (461%) y el tiempo en que se recupera la inversión inicial es 1 año, considerablemente corto en comparación con los años de proyección para continuar con el suministro de productos químicos en Caño Limón.

A continuación se presenta el comportamiento del Valor Presente Neto con respecto a las diferentes TIR asignadas.

**GRÁFICO 6. VALOR PRESENTE NETO VS TASA INTERNA DE RETORNO.**

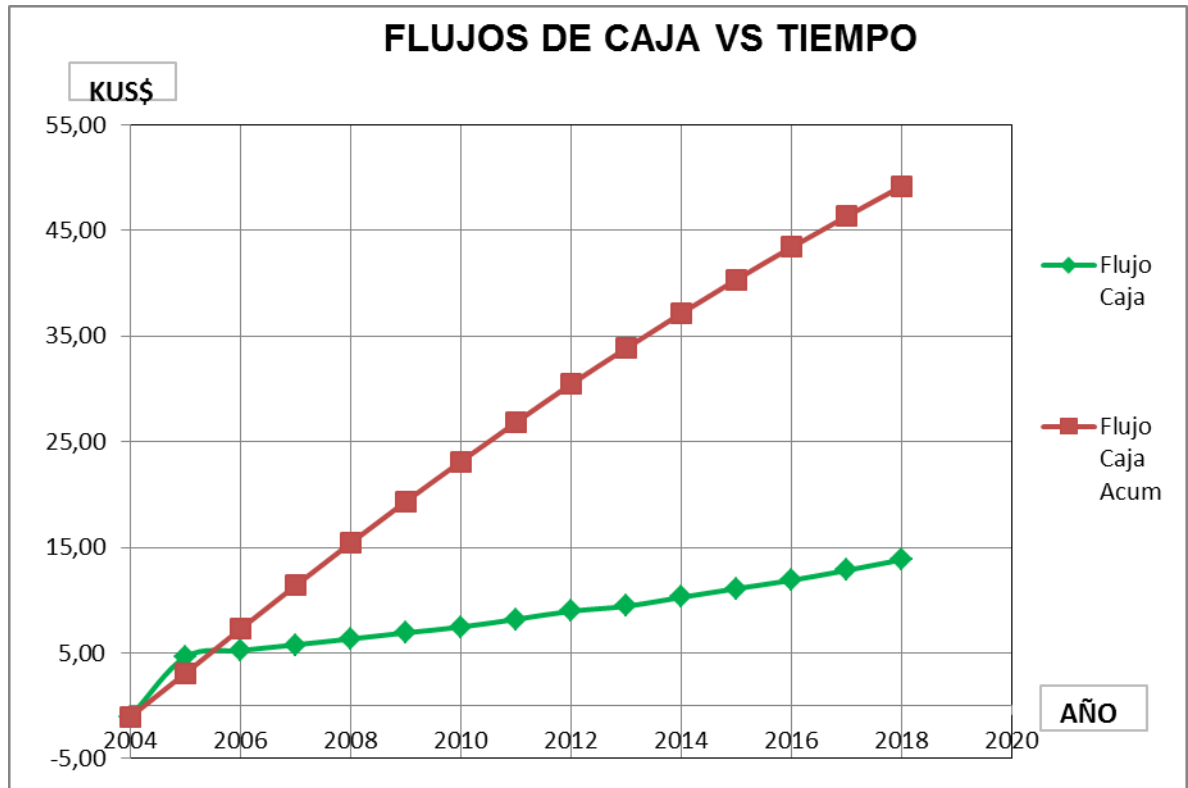


**Fuente.** PETROCHEM, Calculado en base a los historicos de flujo de caja

Se observa la rentabilidad favorable del proyecto con respecto a las diferentes Tasas Internas de Retorno que se le pueden asignar. Adicionalmente se demuestra que con el incremento de la Tasa de Descuento se refleja la mayor dificultad de obtener los ingresos que se esperan, debido a la cercanía cada vez mayor a un valor de cero para el Valor Presente Neto (hasta llegar a una TIR igual a 461%).

Finalmente, se observa el comportamiento siempre creciente de los flujo de caja de la empresa Petrochem con respecto al tiempo, concluyéndose que en un escenario sin incertidumbre (que excluye los riesgos que se pueden presentar en el proyecto), la rentabilidad de la prestación del servicio es favorable, por lo tanto la empresa recibirá grandes utilidades tentativamente.

**GRÁFICO 7. FLUJOS DE CAJA PETROCHEM VS TIEMPO.**



**Fuente.** PETROCHEM, Calculado en base a los historicos de flujo de caja

El comportamiento ascendente en el flujo de caja de Petrochem, se debe al incremento en el corte de agua que presenta el campo petrolero Caño Limón desde el 2004 (96,36 %) hasta la actualidad (98,69%) y su proyección a seguir en incremento del BSW, con lo cual se aumenta notablemente el consumo de los Inhibidores de Corrosión, Incrustaciones y el Clarificante, representando un crecimiento considerable en los ingresos brutos de la empresa. Caso contrario ocurre con los consumos de Rompedor Directo y Anti Espumante, que con el decremento en la producción, conlleva a la disminución de su consumo en las facilidades del campo.

## 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EMPRESA PETROCHEM INCORPORANDO INCERTIDUMBRE.

### 4.1. Identificación y clasificación de los riesgos.

Con la finalidad de realizar una evaluación cuantitativa de los riesgos que se pueden presentar en la empresa Petrochem para la distribución de productos químicos en el Campo Petrolero de Caño Limón, se elaboró un listado de los posibles riesgos que afectarían su adecuada operación y que impactarían negativamente el valor de sus flujos de caja. Ver Anexo 4. Listado y Caracterización de Riesgos de la Empresa Petrochem.

Para la clasificación de los riesgos se deben tener en cuenta las siguientes definiciones<sup>22</sup>:

- **Riesgos de entorno:** Son aquellos externos a los procedimientos internos de la compañía y se presentan por ocurrencia esporádica.
- **Riesgos estratégicos:** Son aquellos asociados a formulaciones estratégicas, en las que se analiza el medio para detectar problemas potenciales por cuenta de los competidores u oportunidades.

---

<sup>22</sup> Definiciones tomadas de la página 23 del Libro Gestión Integral de Riesgos- Tomo 1- 3ª Edición- Bravo Oscar y Sánchez Marleny.

- **Riesgos de asignación de recursos:** Ocurren durante las fases de recopilación, información, evaluación, toma de decisiones y ejecución de programas, proyectos u oportunidades de negocio.
- **Riesgos Operacionales:** Se presentan durante la ejecución de los programas e iniciativas incorporadas en el presupuesto de la compañía. Se clasifican en continuos que se encuentran asociados a las actividades que conforman los procesos de la cadena de valor, y esporádicos que se incorporan el efecto de atentados, catástrofes y planes de contingencia.

#### **4.2. Categorización dentro de la matriz de riesgos.**

Posterior a la clasificación de los riesgos, se procedió a ubicarlos en una matriz, con la finalidad de identificar los riesgos de mayor criticidad y generar planes de mitigación que contribuyan a minimizar su impacto en caso que se presente una eventualidad. Ver Anexo 5. Clasificación en la matriz de riesgos.

Dentro de los riesgos de mayor criticidad caracterizados por su nivel máximo de severidad y máxima frecuencia de exposición se encuentran:

- Accidentes de trabajo (lesiones y fatalidades).
- Crudo fuera de especificaciones para la venta por problemas de vencimiento del rompedor directo o dosificación inadecuada.
- Agua fuera de especificaciones para Vertimiento por problemas de vencimiento del clarificante o dosificación inadecuada.
- Incumplimiento en estimados mínimos de producción de petróleo y agua.
- Sobrecostos de operación por demoras en la puesta a punto de los tanques de almacenamiento.

- Falla en la operación de las facilidades y los pozos productores que modifiquen las dosificaciones químicas.
- Dificultad para transportar el crudo hasta el punto de entrega (indisponibilidad de ductos por atentados).
- Volatilidad del precio internacional del barril de petróleo.
- Seguridad física de las instalaciones: atentado.

Con la finalidad de establecer causas comunes entre los riesgos que mayor impacto negativo pueden generar en las utilidades de la empresa Petrochem, se realizaron los respectivos diagramas de causa- efecto para garantizar el diseño de estrategias adecuadas de mitigación en forma económica y efectiva.

Adicionalmente, se revisaran los riesgos financieros y de entorno que mayor criticidad genera para la empresa según la clasificación de la matriz de riesgos y se propondrán alternativas de mitigación a corto y mediano plazo.

### **4.3. Diagramas de Causa- Efecto**

Los diagramas de causa- efecto o Ishikawa se elaboraron para aquellos riesgos de mayor criticidad desde el punto de vista económico para la empresa, la afectación a la integridad del personal, la afectación del medio ambiente y a la infraestructura. En el Anexo 6. Se observan los diagramas de causa-efecto de los riesgos más críticos según la clasificación de la matriz.

### **4.4. Diagrama de causa- efecto Integrado<sup>23</sup>**

Con la finalidad de detectar las causas comunes de los riesgos de mayor criticidad para la operación de la empresa Petrochem, se elaboró el diagrama de causa-

---

<sup>23</sup> Conocido también como Diagrama de Causas Comunes.

efecto integrado, para determinar de forma efectiva cuales son las causas que se deben atacar con mayor prioridad para mitigar la ocurrencia del riesgo y elaborar planes de mitigación eficientes. Ver Anexo. 7 Diagrama de Causa- Efecto Integrado para Petrochem.

#### **4.5. Planes de mitigación para causas comunes a los riesgos críticos**

Posterior a la detección de las causas más comunes de los riesgos, se elaboraron los planes de mitigación para minimizar la ocurrencia de los mismos y contribuir a mejorar la operación de la compañía.

A continuación se relacionan las causas más comunes de riesgos, el plan de mitigación seleccionado y el costo de implementación propuestas para la empresa. Sin embargo, se debe destacar que en algunos casos las causas comunes de riesgos no se encuentran dentro del alcance de mitigación de Petrochem, debido a que son riesgos de entorno que afectan de forma indirecta su operación, utilidades y flujos de caja.

Adicionalmente, el costo asignado para mitigar las causas comunes se incluirán dentro del presupuesto anual de la empresa impactando en los flujos de caja desde el año 2012 hasta el 2018.

**TABLA 6. PLANES DE MITIGACIÓN PROPUESTOS PARA MINIMIZAR LAS CAUSAS COMUNES EN LOS RIESGOS DE ALTA CRITICIDAD<sup>24</sup>.**

CAUSAS MAS COMUNES DE LOS RIESGOS DE ALTA CRITICIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA	PLAN DE MITIGACIÓN	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN ANUAL (PRESUPUESTO ASIGNADO US\$)
<b>Falla en equipos críticos para la operación (Unidad LACT-Tanques-Bombas)</b>	Las fallas equipos críticos para la facilidad como Unidades LACT-Tanques u otro se encuentra fuera del alcance de Petrochem, a excepción de la revisión y mantenimiento de las bombas dosificadoras de química. Con base en ello, se puede incluir una rutina de visita trimestral del proveedor de los equipos (Vendor) en el campo para revisar, proponer y ejecutar mejoras en los sistemas de bombeo para la dosificación de los productos químicos, verificar el estado de confiabilidad operativa y el adecuado diseño y funcionamiento de los equipos.	Revisión, verificación, corrección de fallas y ejecución de propuestas de mejora para los sistemas de bombeo y dosificación de productos químicos (empleando el vendor)	224719.1011
<b>Mal estado de los equipos</b>	La revisión del mal estado de los equipos (bombas de dosificación de química), se incluye con la visita del Vendor.	Se incluyó en plan de mitigación de falla en equipos críticos	Se incluyó con el ítem de falla en equipos críticos
<b>Baja Calidad de equipos e infraestructuras</b>	La revisión en la mala calidad de los equipos (bombas de dosificación de química), se incluye con la visita del Vendor.	Se incluyó en plan de mitigación de falla en equipos críticos	Se incluyó con el ítem de falla en equipos críticos
<b>Diseño Inadecuado de los equipos</b>	La revisión del diseño inadecuado de equipos (bombas de dosificación de química), se incluye con la visita del Vendor.	Se incluyó en plan de mitigación de falla en equipos críticos	Se incluyó con el ítem de falla en equipos críticos
<b>Perdidas en oleoducto (atentado)</b>	Las perdidas generadas por atentados en el oleoducto se encuentran fuera del alcance de Petrochem y corresponden a los estándares de seguridad física del estado. Por lo tanto, la empresa debe realizar un calculo de la perdida esperada anual por este concepto para incluirlo en la proyección de sus balances.	Asumir el costo de la perdida esperada	Costo de perdida esperada por atentado en oleoducto

**Fuente.** PETROCHEM, Acciones de mitigación propuestas según causas comunes de riesgos en Petrochem

<sup>24</sup> Los costos del presupuesto asignado para incluirlo en el flujo de caja se encuentra especificado en dólares US\$.

**CONTINUACIÓN DE TABLA 6. PLANES DE MITIGACIÓN PROPUESTOS PARA MINIMIZAR LAS CAUSAS COMUNES EN LOS RIESGOS DE ALTA CRITICIDAD.**

CAUSAS MAS COMUNES DE LOS RIESGOS DE ALTA CRITICIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA	PLAN DE MITIGACIÓN	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN ANUAL (PRESUPUESTO ASIGNADO US\$)
<b>Falta de entrenamiento en cada área</b>	Realizar una serie de capacitaciones para todo el personal de la empresa con la finalidad de evitar la ocurrencia de errores administrativos y/u operativos.	Capacitaciones (Maestrias-Especialización) para Administración de recursos, Gerenciamiento, toma de decisiones, gestión de riesgos para el Gerente, el administrador del contrato, Ingeniero Especialista y el asesor contable.	134831.4607
		Capacitaciones y certificaciones (técnico y profesionales) en la operación de productos químicos y sistemas electromecánicos e informáticos para los operadores, técnico electromecánico y secretaria	196629.2135
		Capacitaciones (Maestrias-Especialización) para Administración de recursos, gestión de riesgos, optimización de recursos para los supervisores HSEQ y analista Químico.	56179.77528
		Realización de capacitaciones para el personal que conforma la empresa.	387640.4494
<b>Negligencia en la realización de actividades del personal</b>	Con la finalidad de revisar la efectividad operativa del personal en la empresa, se propone realizar dos auditorías operacionales anuales no planeadas de parte de un ente certificado externo.	Realización de dos auditorías operacionales anuales no planeadas para detectar, analizar y corregir fallas dentro del personal y las actividades que realizan.	168539.3258

**Fuente.** PETROCHEM, Acciones de mitigación propuestas según causas comunes de riesgos en Petrochem

**CONTINUACIÓN DE TABLA 6. PLANES DE MITIGACIÓN PROPUESTOS PARA MINIMIZAR LAS CAUSAS COMUNES EN LOS RIESGOS DE ALTA CRITICIDAD.**

CAUSAS MAS COMUNES DE LOS RIESGOS DE ALTA CRITICIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA	PLAN DE MITIGACIÓN	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN ANUAL (PRESUPUESTO ASIGNADO US\$)
<b>Errores en fiscalización de crudo</b>	Las pérdidas generadas por errores de fiscalización de crudo se encuentran fuera del alcance de Petrochem y corresponden a los estándares operativos de la Occidental de Colombia y Ecopetrol. Por lo tanto, la empresa debe asumir el costo de la pérdida esperada anual para este ítem e incluirlo en la proyección de sus balances.	Asumir el costo de la pérdida esperada	Costo de pérdida esperada por errores de fiscalización
<b>Mala operación en los equipos de facilidades de crudo</b>	Las pérdidas generadas por mala operación de las facilidades se encuentran fuera del alcance de la empresa y corresponden a los estándares operativos de la Occidental de Colombia . Por lo tanto, se asumirá el costo de la pérdida esperada anual para este ítem y se incluirá en la proyección de sus balances.	Asumir el costo de la pérdida esperada	Costo de pérdida esperada por mala operación de facilidad
<b>Falta de experiencia en el personal de la empresa</b>	Con la finalidad de seleccionar el personal mas idoneo para trabajar con la empresa, se puede subcontratar una empresa de selección de personal, para garantizar la adecuada contratación del personal mas idóneo y con la experiencia adecuada para los respectivos cargos.	Subcontratación de empresa de RR.HH para la selección del personal mas idóneo y de amplia experiencia en el cargo.	28089.88764
<b>Deficiencias en manuales de procedimientos determinados- revisión y renovación.</b>	Se propone realizar una revisión y modificación anual a los procedimientos operativos de Petrochem, con la certificación de una entidad externa.	Certificación de los procedimientos operacionales de la empresa anualmente	70224.7191
<b>Deficiente planeación de los trabajos.</b>	La deficiencia en la planeación de los trabajos se incluye en los programas de capacitaciones del personal.	Se incluyó dentro del plan de capacitaciones del personal	Se incluyó con el ítem de capacitaciones del personal.
<b>Inadecuada preparación y dosificación de productos químicos.</b>	La inadecuada preparación y dosificación de productos químicos se mitiga con los planes de capacitación programados para los operadores	Se incluyó dentro del plan de capacitaciones del personal	Se incluyó con el ítem de capacitaciones del personal.
<b>Mala calidad de productos químicos (vencimiento-descomposición)</b>	Para evitar la descomposición de los productos químicos empleados para el tratamiento del agua/crudo de Caño Limón, se tomaran muestras de cada lote de productos comprados semestralmente para realizar pruebas de caracterización fisico-químicas y evitar emplear productos caducidos.	Realización de pruebas de calidad y caracterización fisico-química cada 6 meses a los productos químicos comprados por la empresa.	78651.6854
<b>Carencia de equipos de medición de parámetros en puntos críticos para la operación (caudal-BSW-Grasas y Aceites)</b>	La adquisición de los equipos empleados para la medición de parámetros de operación de crudo y agua son responsabilidad de Occidental de Colombia. Por lo tanto, se asumirá el costo de la pérdida esperada anual para este ítem y se incluire en la proyección de sus balances.	Asumir el costo de la pérdida esperada	Costo de pérdida esperada por carencia de equipos de medición.
<b>COSTOS TOTALES MITIGACIÓN ANUAL DE CAUSAS DE RIESGOS (KUS\$)</b>			<b>1345505.6180</b>

**Fuente.** PETROCHEM, Acciones de mitigación propuestas según causas comunes de riesgos en Petrochem

#### 4.6. Cálculo de la pérdida esperada para los riesgos de alta criticidad de la empresa Petrochem.

Con la finalidad de analizar la afectación del valor presente neto de la empresa incluyendo el valor inherente a los riesgos, se realizó el cálculo de la pérdida esperada de los riesgos de mayor criticidad dentro de tres escenarios de criticidad: alto, medio y bajo.

