

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Paul Gutiérrez Quiroga, CC 79.958.879

Holman Ricardo León Martínez, CC 74.182.756

Universidad EAN

Agosto 2013

Bogotá, Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION.....	1
1.1. Formulación o planteamiento del problema	4
1.2. Objetivos Generales y Específicos	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Diseño metodológico.....	6
1.3.1. Marco teórico	6
1.3.2. Tipo de estudio	7
1.3.3. Investigación cuantitativa	8
1.3.4. Definición del universo y muestra de trabajo	8
1.3.5. Plan temático.....	9
2. ANTECEDENTES DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN ECOPETROL.....	10
2.1. Contexto general	10
2.2. Pilares sistema gestión de riesgos de la empresa	22
2.2.1. Cultura en gestión de riesgos	22
2.2.2. Estructura Organizacional	22
2.2.2.1. Junta Directiva y comité de auditoría de la junta	24
2.2.2.2. Comité Directivo	24
2.2.2.3. Comité de Riesgos	24
2.2.2.4. Comité de Proyectos	24
2.2.2.5. Presidencia, Vicepresidencias y Direcciones (accountable del proceso o proyecto) ..	25
2.2.2.6. Unidad de Gestión de Riesgos	25
2.2.2.7. Dirección de Proyectos.....	26
2.2.2.8. Dirección de Auditoría Interna.....	27
2.2.2.9. Líder de Riesgos	27
2.2.2.10. Responsable de Riesgo	29
2.2.2.11. Ejecutor por Acción	30
2.2.2.12. Funcionarios de la Empresa.....	30
2.2.2.13. Normativa y documentos de gestión	30

2.3.	Metodología de riesgos y etapas del ciclo de gestión de riesgos Ecopetrol S.A.	30
2.4.	Planeación.....	31
2.4.1.	Identificación.....	33
2.4.2.	Evaluación	35
2.4.3.	Tratamiento.....	39
2.4.4.	Monitoreo	42
3.	CASOS DE GESTION DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA DEL ENERGY, OIL & GAS.....	45
3.1.	Derrame buque petrolero Exxon Valdez.....	45
3.1.1.	Eventos relevantes del incidente.....	45
3.1.2.	Causas del evento materializado.....	48
3.1.3.	Gestión de riesgos en el evento	48
3.2.	Incidente plataforma DeepWaterHorizon	49
3.2.1.	Eventos relevantes del incidente.....	49
3.2.2.	Causas del incidente	51
3.2.3.	Gestión de riesgos del evento	51
3.3.	Evento de Dosquebradas- Risaralda.....	52
3.3.1.	Eventos relevantes del incidente.....	52
3.3.2.	Causas del incidente	52
3.3.3.	Gestión de riesgos del evento	54
4.	CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE RIESGOS.....	54
4.1.	<i>Introducción:</i>	54
4.2.	Valoración económica de riesgos en acción de tratamiento	56
4.2.1.	Características principales de las acciones de tratamiento	58
4.2.2.	Vectores de trabajo para realizar valoración económica de acciones de tratamiento:	59
4.2.2.1.	Tiempo.....	59
4.2.2.2.	Costo.....	68
4.3.	Valoración económica de riesgos por impactos.....	79
4.3.1.	Bases de datos para la gestión de riesgos.....	82
4.3.2.	Memorias de cálculo de riesgos por impacto.....	85
4.3.3.	Impacto en tiempo.....	88
4.3.4.	Valoración económica de impactos.....	100
4.4.	Análisis probabilístico	110

4.4.1.	Cargue de información.....	110
4.4.2.	Resultados obtenidos.....	114
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	120
5.1.	Conclusiones	120
5.2.	Recomendaciones	123
	BIBLIOGRAFIA.....	125

TABLA DE FIGURAS Y TABLAS

<i>Figura 1.</i>	Cadena de Valor de hidrocarburos en Ecopetrol. Presentación de resultados Programa de Evacuación de Crudos 2012.	2
<i>Figura 2.</i>	Lineamientos estratégicos Ecopetrol. Presentación Ecopetrol Programa de evacuación de crudo 2012.	13
<i>Figura 3.</i>	Organigrama Ecopetrol. Presentación Ecopetrol Programa de evacuación de crudo 2012.	15
<i>Figura 4.</i>	Estructura integrada de proyectos de la Vicepresidencia de Transporte. Presentación evento cierre Programa de Evacuación de Crudos 2012.	17
<i>Figura 5.</i>	Estructura Superintendencias y Proyectos de la Vicepresidencia de Transporte. Presentación evento cierre Programa de Evacuación de Crudos 2012.	19
<i>Figura 6.</i>	Ciclo de gestión de riesgos. Manual de gestión de riesgos en proyectos Ecopetrol	21
<i>Figura 7.</i>	Roles organizacionales. Elaboración propia	23
<i>Figura 8.</i>	Entradas, herramientas y salidas proceso de planeación.. Elaboración propia.....	32
<i>Figura 9.</i>	Entradas, herramientas y salidas proceso de identificación. Elaboración propia	34
<i>Figura 10.</i>	Entradas, herramientas y salidas proceso de evaluación.....	36
<i>Figura 11.</i>	Matriz RAM para evaluación de riesgos. Imagen extraída del PAR del sistema SFM. PAR proyectos Ecopetrol.....	37
<i>Figura 12.</i>	Entradas, herramientas y salidas proceso de tratamiento. Elaboración propia.....	40
<i>Figura 13.</i>	Entradas, herramientas y salidas proceso de monitoreo. Elaboración Propia.	43
<i>Figura 14.</i>	Fotografías derrame Exxon Valdez. Imágenes tomadas del sitio web evostc. Página web www.evostc.state.ak.us	47
<i>Figura 15.</i>	Fotografía Deep Water Horizon. Tomada de la página web de BP. Página web British Petroleum www.bp.com	50
<i>Figura 16.</i>	Fotografía incidente Dosquebradas. Tomada del diario El Espectador. Página Web El Espectador www.elespectador.com	53
<i>Figura 17.</i>	Mapa mental vectores de trabajo: Elaboración propia.....	55
<i>Figura 19.</i>	Despliegue rama mapa mental vector Acción de tratamiento. Elaboración propia.....	60
<i>Tabla 2.</i>	Formato recolección de información: Impacto en tiempo. Elaboración propia.	63
<i>Tabla 3.</i>	Formato de recolección de información diligenciado: Impacto en tiempo. Elaboración propia.	67
<i>Figura 20.</i>	Despliegue rama mapa mental rama Acción de tratamiento. Costo. Elaboración propia.	69
<i>Tabla 4.</i>	Calculo de Costos. Elaboración propia.....	72
<i>Tabla 5.</i>	Cómo desarrollar la sección de costos. Elaboración propia.....	76
<i>Figura 21.</i>	Mapa mental de proceso sugerido para realizar valoración económica de riesgos. Elaboración propia.....	78
<i>Figura 22.</i>	Despliegue rama mapa mental vector contingencias. Elaboración propia.	81
<i>Figura 23.</i>	Ejemplo base de datos de materialización de riesgo “paros” en un proyecto de la industria del Petróleo y Gas. Elaboración propia.	83
<i>Figura 24.</i>	Planificación de la cuantificación