La pérdida esperada para cada escenario se calculó con la siguiente ecuación<sup>25</sup>:

$$E(c) = \sum_{i=1}^n h_i C_i \quad (\text{Ecuación 19})$$

Donde:

E(c)= Pérdida esperada

h<sub>i</sub>= Probabilidad de las diferentes ocurrencias i

C= Costo de las fallas i

Se observa en las Tablas No. 7, 8 y 9 que se recalculó el Valor Presente Neto hallado en la sección 2.8, con base en los valores de la pérdida esperada para los escenarios alto, medio y bajo respectivamente; destacándose que para los escenarios Alto y Medio el Valor presente neto es negativo, lo cual indica que con la inclusión del impacto correspondiente a los riesgos de mayor criticidad para la empresa, se ocasionó una pérdida de rentabilidad en el negocio y por ende se hace prioritario tomar acciones correctivas en las causantes de los riesgos como se realizó en la sección 4.5<sup>26</sup>.

---

<sup>25</sup> Ecuación tomada de la página 228 del Libro Gestión Integral de Riesgos- Tomo 1- 3ª Edición- Bravo Oscar y Sánchez Marleny.

<sup>26</sup> Se demuestra que un análisis de rentabilidad de un negocio, proyecto, contrato u empresa se afecta severamente con la ocurrencia de riesgos inesperados, que en muchos casos se omiten en los flujos de caja por carencia de una adecuada gestión integral de riesgos.

**TABLA 7. CÁLCULO DE VPN AJUSTADO CON EL VALOR DE LA PÉRDIDA ESPERADA PARA UN ESCENARIO DE RIESGO ALTO.**

<b>CALCULO DE VPN AJUSTADO PARA RIESGOS CRITICOS - ESCENARIO ALTO</b>			
<b>Riesgo</b>	<b>Valor del Riesgo (Ci) KUSD\$</b>	<b>Probabilidad de Ocurrencia (hi) %</b>	<b>Perdida Esperada (Ci*hi) (Millones KUSD\$)</b>
16 Riesgo de lesiones personales (muerte y accidente)	2100000	14	0.2940
26 Crudo fuera de especificaciones para la venta	3859468398	10	385.9468
27 Agua fuera de especificaciones para Vertimiento	2000000	10	0.2000
45 Incumplimiento en los estimados mínimos de producción para el crudo y el agua	7718936796	10	771.8937
46 Sobrecostos de operación por demora en la puesta a punto de los Tanques de Almacenamiento	500000	10	0.0500
48 Falla en los equipos de facilidades y pozos productores	7718936796	10	771.8937
54 Dificultad para transportar el crudo hasta su punto de entrega	3859468398	8	308.7575
67 Volatilidad del precio internacional del crudo	11578405194	15	1736.7608
71 Seguridad física instalaciones (atentado)	1433516834	13	186.3572
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>4162.1536</b>

<b>VPN AJUSTADO POR RIESGO ALTO (MILLONES KUSD\$)</b>	<b>-4112.9690</b>
---	-------------------

<b>Determinaciones para realizar el cálculo de pérdida esperada en un escenario alto</b>	
16	Con dos fatalidades anuales en actividad laboral con indemnización por persona fallecida de USD\$150000 (14% anual Tasa de fatalidad a nivel mundial durante 7 años restantes)
26	Con una pérdida en las ventas por baja calidad de crudo equivalente al 5% de la producción total cada año (Ver flujo de caja- Producción equivalente a Ingresos Totales en un 5%)- Probabilidad de Ocurrencia en Caño Limón 10% durante 7 años.
27	Multas por incumplimiento en regulaciones ambientales de vertimiento por falencia en la dosificación química (2 millones de USD\$)- Probabilidad de ocurrencia 10% durante los próximos 7 años restantes.
45	Con pérdidas de producción crudo y agua por debajo del 10% pronosticado durante el periodo de continuidad del contrato. (Disminución de ingresos totales en un 10%)
46	Sobrecostos en la operación por dosificación rompedor directo inadecuadamente, desmejorando la calidad del crudo para ventas- Despues de 24 horas multa \$ 50000- según contrato CA-3254 (con ocurrencia 10 días en 7 año)
48	Con pérdidas de producción 10% total anual por efecto de paradas de equipos y Shutdown (Ver flujo de caja- Equivalente 10% Ingresos Totales)- Probabilidad de ocurrencia 10%.
54	Con pérdidas de producción 5% Total por efecto problemas de transporte del petroleo independiente de fugas. (Ver flujo de caja- Equivalente 5% Ingresos Totales)- Probabilidad de ocurrencia 8%.
67	Con pérdidas de ingresos equivalentes al 15% de la producción total generados por la volatilidad en el precio del crudo durante el transcurso del contrato- Probabilidad de Ocurrencia 15%.
71	Ocurrencia de 25 atentados en el oleoducto por año, causando pérdidas de producción durante 2 dias de reparación del oleoducto por c/u (50 dias de producción parada/365)- (afectación 13% Ingresos Totales) -Probabilidad de Ocurrencia 13%

**Fuente.** PETROCHEM, Calculó de la pérdida esperada para los escenarios alto

**TABLA 8. CÁLCULO DE VPN AJUSTADO CON EL VALOR DE LA PÉRDIDA ESPERADA PARA UN ESCENARIO DE RIESGO MEDIO.**

CALCULO DE VPN AJUSTADO PARA RIESGOS CRITICOS - ESCENARIO MEDIO				
Riesgo		Valor del Riesgo (Ci) KUSD\$	Probabilidad de Ocurrencia (hi) %	Perdida Esperada (Ci*hi) (Millones KUSD\$)
16	Riesgo de lesiones personales (muerte y accidente)	1050000	14	0.1470
26	Crudo fuera de especificaciones para la venta	1543787359	10	154.3787
27	Agua fuera de especificaciones para Vertimiento	1000000	10	0.1000
45	Incumplimiento en los estimados mínimos de producción para el crudo y el agua	3859468398	10	385.9468
46	Sobrecostos de operación por demora en la puesta a punto de los Tanques de Almacenamiento	150000	10	0.0150
48	Falla en los equipos de facilidades y pozos productores	3087574718	10	308.7575
54	Dificultad para transportar el crudo hasta su punto de entrega	771893680	8	61.7515
67	Volatilidad del precio internacional del crudo	3859468398	15	578.9203
71	Seguridad física instalaciones (atentado)	551352628	13	71.6758
TOTAL			100	1561.6926

**VPN AJUSTADO POR RIESGO MEDIO (MILLONES KUSD\$)** -1,512.5080

Explicación de los Valores para cada riesgo de escenario medio	
16	Con una fatalidad anual en actividad laboral con indemnización por persona fallecida de USD\$150000 (14% anual Tasa de fatalidad a nivel mundial durante 7 años restantes)
26	Con una perdida en las ventas por baja calidad de crudo equivalente al 2% de la producción total cada año (Ver flujo de caja- Producción equivalente a Ingresos Totales en un 2%)- Probabilidad de Ocurrencia en Caño Limón 10% durante 7 años.
27	Multas por incumplimiento en regulaciones ambientales de vertimiento por falencia en la dosificación química (1 millón de USD\$)- Probabilidad de ocurrencia 10% durante los próximos 7 años restantes.
45	Con perdidas de producción crudo y agua por debajo del 5% pronosticado durante el periodo de continuidad del contrato. (Disminución de ingresos totales en un 5%)- Probabilidad de
46	Sobrecostos en la operación por dosificación rompedor directo inadecuadamente, desmejorando la calidad del crudo para ventas- Despues de 24 horas multa \$ 50000- según contrato CA-3254 (con ocurrencia 3 días en 7 año)
48	Con perdidas de producción 4% total anual por efecto de paradas de equipos y Shutdown (Ver flujo de caja- Equivalente 4% Ingresos Totales)- Probabilidad de ocurrencia 10%.
54	Con perdidas de producción 1% Total por efecto problemas de transporte del petroleo independiente de fugas. (Ver flujo de caja- Equivalente 1% Ingresos Totales)- Probabilidad de ocurrencia 8%.
67	Con perdidas de ingresos equivalentes al 5% de la producción total generados por la volatilidad en el precio del crudo durante el transcurso del contrato- Probabilidad de Ocurrencia 15%.
71	Ocurrencia de 10 atentados en el oleoducto por año, causando perdidas de producción durante 2 dias de reparación del oleoducto por c/u (50 dias de producción parada/365)- (afectación 5,4% Ingresos Totales) -Probabilidad de Ocurrencia 13%

**Fuente.** PETROCHEM, Calculó de la perdida esperada para los escenarios medio.

**TABLA 9. CÁLCULO DE VPN AJUSTADO CON EL VALOR DE LA PÉRDIDA ESPERADA PARA UN ESCENARIO DE RIESGO BAJO.**

<b>CALCULO DE VPN AJUSTADO PARA RIESGOS CRITICOS - ESCENARIO BAJO</b>				
	<b>Riesgo</b>	<b>Valor del Riesgo (Ci) KUSD\$</b>	<b>Probabilidad de Ocurrencia (hi) %</b>	<b>Perdida Esperada (Ci*hi) (Millones KUSD\$)</b>
16	Riesgo de lesiones personales (muerte y accidente)	1050000	14	0.1470
26	Crudo fuera de especificaciones para la venta	38594683.98	10	3.8595
27	Agua fuera de especificaciones para Vertimiento	500000	10	0.0500
45	Incumplimiento en los estimados mínimos de producción para el crudo y el agua	77189367.96	10	7.7189
46	Sobrecostos de operación por demora en la puesta a punto de los Tanques de Almacenamiento	100000	10	0.0100
48	Falla en los equipos de facilidades y pozos productores	77189367.96	10	7.7189
54	Dificultad para transportar el crudo hasta su punto de entrega	38594683.98	8	3.0876
67	Volatilidad del precio internacional del crudo	38594683.98	15	5.7892
71	Seguridad física instalaciones (atentado)	97675481.35	13	12.6978
	<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>41.0789</b>

**VPN AJUSTADO POR RIESGO BAJO (MILLONES KUSD\$)** 8.1057

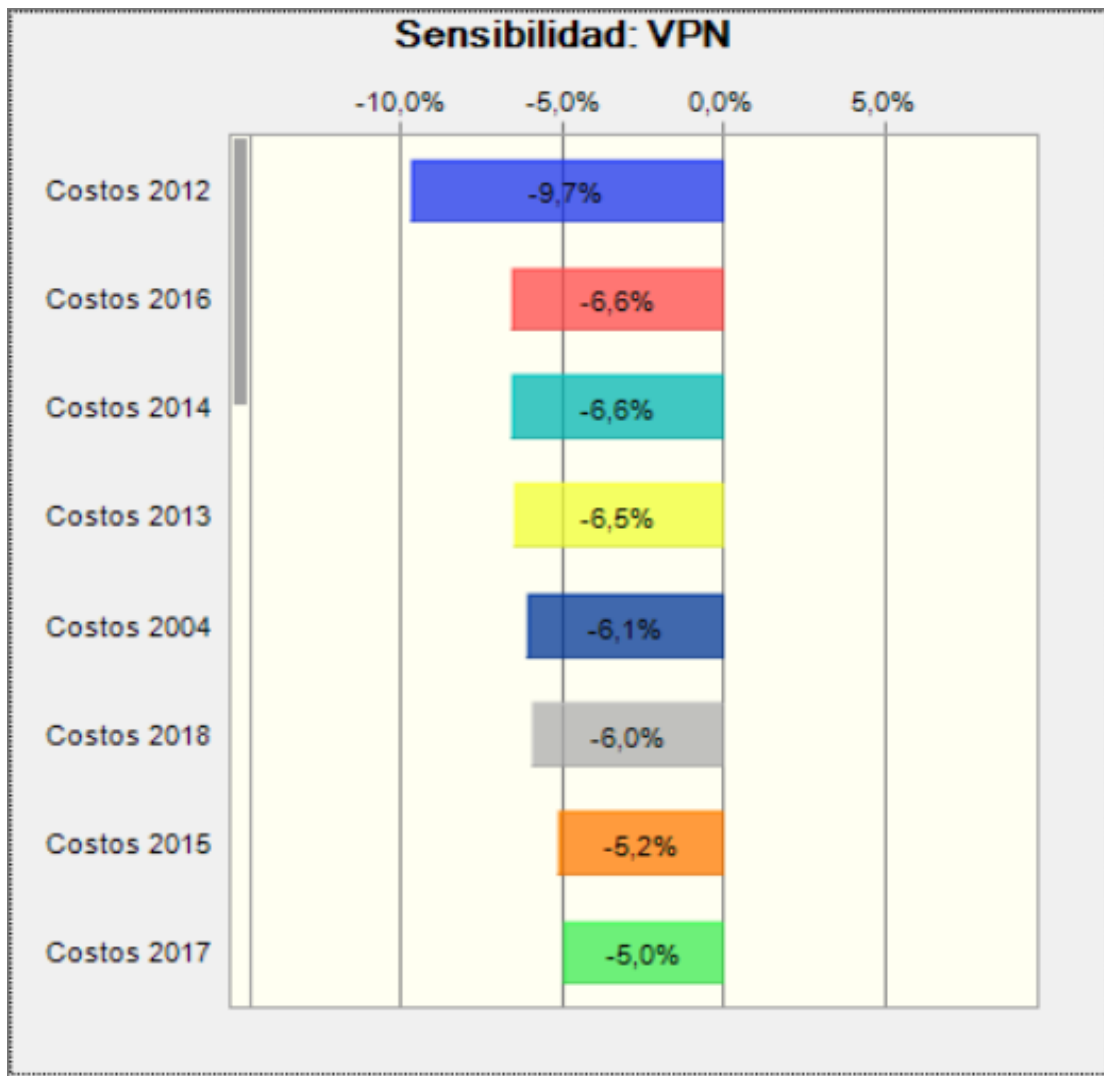
<b>Explicación de los Valores para cada riesgo en escenario bajo</b>	
16	Con una fatalidad anual en actividad laboral con indemnización por persona fallecida de USD\$150000 (14% anual Tasa de fatalidad a nivel mundial durante 7 años restantes)
26	Con una perdida en las ventas por baja calidad de crudo equivalente al 0,05% de la producción total cada año (Ver flujo de caja- Producción equivalente a Ingresos Totales en un 0,05%)- Probabilidad de Ocurrencia en Caño Limón 10% durante 7 años.
27	Multas por incumplimiento en regulaciones ambientales de vertimiento por falencia en la dosificación química (0,5 millón de USD\$ )- Probabilidad de ocurrencia 10% durante los próximos 7 años restantes.
45	Con perdidas de producción crudo y agua por debajo del 0,1% pronosticado durante el periodo de continuidad del contrato. (Disminución de ingresos totales en un 0,1%)-
46	Sobrecostos en la operación por dosificación rompedor directo inadecuadamente, desmejorando la calidad del crudo para ventas- Despues de 24 horas multa \$ 50000- según contrato CA-3254 (con ocurrencia 2 días en 7 año)
48	Con perdidas de producción 0,1% total anual por efecto de paradas de equipos y Shutdown (Ver flujo de caja- Equivalente 4% Ingresos Totales)- Probabilidad de ocurrencia 10%.
54	Con perdidas de producción 0,05% Total por efecto problemas de transporte del petroleo independiente de fugas. (Ver flujo de caja- Equivalente 1% Ingresos Totales)- Probabilidad de ocurrencia 8%.
67	Con perdidas de ingresos equivalentes al 0,05% de la producción total generados por la volatilidad en el precio del crudo durante el transcurso del contrato- Probabilidad de Ocurrencia 15%.
71	Ocurrencia de 1 atentados en el oleoducto por año, causando perdidas de producción durante 2 dias de reparación del oleoducto por c/u (50 dias de producción parada/365)- (afectación 1,6% Ingresos Totales) -Probabilidad de Ocurrencia 13%

**Fuente.** PETROCHEM, Calculó de la perdida esperada para los escenarios bajo.

## Análisis de Sensibilidad

Con la finalidad de conocer las variables de mayor impacto en la pérdida esperada y el valor presente para la empresa Petrochem se empleó el programa Crystal Ball para realizar el respectivo análisis de sensibilidad.

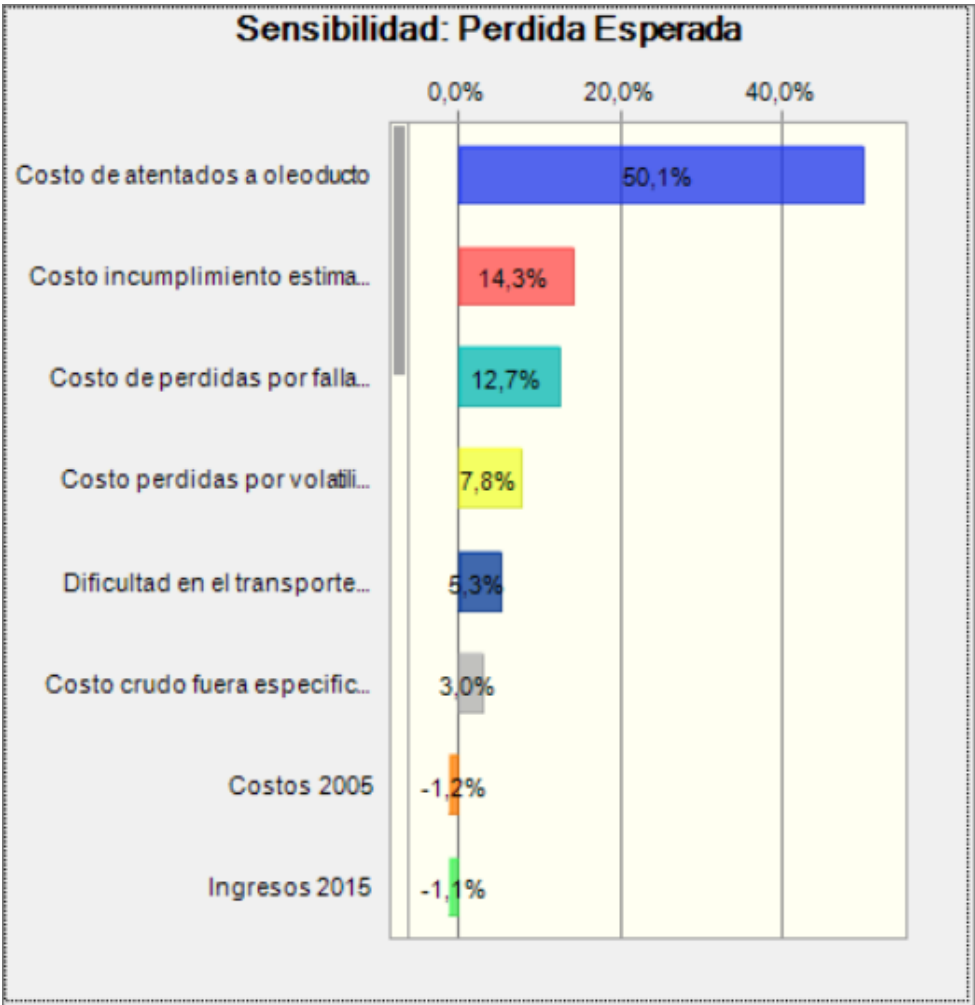
**GRÁFICO 8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL VPN**



**Fuente.** CRYSTAL BALL, Análisis de sensibilidad para variables del VPN.

Como se observa en el análisis de sensibilidad para el Valor Presente, los mayores costos de producción para la empresa ocurrirán en el año 2012, debido a la inclusión de los costos de los planes de mitigación para las causas comunes de los riesgos y el costo de asumir los riesgos más críticos desde un escenario bajo. Ver Anexo 8. Flujo de Caja de Petrochem corregido con la inclusión de valores de incertidumbre.

**GRÁFICO 9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA PÉRDIDA ESPERADA**



**Fuente.** CRYSTAL BALL, Análisis de sensibilidad para variables de pérdida esperada.

Se infiere del análisis de sensibilidad en el Gráfico No. 9 que los riesgos que influyen mayoritariamente para incrementar el valor de pérdida esperada son el costo por atentados a oleoductos (restricción de los volúmenes de producción y por ende de los consumos de productos químicos), el incumplimiento en los valores proyectados de la producción de crudo y agua en el campo, los costos por fallas en los equipos de la facilidad y las pérdidas de producción provocadas por la volatilidad en el precio del barril de crudo.

Cabe destacar, que todos los riesgos en mención son de carácter externo a Petrochem y afectan severamente sus balances financieros. Por lo tanto, la mejor opción es asumir un valor del presupuesto de la empresa para mitigar los riesgos basados en un escenario de bajo impacto e incluir el costo de mitigación de las causas de dichas incertidumbres que se encuentren dentro de los alcances de la empresa tal como se muestra en la sección 4.5. Cabe destacar que el presupuesto asignado para mitigar las causas se incrementará anualmente en un porcentaje 6% y que el valor para mitigar los riesgos externos se realizará de forma segmentada durante los 7 años restantes ( a partir del 2012) para no afectar severamente el flujo de caja de la empresa. Ver Anexo 8. Flujo de Caja Petrochem Corregido.

Con la inclusión de los costos para mitigar los riesgos el nuevo valor presente neto, la tasa interna de retorno, la tasa interna de retorno modificado y tiempo de repago son:

**VPN (12%): 37.88 Millones de US\$**

**TIR: 461%.**

**TIRM (12%): 45%**

**Tiempo de Repago: 1 año**

En comparación con el valor presente neto calculado excluyendo la incertidumbre (Sección 3.8) generada por los riesgos se disminuyó desde 49.18 millones KUS\$ hasta 37.88 millones KUS\$, la Tasa Interna de Retorno y el tiempo de repago se mantienen constante y la Tasa Interna Retorno Média disminuyó de 48% hasta 45%.

Con lo anterior, se demuestra que posterior a la inclusión de los costos para mitigar riesgos en la empresa, el negocio continuo con un alto grado de rentabilidad y con la ventaja de estar preparada para cualquier eventualidad que atente contra su estabilidad económica y financiera, garantizando su sostenibilidad y fortaleza económica.

#### **4.7. Análisis de Tornado y diagrama de araña**

Con la finalidad de comparar el impacto de las variables más sensibles y poderlas clasificar como de alto o bajo riesgo de afectación sobre el valor presente neto de se elaboraron los diagramas de Tornado y Araña correspondientes en el Anexo 9 y 10 respectivamente.

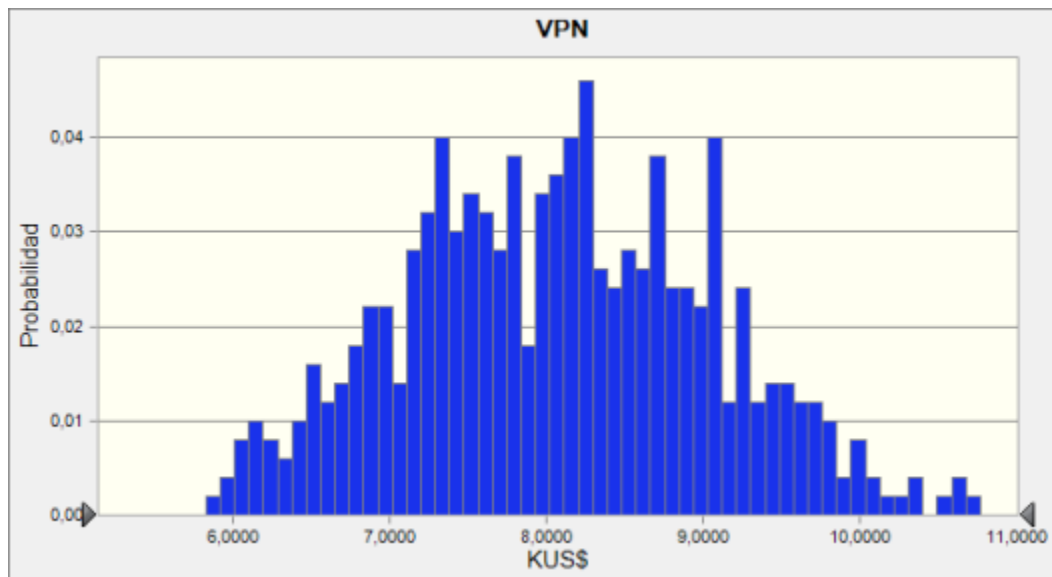
En los diagramas de tornado y araña se observa similarmente que los mayores costos de producción para la empresa incurrirán en el año 2012, momento en que se asignaría presupuesto para los planes de mitigación y se asumiría el valor de los riesgos críticos para la empresa. Adicionalmente, se denota la afectación de los flujos de caja desde el 2012 hasta el 2018 con la inclusión de los valores de riesgo en los costos totales de operación de Petrochem.

## 4.8. Curva de distribución del Valor Presente Neto y pérdida esperada

### 4.8.1. Curva de distribución del valor presente neto.

A continuación se muestra la curva de distribución del valor presente neto posterior a la inclusión de los costos de mitigación para los riesgos de mayor criticidad.

**GRÁFICO 10. CURVA DE DISTRIBUCIÓN PARA EL VALOR PRESENTE NETO.**



**Fuente.** CRYSTAL BALL, Calculo curva de distribución valor presente neto.

### Resumen generado por el reporte de Crystal Ball

El rango completo está entre 5,2326 y 11,0261.

El caso base es 8,1057.

**TABLA 10. ESTADÍSTICAS DE SIMULACIÓN DE CRYSTAL BALL PARA EL VPN.**

<b>Estadísticas</b>	<b>Valores pronosticados</b>
Iteraciones	500
Caso base	8.1057
Media	8.0746
Mediana	8.0787
Moda	---
Desviación estándar	0.9965
Varianza	0.9930
Asimetría	0.1084
Curtosis	2.64
Coefficiente de variabilidad	0.1234
Mínimo	5.2326
Máximo	11.0261
Rango	5.7935
Error estándar de la media	0.0446

**Fuente.** CRYSTALL BALL, Estadísticas de distribución de VPN.

Se observa en las tendencias estadísticas de la distribución del valor presente neto que la media corresponde a un valor de 8.0746 y la desviación estándar a un valor de 0.9965, característico de un escenario con bajo impacto de riesgo como el descrito en la sección 4.6.

#### 4.8.2. Curva de distribución de la pérdida esperada.

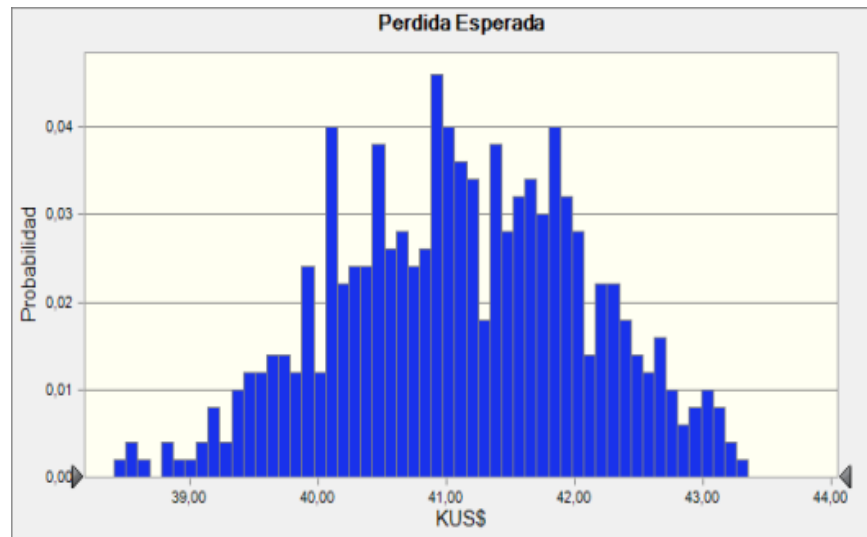
Similarmente se calculó la tendencia de distribución correspondiente a la pérdida esperada, la cual se muestra a continuación:

#### Resumen generado por el reporte de Crystal Ball

El rango completo está entre 38,16 y 43,95.

El caso base es 41,08.

#### GRÁFICO 11. CURVA DE DISTRIBUCIÓN PARA LA PÉRDIDA ESPERADA.



**Fuente.** CRYSTAL BALL, Calculo curva de distribución pérdida esperada

**TABLA 11. ESTADÍSTICAS DE SIMULACIÓN DE CRYSTAL BALL DE LA PÉRDIDA ESPERADA.**

Estadísticas	Valores pronosticados
Iteraciones	500
Caso base	41.08
Media	41.11
Mediana	41.11
Moda	---
Desviación estándar	1.00
Varianza	0.99
Asimetría	-0.1084
Curtosis	2.64
Coefficiente de variabilidad	0.0242
Mínimo	38.16
Máximo	43.95
Rango	5.79
Error estándar de la media	0.04

**Fuente.** CRYSTALL BALL, Estadísticas de distribución de pérdida esperada.

Se observa en las tendencias estadísticas de la distribución de la pérdida esperada que la media corresponde a un valor de 41.11 y la desviación estándar a un valor de 1.00, característico de un escenario con bajo impacto de riesgo como el descrito en la sección 4.6.

Por lo tanto, se concluye de los diagramas de distribución del valor presente neto y la pérdida esperada respectivamente, que un escenario de bajo riesgo como se describió en la sección 4.5 es el más adecuado para incluir el valor de las

acciones de mitigación a las causas de los riesgos definidas en la sección 4.5 y los costos de asumir los riesgos críticos seleccionados en la sección 4.6.

Caso contrario ocurre con la selección de escenarios de evaluación con asignación de presupuestos altos y medios para mitigar los riesgos; en donde la empresa incurriría en sobregastos para implementar su plan de gestión de riesgos financieros y de entorno, generando un valor presente neto negativo en su flujo de caja e incurriendo en un déficit económico.

## 5. CONCLUSIONES

- ❖ Se realizó la proyección económica de la empresa Petrochem para evaluar los diversos riesgos financieros y de entorno que se generan en la actualidad y para los próximos 6 años, empleando correlaciones de consumo de los productos químicos para las facilidades en base a pronósticos reales y estadísticos de la producción de crudo y agua en el campo petrolero de Caño limón.
- ❖ Se realizó el análisis del flujo de caja de la empresa en un escenario sin incertidumbre con el Valor Presente Neto (49.11 Millones US\$), la Tasa Interna de Retorno (461%), la Tasa Interna de Retorno Modificada (48%) y el tiempo de repago calculado en 1 año, mostrándose como una empresa altamente rentable en su evaluación económica. Sin embargo, en el momento de incluir los valores de incertidumbre de los riesgos externos y financieros de mayor criticidad para el flujo de caja de la compañía, se demostró que cualquier variación u impacto generado por estos riesgos coloca inmediatamente en déficit económico a la empresa, llevándola en corto plazo a la quiebra, debido a valores presentes netos negativos para los escenarios de riesgo medio y alto. Por lo tanto, se deben tomar acciones de mitigación y planes de contingencia contra los riesgos que mayor impacto pueden ocasionar en la compañía.
- ❖ Se identificaron, clasificaron y evaluaron las variables de riesgo financiero interno y de entorno que se pueden presentar a futuro y en la actualidad operativa de la empresa, con la finalidad de buscar acciones para contrarrestar el impacto negativo que pueden ocasionar ante una eventualidad inesperada.

- ❖ Se elaboraron los diagramas de causa- efecto para los riesgos de financieros y de entorno más críticos de la empresa y se propuso un plan de mitigación de los riesgos, asignándole un valor presupuestado a partir del año 2012 para minimizar las causas comunes de los riesgos mayores. Lo anterior se realizó con la finalidad de evitar la ocurrencia de sucesos inesperados que afecten severamente la estabilidad económica de la empresa, proponiendo la asignación de un recurso monetario anual para capacitar a todo el personal en diversos temas según su campo de acción dentro de la compañía, realizar verificaciones de calidad en productos químicos, equipos, auditorias operacionales, entre otras medidas de mitigación para evitar la ocurrencia de los riesgos.
  
- ❖ Se calculó un valor de pérdida esperada a los riesgos críticos que afectan la estabilidad económica de la empresa Petrochem bajo un escenario apropiado y se asignó un costo adicional en el flujo de caja a partir del año 2012 de forma segmentada hasta el 2018, con la finalidad de determinar el escenario más adecuado para proponer un plan de gestión de riesgos en la empresa. Adicionalmente, se realizaron los respectivos análisis de sensibilidad, análisis de tornado y araña, la evaluación del comportamiento en las funciones de distribución para el valor presente neto y la perdida esperada, encontrándose que un escenario con bajo riesgo es el mas adecuado para incluirlo en el flujo de caja, siempre y cuando se implementen las acciones de mitigación a las causas de los riesgos mas críticos. Caso contrario ocurre con la selección de escenarios de evaluación con asignación de presupuestos altos y medios para mitigar los riesgos, en donde la empresa incurriría en sobregastos para implementar su plan de gestión de riesgos financieros y de entorno, generando un valor presente neto negativo y llevándose a la quiebra económica.

- ❖ Se propuso un sistema de gestión de riesgos de entorno y financiero para la empresa de forma práctica, efectiva y minimizando los costos de su implementación. Con los valores obtenidos para el flujo de caja Corregido para Petrochem correspondientes a un valor presente neto que disminuyó de 49.18 Millones KUS\$ hasta 37.88 Millones KUS\$, una Tasa Interna de Retorno y el tiempo de repago que se mantuvieron constante y una Tasa Interna Retorno Medía disminuyó de 48% hasta 45%, se demuestra que posterior a la inclusión de los costos para mitigar riesgos en la empresa, el negocio continuo con un alto grado de rentabilidad y con la ventaja de estar preparado para cualquier eventualidad que atente contra su estabilidad económica y financiera, garantizando la sostenibilidad de la compañía.

## 6. RECOMENDACIONES

- ❖ Se deben crear los mecanismos en la empresa para comenzar a implementar un plan de gestión de riesgos financieros y de entorno, previniendo que un evento esporádico atente severamente contra su estabilidad económica y la conlleve a la quiebra.
- ❖ Existen muchos otros escenarios para implementar un adecuado plan de gestión de riesgos financieros y de entorno para la empresa realizando análisis de escenarios; sin embargo se seleccionó una opción conveniente por su facilidad de implementación y su minimización en los costos de ejecución.

## 7. BIBLIOGRAFIA

BRAVO, Oscar y otro. Gestión Integral de Riesgos. Tomo I. Tercera Edición. Editorial Bravo y Sánchez E.U. 2009.

ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 5254. "Gestión de riesgos" Primera Actualización 2005.

ISO /DIS. 31000. Risk Management. Principles and guidelines on implementation. 2008.

PETERSON. P. Financial Management and Analysis. Editorial Mc Graw Hill. 1999. Capitulo 10.

RENDER. B and Stair R. Quantitative Analysis for Management. Editorial Prentice Hall. Septima Edición. 2000.

SERNA, H. Sistema Integral de Medición de Gestión. Universidad de los Andes. Desarrollo Gerencial, 2005.

## ANEXO A. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CRUDO CAÑO LIMÓN

**TABLA 12. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO CRUDO CAÑO LIMÓN**

<b>CRUDO CAÑO LIMON</b>	
<b>ANÁLISIS</b>	<b>VALOR</b>
API 15.6°C (60°F)	29.2
Density @ 15.0°C (g/cc)	0.8794
Sulphur (%w)	0.498
CCR (%w)	5.241
ACIDITY NUMBER (mg KOH/g)	0.242
RVP (psi)	0.79
Pour Point (°C)	3
VGC	0.839
n-C7 non-soluble (%w)	3.49
n-C5 non-soluble (%w)	
K Factor (UOP)	11.94
Temperature 1 C	
Viscosity @ t1 °C (cSt)	15.84(40)
Temp 2 C	
Viscosity @ t2°C (cSt)	11.35(50)
Viscosity @ 50°C (cSt)	
V50	
Ashes (%w)	0.012
BSW (%v)	0.0
Salt (lb/1000Bls)	4.2
Vanadium (ppm)	12.70
Nickel (ppm)	37.00
Sodium (ppm)	3.30
Iron (ppm)	4.90
Copper (ppm)	0.03
Magnesium (ppm)	0.18
Calcium (ppm)	0.48

Wax (%w)	7.85
Flash (°C)	7

**Fuente.** OCCIDENTAL DE COLOMBIA, Especificaciones Técnicas del Crudo Caño Limón.

## ANEXO B. CALCULO DE COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA EMPRESA PETROCHEM

### Calculo de costos de mano de obra en la empresa Petrochem

Con la finalidad de calcular los costos de mano de obra se empleó la matriz que se muestra a continuación:

**TABLA 13. CÁLCULO COSTOS DE MANO DE OBRA EN PETROCHEM**

Concepto	%	Valor Mes	Valor año
Sueldo			\$
Auxilio de Transporte		0	\$
Horas extras		0	\$
Auxilios		0	\$
<b>Subtotal</b>		<b>\$</b>	<b>\$</b>
<b>PRESTACIONES SOCIALES</b>			
Cesantías	8,33%	\$	\$
Intereses sobre cesantías	1%	\$	\$
Prima	8,33%	\$	\$
Vacaciones	4,17%	\$	\$
<b>PARAFISCALES</b>			
Sena	2%	\$	\$
ICBF	3%	\$	\$
Cajacom	4%	\$	\$
<b>SEGURIDAD SOCIAL</b>			
ARP (Administradora de Riesgos Profesionales)	0,52%	\$	\$
Pensión	12%	\$	\$
Salud	8,50%	\$	\$
	<b>51,85%</b>	<b>\$</b>	<b>\$</b>
<b>TOTAL NÓMINA</b>		<b>\$</b>	<b>\$</b>

**Fuente.** PETROCHEM, Cálculo salarial de los empleados.

Se observa que los sobre costos generados excluyendo el salario anual corresponde a un 51.58% del salario para cada trabajador.

**TABLA 14. COSTOS DE MANO DE OBRA DE LA EMPRESA PETROCHEM.**

Costos de Mano de Obra Calificada (2012)													
Cargo	Cantidad	Salario Mensual (\$ Colombiano)	Salario Anual (\$ Colombiano)	Salario Anual (KUS\$)	Pago Primas anuales (KUS\$)	Vacaciones anuales (KUS\$)	Cesantias anuales (KUS\$)	Intereses Cesantias (KUS\$)	Pago EPS (KUS\$)	Pago Pensión (KUS\$)	Pago ARP (KUS\$)	Pago Parafiscales (KUS\$)	
Gerente General	1	25000000	300000000	168539.33	Salario Integral	7028.09	Salario Integral	Salario Integral	14325.84	20224.72	876.40	15168.54	
Administrador de Contrato	1	14500000	174000000	97752.81	Salario Integral	4076.29	Salario Integral	Salario Integral	8308.99	11730.34	508.31	8797.75	
Asesor Jurídico	1	8430000	101160000	56831.46	Contrato Prestación Servicios	Contrato Prestación Servicios	Contrato Prestación Servicios	Contrato Prestación Servicios	Contrato Prestación Servicios	Contrato Prestación Servicios	Contrato Prestación Servicios	Contrato Prestación Servicios	
Asesor Contable	1	7400000	88800000	49887.64	Salario Integral	2080.31	Salario Integral	Salario Integral	4240.45	5986.52	259.42	4489.89	
Ingeniero Especialista	1	9500000	114000000	64044.94	Salario Integral	2670.67	Salario Integral	Salario Integral	5443.82	7685.39	333.03	5764.04	
Supervisor Analista Químico	2	6580000	157920000	88719.10	7390.30	3699.59	7390.30	88.72	7541.12	10646.29	461.34	7984.72	
Técnico Electromecánico	2	4350000	104400000	58651.69	4885.69	2445.78	4885.69	58.65	4985.39	7038.20	304.99	5278.65	
Supervisor HESQ	1	4100000	49200000	27640.45	2302.45	1152.61	2302.45	27.64	2349.44	3316.85	143.73	2487.64	
Operador Técnico III	2	3950000	94800000	53258.43	4436.43	2220.88	4436.43	53.26	4526.97	6391.01	276.94	4793.26	
Operador Técnico II	2	3570000	85680000	48134.83	4009.63	2007.22	4009.63	48.13	4091.46	5776.18	250.30	4332.13	
Operador Técnico I	2	3230000	77520000	43550.56	3627.76	1816.06	3627.76	43.55	3701.80	5226.07	226.46	3919.55	
Secretaria General	1	1100000	13200000	7415.73	617.73	309.24	617.73	7.42	630.34	889.89	38.56	667.42	
Totales	17	91710000	1360680000	764426.97	14994.00	29506.73	14994.00	180.00	60145.62	84911.46	3679.50	63683.60	
											Costo Total Año 2012 Mano Obra (KUS\$)		1036521.87

Fuente. PETROCHEM, Base salarial del personal de la empresa.

## ANEXO C. FLUJO DE CAJA DE LA EMPRESA PETROCHEM<sup>27</sup>

FLUJO DE CAJA																	
INGRESOS	Unidades	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTALES
Ingresos Rompedor Directo Consumido Anual	KUS\$	204.4210	200.3316	196.6260	184.6642	171.5990	144.2147	137.0052	128.1884	129.6483	115.1879	107.1076	99.5941	92.6076	86.1113	80.0707	2077.3775
Ingresos Inhib. de Corrosión Consumido Anual	KUS\$	859.8149	915.7039	985.9850	1065.9758	1150.8187	1245.4479	1331.4687	1437.1511	1550.4352	1661.4792	1781.9978	1910.9973	2049.0616	2196.8139	2354.9199	22498.0709
Ingresos Inhib. de Incrustaciones Consumido Anual	KUS\$	752.3380	801.2410	862.7368	932.7288	1006.9664	1089.7669	1165.0351	1257.5072	1356.6308	1453.7943	1559.2481	1672.1227	1792.9289	1922.2122	2060.5549	19685.8121
Ingresos Anti Espumante Consumido Anual	KUS\$	52.2409	51.1958	50.2489	47.1920	43.8531	36.8549	35.0124	32.7592	33.1323	29.4369	27.3719	25.4518	23.6664	22.0062	20.4625	530.8854
Ingresos Clarificante Consumido Anual	KUS\$	1238.1334	1318.6137	1419.8183	1535.0051	1657.1790	1793.4449	1917.3150	2069.4976	2232.6266	2392.5301	2566.0769	2751.8361	2950.6486	3163.4120	3391.0847	32397.2221
INGRESOS TOTALES PETROCHEM	KUS\$	3106.9482	3287.0860	3515.4150	3765.5659	4030.4162	4309.7293	4585.8365	4925.1034	5302.4732	5652.4285	6041.8023	6460.0020	6908.9131	7390.5556	7907.0927	77189.3680
EGRESOS																	
Unidades	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTALES	
Costos de Operación	KUS\$	3100.9400	3280.4817	3508.0843	3757.4550	4021.4920	4299.9592	4575.2394	4913.5058	5289.7745	5638.9017	6027.1531	6444.1563	6891.7917	7372.0736	7887.16	77008.1676
Costos de Contrato Alquiler Camionetas/ Vehiculos Carga P	KUS\$	0.0273	0.0297	0.0323	0.0351	0.0381	0.0414	0.0450	0.0489	0.0532	0.0575	0.0621	0.0670	0.0724	0.0782	0.0844	0.7725
Costos relaciones con la comunidad (RSC)	KUS\$	0.3107	0.3287	0.3515	0.3766	0.4030	0.4310	0.4586	0.4925	0.5302	0.5652	0.6042	0.6460	0.6909	0.7391	0.7907	7.7189
Costos compra productos químicos	KUS\$	3097.6274	3277.2247	3504.8687	3754.2692	4018.3249	4296.8001	4572.0790	4910.3281	5286.5658	5635.4713	6023.6769	6440.6220	6888.1864	7368.3840	7883.37	76957.7999
Costo de Mano Obra	KUS\$	0.5800	0.6237	0.6706	0.7211	0.7754	0.8337	0.8965	0.9640	1.0365	1.1091	1.1867	1.2698	1.3587	1.4538	1.5555	15.0351
Costos de abandono facilidades inyección químicos	KUS\$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1894	0.1894	0.1894	0.1894	0.1894	0.1894	1.1363
Otros Gastos y Costos (Telecomunicaciones/Alojamiento/A	KUS\$	2.3947	2.2749	2.1612	2.0531	1.9505	1.8530	1.7603	1.6723	1.5887	1.5092	1.4338	1.3621	1.2940	1.2293	1.1678	25.7049
Utilidad Operativa	KUS\$	6.0082	6.6043	7.3306	8.1108	8.9242	9.7701	10.5971	11.5976	12.6988	13.5269	14.6493	15.8457	17.1214	18.4820	19.9334	181.2004
Deducciones	KUS\$	0.0000	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.8290
Amortizaciones	KUS\$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Depreciaciones	KUS\$	0.0000	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.8290
Otras Deducciones	KUS\$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Utilidad Antes de Impuestos (Gravable)	KUS\$	6.0082	6.3214	7.0477	7.8279	8.6413	9.4872	10.3142	11.3147	12.4159	13.2440	14.3664	15.8457	17.1214	18.4820	19.9334	178.3714
Impuesto de Renta	KUS\$	0.0000	1.9827	2.0860	2.3258	2.5832	2.8516	3.1308	3.4037	3.7339	4.0972	4.3705	4.7409	5.2291	5.6501	6.0991	52.2845
Utilidad Después de Impuestos	KUS\$	6.0082	4.3387	4.9617	5.5022	6.0581	6.6356	7.1834	7.9110	8.6820	9.1467	9.9959	11.1048	11.8923	12.8319	13.8343	126.0868
Inversiones	KUS\$	7.0403	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	7.0403
Compra de bombas dosificadoras de química	KUS\$	1.6927	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.6927
Instalación de facilidades de dosificación	KUS\$	1.1363	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.1363
Compra de oficina y bodega en Arauca	KUS\$	4.2113	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.2113
FLUJO DE CAJA	KUS\$	-1.0322	4.6216	5.2446	5.7851	6.3410	6.9185	7.4663	8.1939	8.9649	9.4296	10.2788	11.1048	11.8923	12.8319	13.8343	121.8755
FLUJO DE CAJA ACUMULADO (VP)	KUS\$	-1.0322	3.0942	7.2752	11.3929	15.4227	19.3484	23.1311	26.8376	30.4584	33.8588	37.1683	40.3607	43.4131	46.3539	49.1847	

<sup>27</sup> Para efectos de cálculo se tomó la Tasa de Descuento 12%, el impuesto de renta 33% de la Utilidad Gravable y los valores en unidades de Millones de dólares constantes.

## ANEXO D. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA EMPRESA PETROCHEM.

**TABLA 15. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA EMPRESA PETROCHEM.**

RIESGOS OPERACIONALES	
	<b>Gobernabilidad</b>
1	Falta de responsabilidades claramente definidas
2	Líneas de autoridad poco claras
3	Frecuente modificación de cargos administrativos
	<b>Personal</b>
4	Ausencia de liderazgo durante la realización del proyecto
5	No atraer ni retener el personal que se requiere
6	Desmotivación laboral entre el personal
7	Ausencia de personal calificado para cada actividad realizada.
8	Falta de capacitación y reentrenamiento del personal en sus áreas de trabajo
9	Baja capacidad gerencial en el proyecto
10	Deficiencia en la comunicación entre los líderes del proyecto y el personal no calificado.
	<b>Corrupción</b>
11	Fraude en procesos contractuales, manejo de servicios, inconsistencias en las evaluaciones financieras.
12	El uso inadecuado de los recursos destinados a CAPEX y OPEX
13	Sabotaje, daño a las instalaciones
	<b>Jurídico</b>
14	Ser demandados por la comunidad, una empresa contratista, la empresa contratante o trabajadores del sindicato.
15	Perder demandas en contra que generan remuneración en dinero a afectados
	<b>Seguridad Industrial</b>
16	Accidentes de trabajo (lesiones y fatalidades).
17	Incendio-explotación en facilidades por uso inadecuado de productos químicos.
18	No uso del equipo de protección personal apropiado
	<b>Salud Ocupacional</b>
19	Enfermedades profesionales
20	Epidemias, infecciones, intoxicaciones generalizadas por inhalación de productos químicos
21	Condiciones de trabajo con bajo nivel ergonómico
	<b>Medio Ambiente</b>
22	No cumplimiento de permisos de funcionamiento ambientales (LTOs)
23	Deficientes Vertimientos de aguas industriales por problemas de equipos
24	Graves problemas de contaminación en fuentes hídricas o terreno por derrame de un producto químico.
25	Problemas en el suministro de agua potable apta para consumo en el campo por contaminación con producto químico.
	<b>Calidad</b>
26	Crudo fuera de especificaciones para la venta por problemas de vencimiento del rompedor directo o dosificación inadecuada.
27	Agua fuera de especificaciones para Vertimiento por problemas de vencimiento del clarificante o dosificación inadecuada.
28	Ruptura de las líneas de las facilidades por problemas de corrosión.
29	Problemas de incrustaciones en la tubería con paradas en la producción.
30	Rebosamiento de tanques de almacenamiento, FWKOs ó Skim Tank por alta presencia de espuma.

Fuente. PETROCHEM, Identificación de riesgos

## CONTINUACIÓN TABLA 15. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA EMPRESA PETROCHEM.

RIESGOS OPERACIONALES	
	<b>Informático</b>
31	No disponibilidad de la Infraestructura necesaria en telecomunicaciones y transferencia de datos
32	Interrupción en la continuidad de los servicios informáticos por virus u otras causas
33	Suplantación de identidad: accesos no autorizados (confidencialidad)
34	Hackers que alteren el sistema
	<b>Proceso de contratación y compras</b>
35	Selección incorrecta del contratista/proveedor
36	Especificaciones técnicas incorrectas del proveedor de nuevas infraestructuras
37	Demoras en el proceso de compra, adquisición ó entrega de materiales.
38	Materiales de mala calidad
39	Deficientes servicios de alimentación y alojamiento.
40	Logística inadecuada en seguridad física
41	Demora en el tiempo de entrega de las adecuaciones para los Skid de Inyección de productos Químicos
42	Problemas relacionados con la prestación del servicio de transporte de personal.
43	Retrasos en las aprobaciones o firma de contratos.
44	Demora a pago de subcontratistas.
	<b>Producción</b>
45	Incumplimiento en estimados de producción de petróleo y agua.
46	Sobrecostos de operación por demoras en la puesta a punto de los tanques de almacenamiento.
47	Operar a pérdida (costos estimados de CAPEX y OPEX mayores a los Ingresos Brutos obtenidos del suministro de los productos)
48	Falla en la operación de las facilidades y los pozos productores que modifiquen las dosificaciones químicas.
49	Aumento de costos de mantenimientos correctivos o paradas de equipos no planeadas.
50	Falla en el servicio de telecomunicaciones.
51	Falla en el sistema de generación de energía eléctrica de las facilidades.
52	Capacidad inadecuada en la facilidad de producción crudo/agua. (por sobrecarga hidráulica o baja carga a la batería).
53	Daño en equipos indispensables para la operación (indisponibilidad o demora en el reemplazo).
54	Dificultad para transportar el crudo hasta el punto de entrega (indisponibilidad de ductos por atentados).
55	Deficiencias en las tecnologías de recobro de crudo.
56	Calculo inadecuado del volumen proyectado para la producción crudo y agua.
57	Inadecuada distribución del personal en las labores distribución y aplicación de los productos químicos.
58	Carencia de procedimientos establecidos para las actividades de dosificación de productos químicos (manuales operativos)
RIESGOS DE ENTORNO	
	<b>Políticos</b>
59	Influencia de países extranjeros por ubicación geográfica.
60	Aumento de la tasa impositiva
61	Abusos de las autoridades locales
	<b>Económicos</b>
62	Globalización: Crecimiento y fortalecimiento de la competencia: movimientos de los competidores que afecten ventas de productos.
63	Devaluación de la moneda local con respecto al dólar.
64	Condiciones desfavorables en los acuerdos de libre comercio
65	Incremento en el precio de compra de los productos químicos requeridos.
66	Decrecimiento del PIB del país.
67	Volatilidad del precio internacional del barril de petróleo.
68	Variación de la tasa de cambio del dólar
69	Variaciones inesperadas en los tipos de interés bancarios
	<b>Orden Público</b>
70	Seguridad Física del personal: secuestro, asesinato.
71	Seguridad física de las instalaciones: atentado
72	Alteración del orden público provocado por comunidades aledañas
	<b>Sociales</b>
73	Paros cívicos o sindicales.
74	Problemas con la comunidad.
	<b>Naturales</b>
75	Terremoto en la zona de ubicación del campo.
76	Choque electrostático con rayo
77	Inundación en zonas aledañas a las facilidades o sobre la vía de acceso.

Fuente. PETROCHEM, Identificación de riesgos

## CONTINUACIÓN TABLA 15. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA EMPRESA PETROCHEM.

RIESGOS DE ENTORNO	
78	Incendios forestales cerca a las facilidades.
79	Vendavales que pueden tumbar las líneas eléctricas
80	Temperaturas extremas que pueden dehidratar a personal.
81	Derrumbes de zonas aledañas en las facilidades, bloqueando las vías de acceso.
RIESGOS ESTRATÉGICOS	
	<b>Competidores</b>
82	Disminución de la demanda crudo (auge de tecnologías limpias para producir combustibles tales como: eólica y solar).
83	Venta de productos químicos colocado en el punto de entrega a mas bajo precio, por parte de una empresa competidora.
	<b>Planeación</b>
84	Pérdida de Imagen empresarial
85	Falta de cumplimiento de objetivos
86	No realizar proyecciones bajo escenarios representativos
	<b>Mercado</b>
87	Bajo conocimiento del mercado del petróleo en la región.
88	Canales de distribución de crudo insuficientes (carencia de medios de transporte del crudo por voladura de oleoducto).
RIESGOS TOMA DE DECISIONES	
	<b>Información</b>
89	Poca confiabilidad e integridad: Falta de información de calidad para la toma de decisiones
90	No disponibilidad de la información requerida en el momento oportuno
91	Demoras en la toma de decisiones
	<b>Financiero</b>
92	Baja liquidez
93	Insolvencia: no tener con qué pagar obligaciones a terceros
94	Proyecciones de gastos e inversiones sujetas a incertidumbre frente al presupuesto
95	Fluctuaciones en el valor del patrimonio
96	Reportes financieros insuficientes para los accionistas
97	Asignación inadecuada de recursos
	<b>Proyectos</b>
98	Mala Formulación y Evaluación
99	Sobrecostos exagerados en la ejecución del proyecto
100	Recursos insuficientes para ejecución del proyecto
101	Retrasos y demoras
102	Mayor tiempo de repago con relación al estimado inicialmente.

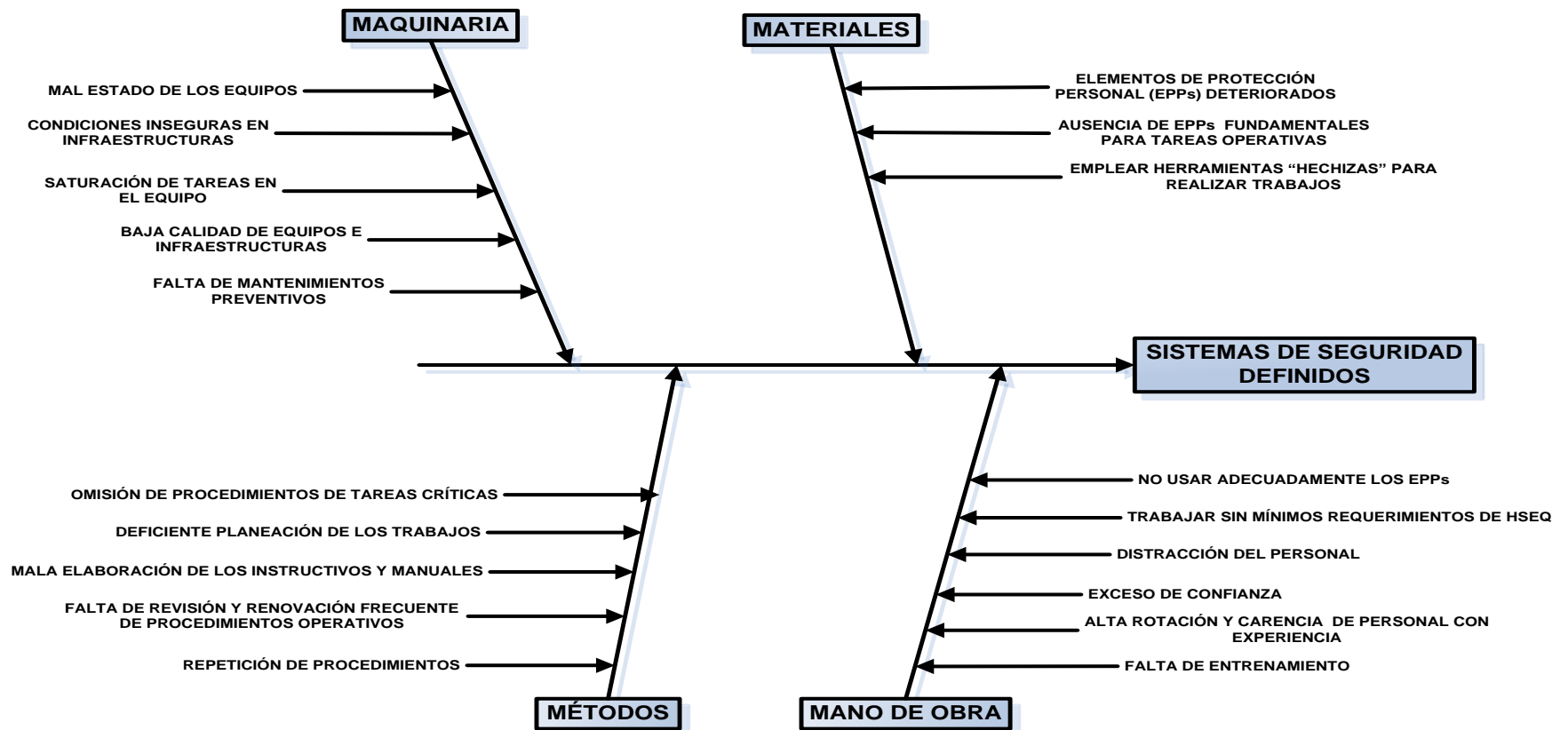
Fuente. PETROCHEM, Identificación de riesgos

## ANEXO E. CLASIFICACIÓN EN LA MATRIZ DE RIESGOS.

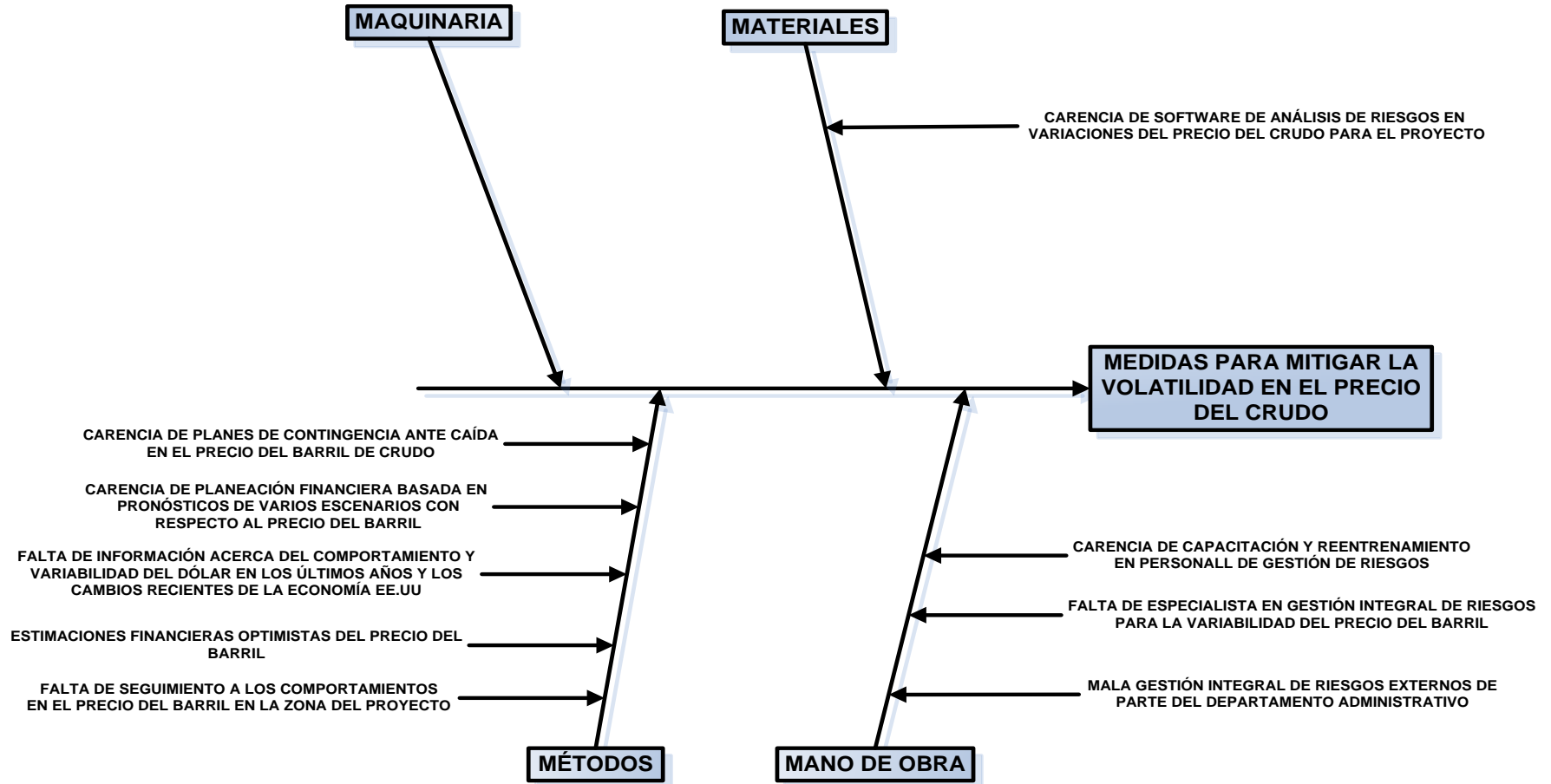
Puntaje (Nivel de Gravedad)	CONSECUENCIAS					A	B	C	D	E	
	(Máx 5 y Mín 0)	Daño a la propiedad Privada / Personas (PP)	Efectos Financiera (EF)	Repercusiones Ambientales (RA)		Calidad e Imagen (Q)	Probabilidad de las variables	Puede Ocurrir solo en circunstancias excepcionales.	Podría ocurrir en algunas ocasiones.	Hay una posibilidad media	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
Frecuencia (Accidente)					Mayor a tres años		Entre tres y un año	Entre un año y un mes	Entre un mes y una semana	Semanalmente	
					Probabilidad Total	Remota	Poco Probable	Probable	Puede ocurrir	Ocurre	
5	Muy Grave/Muerte	Catastrófica más de 1 millón de dólares - Daños generalizados	Daño severo y prolongado	Internacional / impacto cliente	SEVERIDAD	Crítica	31, 32, 34, 47, 52, 53, 58, 62, 74, 75, 82, 11, 17, 24	1, 2, 3, 4, 10, 15, 24, 25, 28, 29, 33, 39, 55, 59, 60, 61, 83, 84, 85, 89, 90, 91, 95, 96, 99, 100, 102.	13, 14, 25, 30, 38, 56, 63, 65, 66, 69, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 86, 92, 93, 94, 98, 101,	22, 23, 68, 70, 71, 88	16, 26, 27, 45, 46, 48, 54, 67, 71
4	Grave/Lesión incapacitante	Grave de 100 mil a 1 millón de dólares - Daños mayores	Daño severo de corto plazo	Nacional / Impacto corporación		Mayor	7, 12, 43, 64, 80, 87	5, 8, 9, 35, 36, 37	6, 40, 44, 49, 57, 97	41, 51	18, 19, 20, 21
3	Medio/Trabajo restringido	Severo de 10 mil a 100 mil dólares - Daños locales	Daño localizado	Regional / impacto a la unidad de negocio		Moderada	81	50	42		
2	Menor/Tratamiento médico	Importante de 5 mil a 10 mil dólares - Daños menores	Daño menor	Local / impacto gerencia proceso		Menor					
1	Leve/Primeros auxilios	Marginal menos de 5 mil dólares - Daños leves	Daño leve	Interna / Impacto al proceso o actividad		Leve					
0	Ninguna Lesión	Ninguna	Sin efectos	Ningún Impacto		Ninguna					
Niveles de Riesgo											
N	Trivial	L	Bajo	M	Medio	H	Alto	VH	Muy alto		
RIESGO ACEPTABLE						RIESGO NO ACEPTABLE					

## ANEXO F. DIAGRAMAS DE CAUSA-EFECTO (ESPIÑA DE PESCADO).

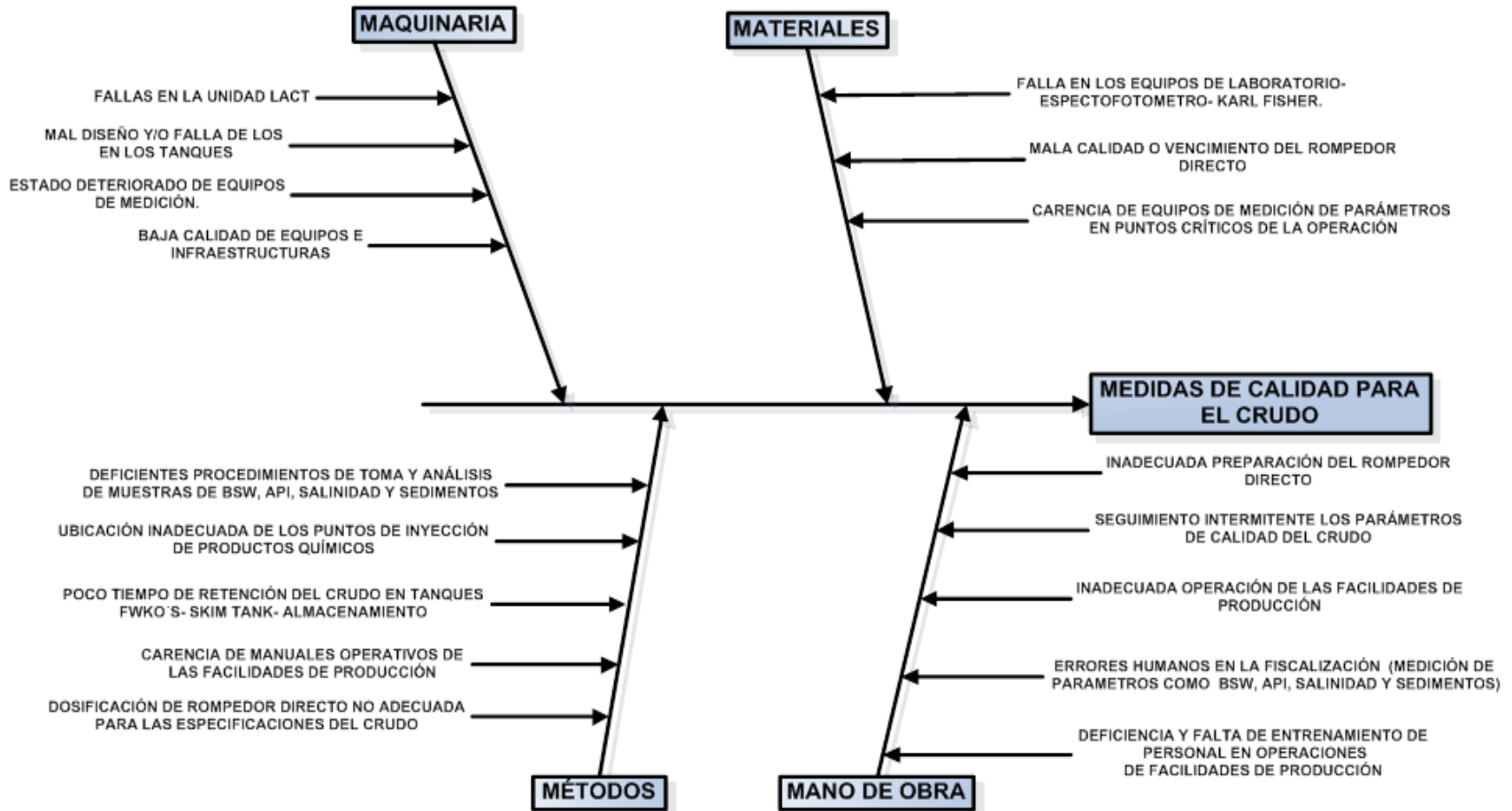
### 16. RIESGO DE LESIONES PERSONALES (ACCIDENTE Y MUERTE)



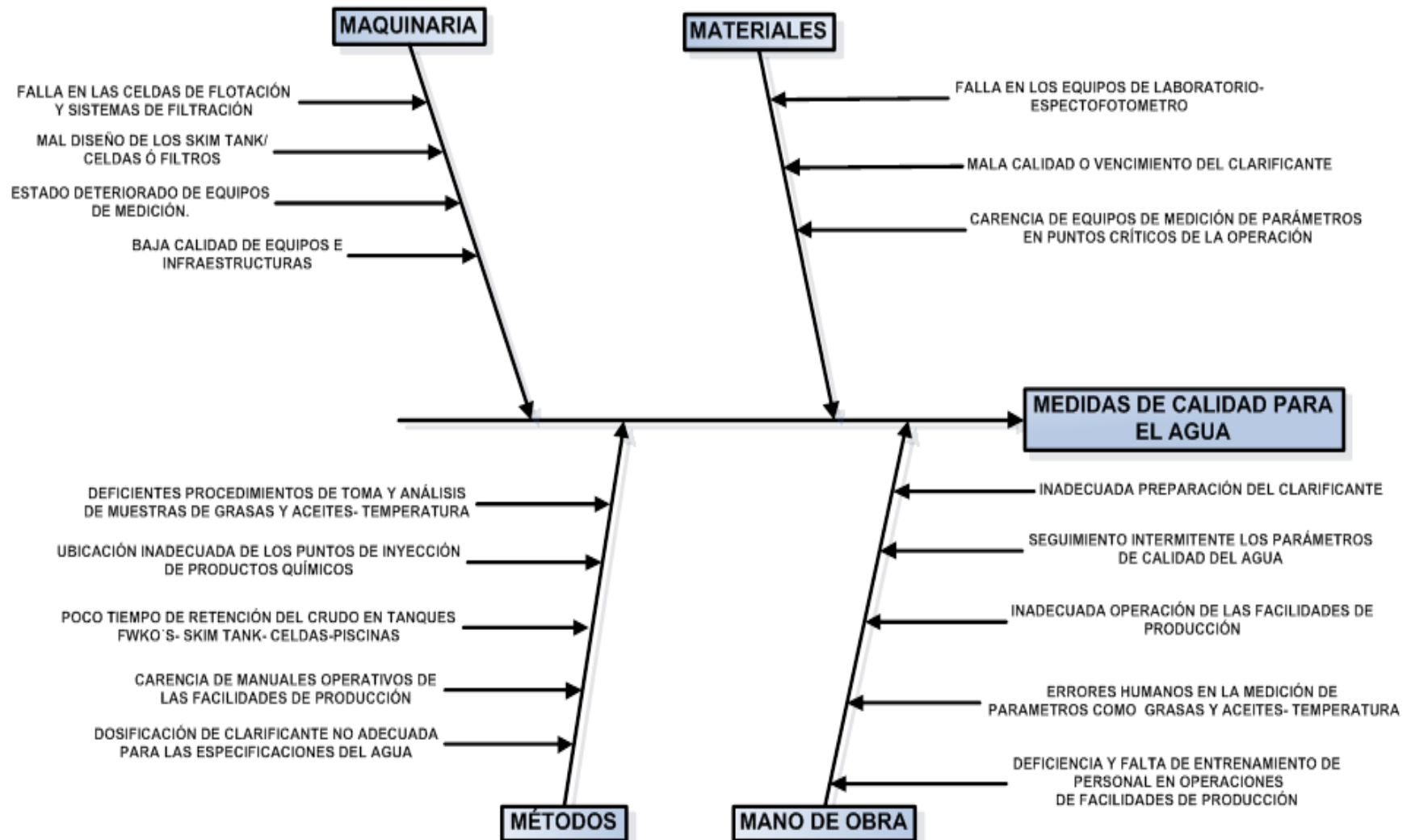
## 67. VOLATILIDAD DEL PRECIO INTERNACIONAL DEL CRUDO



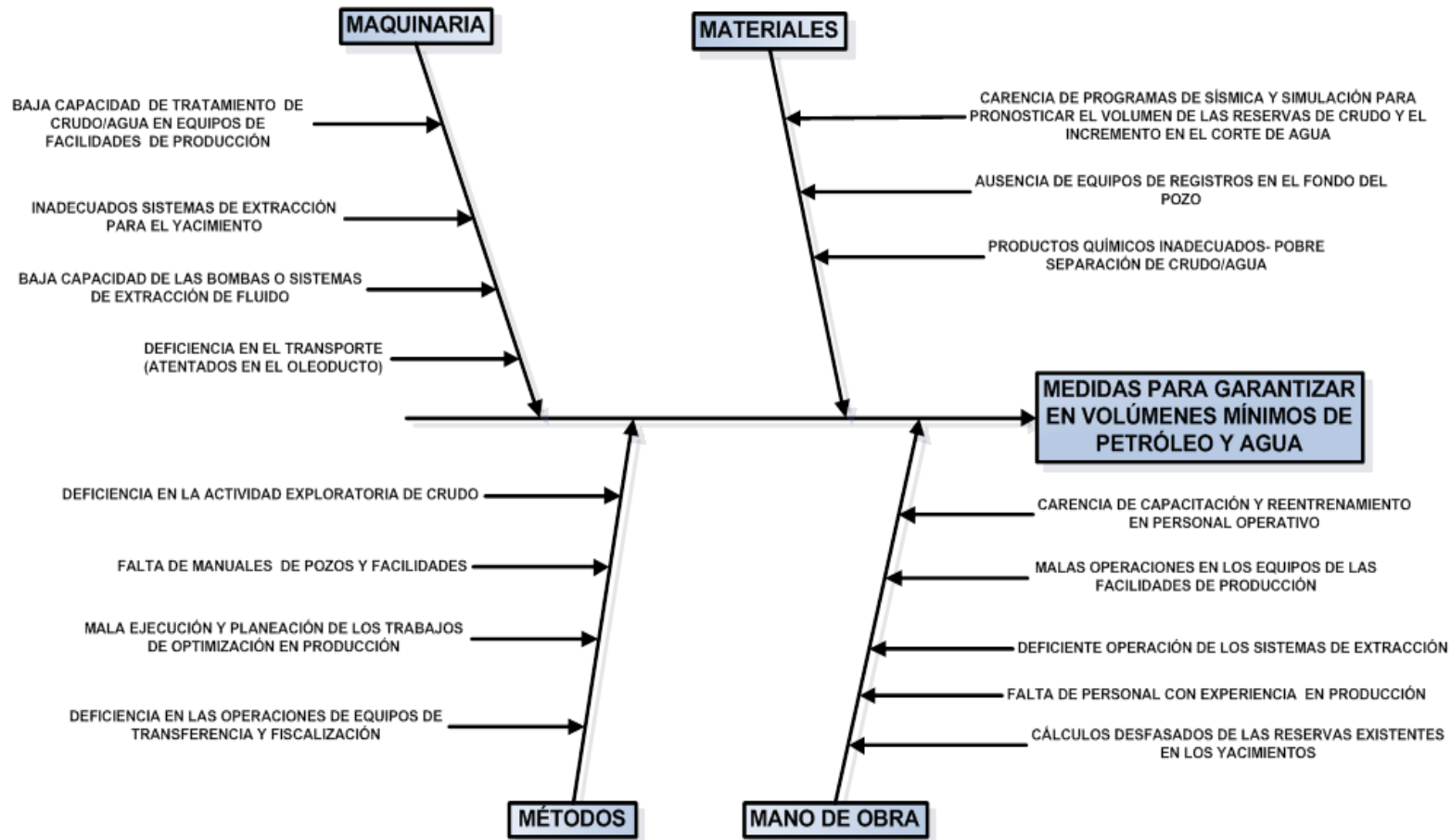
## 26. CRUDO FUERA DE ESPECIFICACIONES PARA LA VENTA



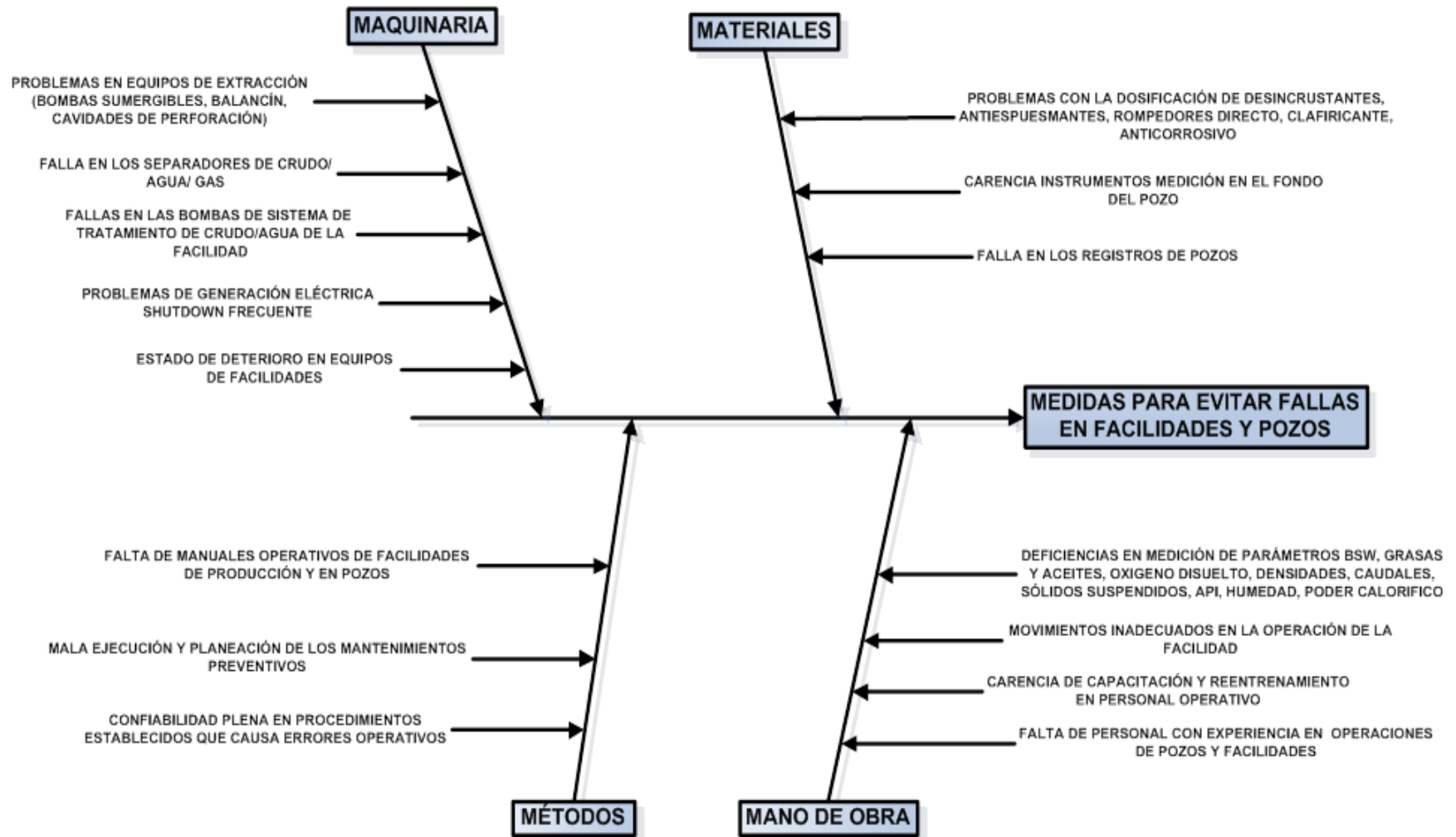
## 27. AGUA FUERA DE ESPECIFICACIONES PARA VERTIMIENTO



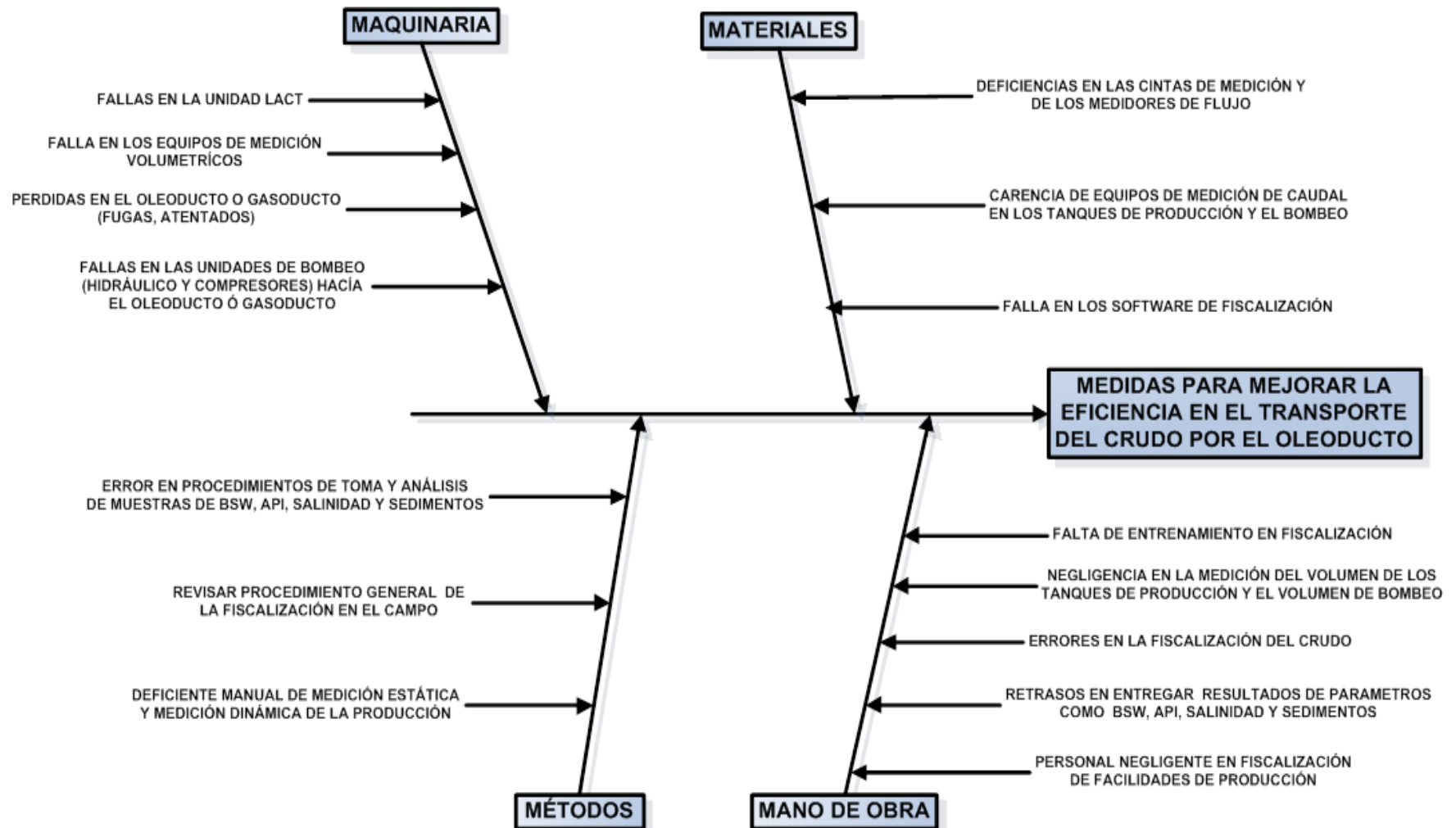
## 45. INCUMPLIMIENTO EN LOS ESTIMADOS MÍNIMOS DE PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y AGUA



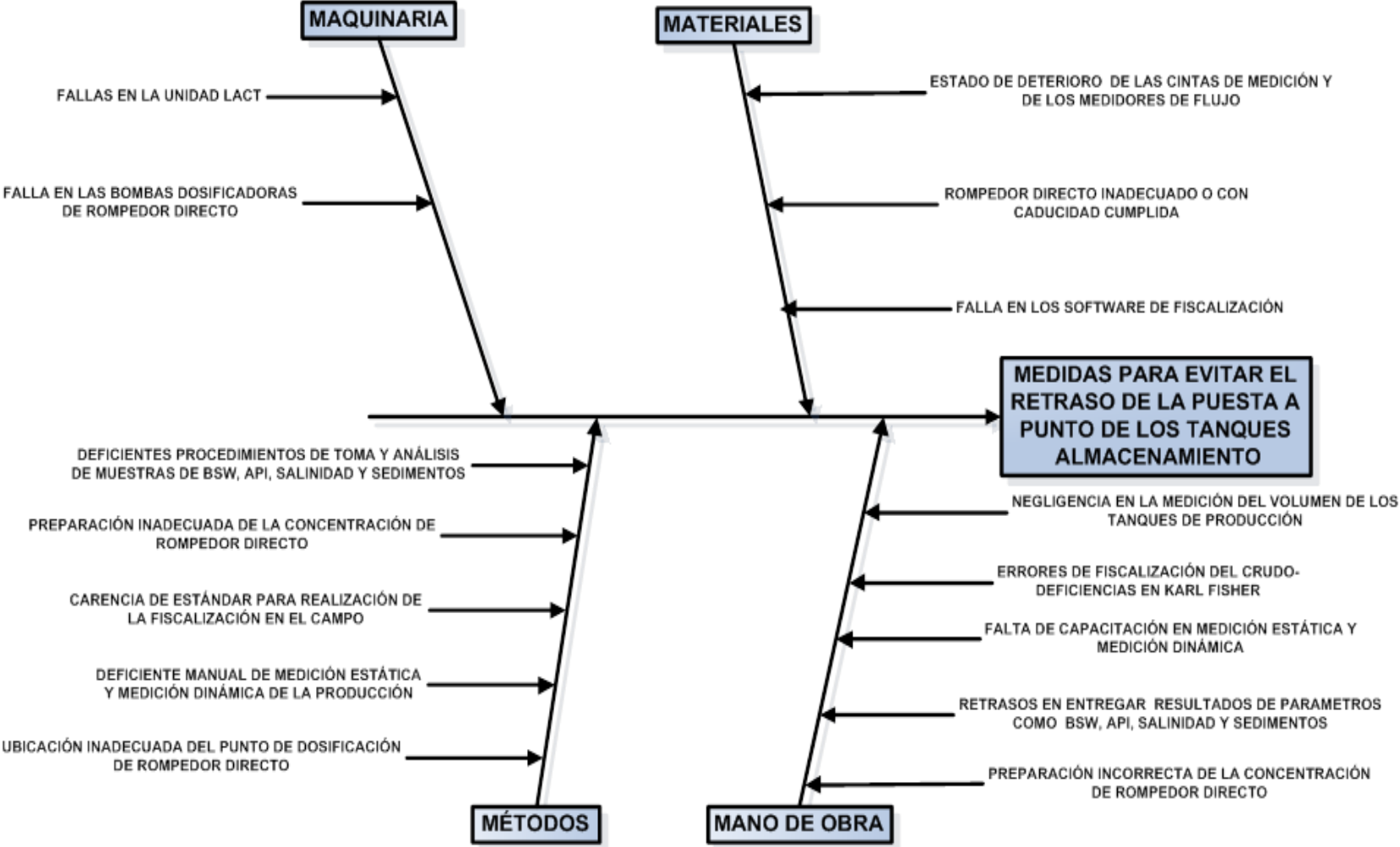
## 48. FALLA EN LOS EQUIPOS DE FACILIDADES Y POZOS PRODUCTORES



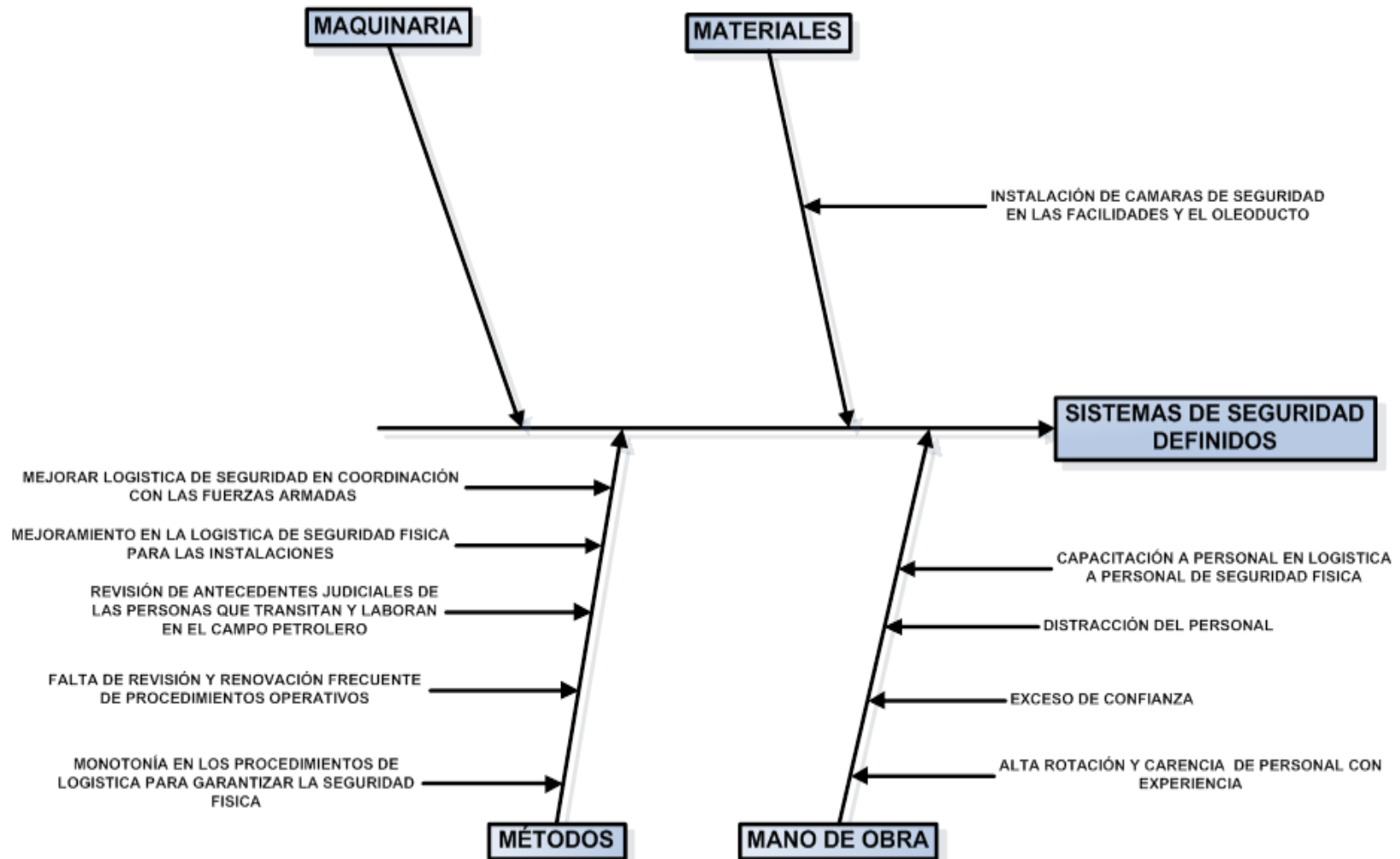
## 54. DIFICULTAD PARA TRANSPORTAR EL CRUDO HASTA SU PUNTO DE ENTREGA



# 46. SOBRECOSTOS DE OPERACIÓN POR RETRASO EN LA PUESTA A PUNTO EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO



## 71. SEGURIDAD FÍSICA DE LAS INSTALACIONES: ATENTADO



## ANEXO G. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO INTEGRADO.

A continuación se describen las causas para los riesgos identificados en la empresa Petrochem, en donde se resaltan las causas más frecuentes

**TABLA 16. CAUSAS COMUNES DE RIESGOS CRÍTICOS.**

MAQUINAS	
NÚMERO RIESGO ASOCIADO	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA
26,27,45,46,48,54	Falla en equipos críticos para la operación (Unidad LACT-Tanques-Bombas)
16, 26, 27, 48	Mal estado de los equipos
16, 26, 27	Baja Calidad de equipos e infraestructuras
16	Falta de mantenimiento preventivo en equipos
16	Condiciones inseguras en infraestructuras
16	Saturación de tareas en equipos
26,27,45	Diseño Inadecuado de los equipos
45, 54	(71) Perdidas en oleoducto (atentado)
45	Inadecuado sistema de extracción para el crudo
45	Baja capacidad de bombas y sistemas de extracción
48	Corte eléctrico frecuente
MANO DE OBRA	
NÚMERO RIESGO ASOCIADO	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA
16,26,27,45,46,48,54,67,71	Falta de entrenamiento en cada área
16	Trabajar sin mínimos requerimientos HSEQ
16,26,27,45,46,48,54,71	Negligencia en la realización de actividades del personal
16,71	Exceso de confianza en procedimientos
26,27	Seguimiento inadecuado a parámetros de crudo/agua
16, 71	Alta rotación del personal
26,46,54	Errores en fiscalización de crudo
26,27,45	Mala operación en los equipos de facilidades de crudo
45	Cálculos desfasados de reservas en yacimientos
16,45,46,48,67,71	Falta de experiencia en el personal de la empresa
67	Mala gestión integral de riesgos externos en el sector administrativo

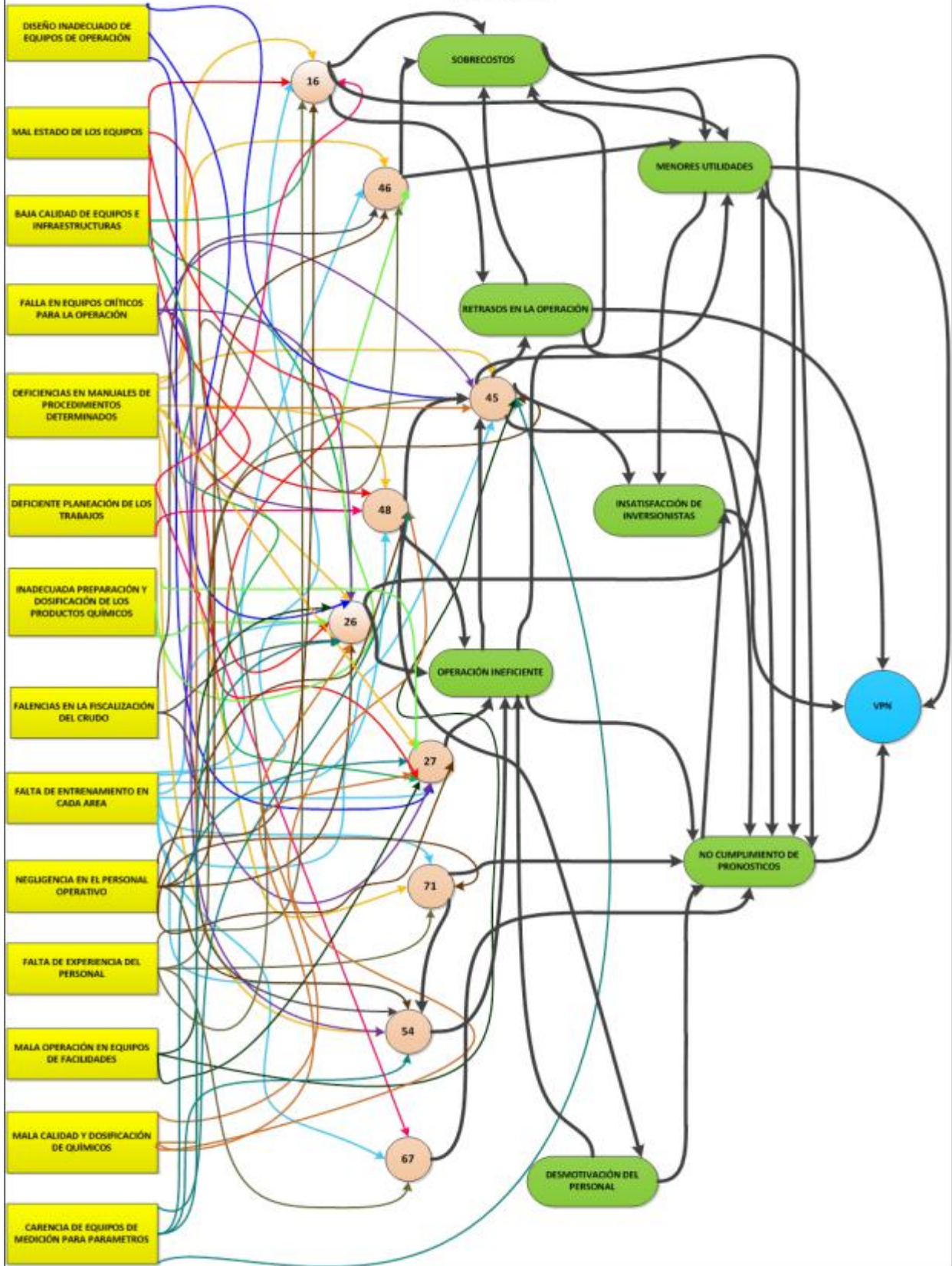
**Fuente.** PETROCHEM, Selección de las causas mas críticas que afectan el Flujo de Caja.

## CONTINUACIÓN TABLA 16. CAUSAS COMUNES DE RIESGOS CRÍTICOS.

METODOS	
NÚMERO RIESGO ASOCIADO	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA
16	Omisión de procedimientos de tareas críticas
16,26,27,45,46,48,54, 71	Deficiencias en manuales de procedimientos determinados- revisión y renovación.
16,48,67	Deficiente planeación de los trabajos.
16	Repetición de procedimientos
26, 27, 46	Inadecuada preparación y dosificación de productos químicos.
26, 27	Ubicación inadecuada de los puntos de inyección química
26,27	Pocos tiempos de retención en los tanques.
45	Deficiencia en la actividad exploratoria
39	Mala interpretación de los registros
47	Confiabilidad plena en los procedimientos
67	Carencia de planes de contingencia ante caída del precio del barril
67	Carencia de planes financieros
67	Optimismo financiero
67	Falta de seguimiento en comportamientos del barril
71	Mejoramiento en la logística de seguridad física
71	Mejoramiento en la logística de seguridad física coordinada con las fuerzas armadas.
71	Revisión constante de antecedentes judiciales de personas que laboran y transitan en el campo
71	Monotonía en los procedimientos de logística.
MATERIALES	
NÚMERO RIESGO ASOCIADO	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA
16	Elemento de Protección Personal deteriorados
16	Ausencia de Elementos de Protección Personal
16	Emplear herramientas hechas
26,27,45,48	Mala calidad de productos químicos (vencimiento-descomposición)
26,27,45,48,54	Carencia de equipos de medición de parámetros en puntos críticos para la operación (caudal-BSW-Grasas y Aceites)
46	Deterioro en cintas de medición y medidores de flujo
46,54	Falla en Software de fiscalización
48	Falla en los registros de pozo
45	Carencia de programas de sísmica y simulación
67	Carencia de software de análisis de riesgos en variaciones del precio del crudo
71	Falta de instalación de cámaras de seguridad en las facilidades y el oleoducto

**Fuente.** PETROCHEM, Selección de las causas mas críticas que afectan el Flujo de Caja.

**DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO INTEGRADO PARA LOS PRINCIPALES RIESGOS DE LA EMPRESA  
PETROCHEM**



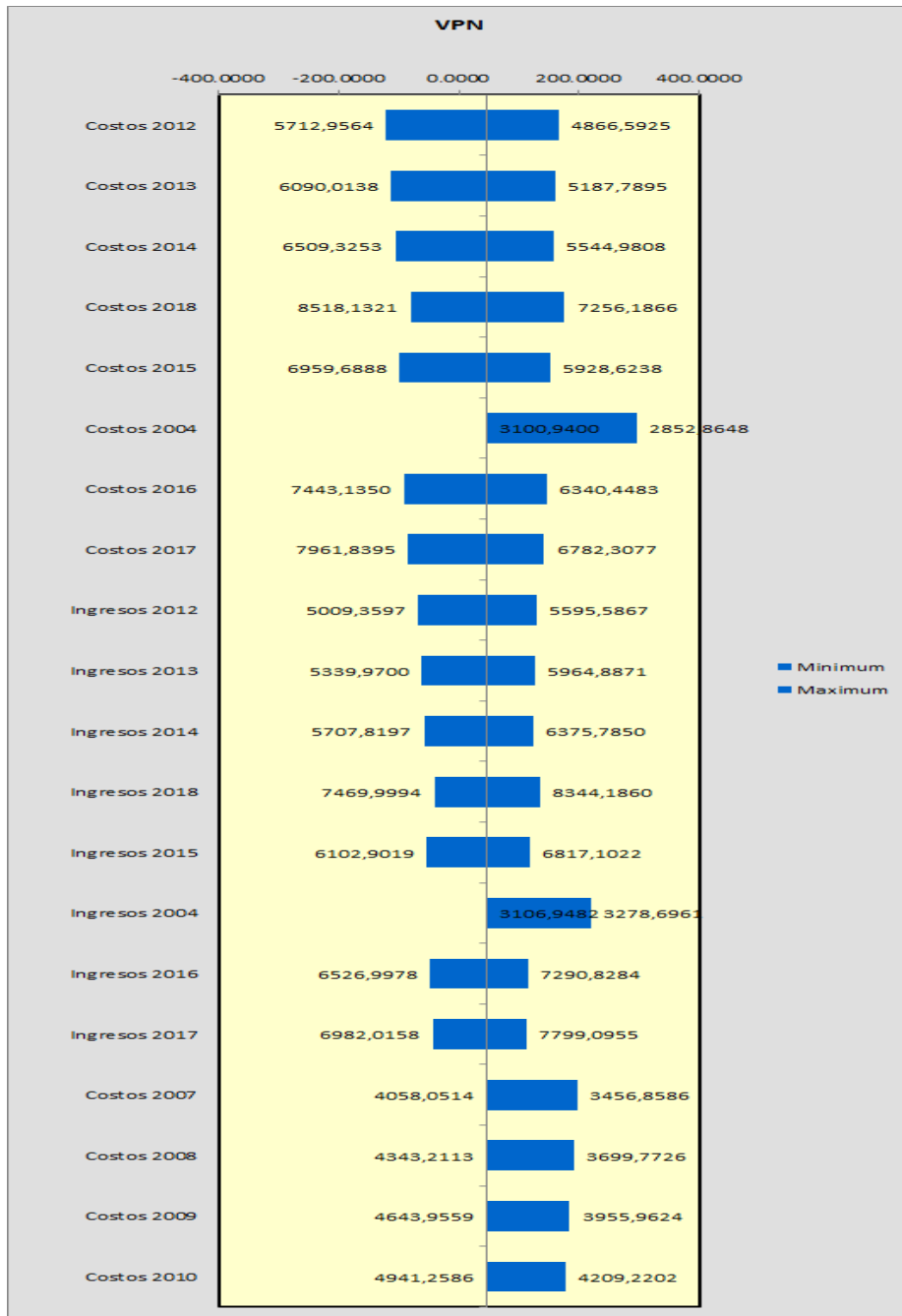
## ANEXO H. FLUJO DE CAJA CORREGIDO CON LA INCLUSIÓN DE INCERTIDUMBRE PARA LA EMPRESA PETROCHEM<sup>28</sup>

FLUJO DE CAJA																	
INGRESOS	Unidades	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTALES
Ingresos Rompedor Directo Consumido Anual	KUS\$	204.4210	200.3316	196.6260	184.6642	171.5990	144.2147	137.0052	128.1884	129.6483	115.1879	107.1076	99.5941	92.6076	86.1113	80.0707	2077.3775
Ingresos Inhib. de Corrosión Consumido Anual	KUS\$	859.8149	915.7039	985.9850	1065.9758	1150.8187	1245.4479	1331.4687	1437.1511	1550.4352	1661.4792	1781.9978	1910.9973	2049.0616	2196.8139	2354.9199	22498.0709
Ingresos Inhib. de Incrustaciones Consumido Anual	KUS\$	752.3380	801.2410	862.7368	932.7288	1006.9664	1089.7669	1165.0351	1257.5072	1356.6308	1453.7943	1559.2481	1672.1227	1792.9289	1922.2122	2060.5549	19685.8121
Ingresos Anti Espumante Consumido Anual	KUS\$	52.2409	51.1958	50.2489	47.1920	43.8531	36.8549	35.0124	32.7592	33.1323	29.4369	27.3719	25.4518	23.6664	22.0062	20.4625	530.8854
Ingresos Clarificante Consumido Anual	KUS\$	1238.1334	1318.6137	1419.8183	1535.0051	1657.1790	1793.4449	1917.3150	2069.4976	2232.6266	2392.5301	2566.0769	2751.8361	2950.6486	3163.4120	3391.0847	32397.2221
<b>INGRESOS TOTALES PETROCHEM</b>	<b>KUS\$</b>	<b>3106.9482</b>	<b>3287.0860</b>	<b>3515.4150</b>	<b>3765.5659</b>	<b>4030.4162</b>	<b>4309.7293</b>	<b>4585.8365</b>	<b>4925.1034</b>	<b>5302.4732</b>	<b>5652.4285</b>	<b>6041.8023</b>	<b>6460.0020</b>	<b>6908.9131</b>	<b>7390.5556</b>	<b>7907.0927</b>	<b>77189.3680</b>
EGRESOS																	
EGRESOS	Unidades	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTALES
Costos de Operación	KUS\$	3100.9400	3280.4817	3508.0843	3757.4550	4021.4920	4299.9592	4575.2394	4913.5058	5296.9884	5646.1963	6034.5333	6451.6272	6899.3588	7379.7426	7894.9364	77060.5405
Costos de Contrato Alquiler Camionetas/ Vehiculos Carga P	KUS\$	0.0273	0.0297	0.0323	0.0351	0.0381	0.0414	0.0450	0.0489	0.0532	0.0575	0.0621	0.0670	0.0724	0.0782	0.0844	0.7725
Costos relaciones con la comunidad (RSC)	KUS\$	0.3107	0.3287	0.3515	0.3766	0.4030	0.4310	0.4586	0.4925	0.5302	0.5652	0.6042	0.6460	0.6909	0.7391	0.7907	7.7189
Costos compra productos quimicos	KUS\$	3097.6274	3277.2247	3504.8687	3754.2692	4018.3249	4296.8001	4572.0790	4910.3281	5286.5658	5635.4713	6023.6769	6440.6220	6888.1864	7368.3840	7883.37	76957.7999
Costo de Mano Obra	KUS\$	0.5800	0.6237	0.6706	0.7211	0.7754	0.8337	0.8965	0.9640	1.0365	1.1091	1.1867	1.2698	1.3587	1.4538	1.5555	15.0351
Costos de abandono facilidades inyección quimicos	KUS\$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1894	0.1894	0.1894	0.1894	0.1894	0.1894	1.1363
Otros Gastos y Costos (Telecomunicaciones/Alojamiento/A	KUS\$	2.3947	2.2749	2.1612	2.0531	1.9505	1.8530	1.7603	1.6723	1.5887	1.5092	1.4338	1.3621	1.2940	1.2293	1.1678	25.7049
Costos Plan Mitigación de causas comunes riesgos criticos	KUS\$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.3455	1.4262	1.5118	1.6025	1.6987	1.8006	1.9086	11.2940
Costos de asumir los riesgos de entorno y financieros	KUS\$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.8684	5.8684	5.8684	5.8684	5.8684	5.8684	5.8684	41.0789
Utilidad Operativa	KUS\$	6.0082	6.6043	7.3306	8.1108	8.9242	9.7701	10.5971	11.5976	5.4848	6.2322	7.2691	8.3748	9.5543	10.8130	12.1563	128.8275
Deducciones	KUS\$	0.0000	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.8290
Amortizaciones	KUS\$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Depreciaciones	KUS\$	0.0000	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.2829	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.8290
Otras Deducciones	KUS\$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Utilidad Antes de Impuestos (Gravable)	KUS\$	6.0082	6.3214	7.0477	7.8279	8.6413	9.4872	10.3142	11.3147	5.2019	5.9493	6.9862	8.3748	9.5543	10.8130	12.1563	125.9985
Impuesto de Renta	KUS\$	0.0000	1.9827	2.0860	2.3258	2.5832	2.8516	3.1308	3.4037	3.7339	1.7166	1.9633	2.3054	2.7637	3.1529	3.5683	37.5679
Utilidad Después de Impuestos	KUS\$	6.0082	4.3387	4.9617	5.5022	6.0581	6.6356	7.1834	7.9110	1.4681	4.2327	5.0229	6.0694	6.7907	7.6600	8.5881	88.4306
Inversiones	KUS\$	7.0403	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	7.0403
Compra de bombas dosificadoras de química	KUS\$	1.6927	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.6927
Instalación de facilidades de dosificación	KUS\$	1.1363	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.1363
Compra de oficina y bodega en Arauca	KUS\$	4.2113	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.2113
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>KUS\$</b>	<b>-1.0322</b>	<b>4.6216</b>	<b>5.2446</b>	<b>5.7851</b>	<b>6.3410</b>	<b>6.9185</b>	<b>7.4663</b>	<b>8.1939</b>	<b>1.7510</b>	<b>4.5156</b>	<b>5.3058</b>	<b>6.0694</b>	<b>6.7907</b>	<b>7.6600</b>	<b>8.5881</b>	<b>84.2192</b>

<sup>28</sup> Para efectos de cálculo se tomó la Tasa de Descuento 12%, el impuesto de renta 33% de la Utilidad Gravable y los valores en unidades de Millones de dólares constantes.

## ANEXO I. ANÁLISIS DE TORNADO.

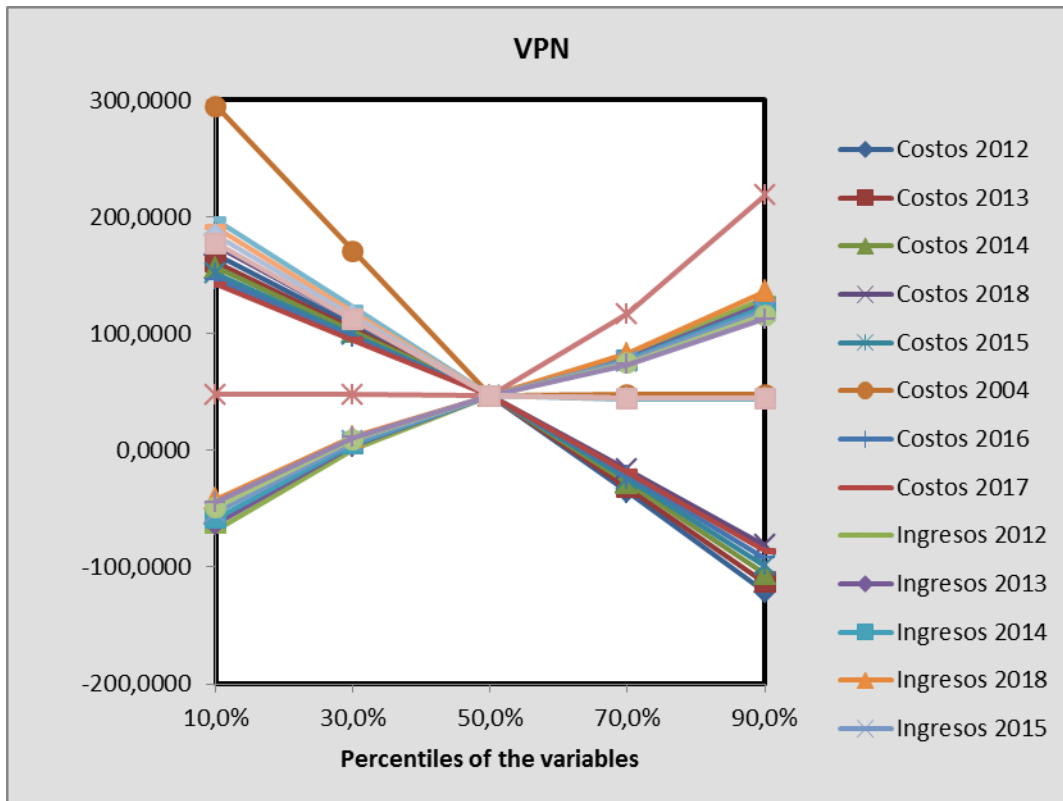
### GRÁFICO 12. ANÁLISIS DE TORNADO PARA EL VPN.



Fuente. CRYSTALL BALL, Cálculo para las variables críticas Flujo de Caja

**ANEXO J. ANÁLISIS DE ARAÑA.**

**GRÁFICO 13. DIAGRAMA DE ARAÑA PARA EL VPN.**



**Fuente.** CRYSTALL BALL, Cálculo para las variables críticas VPN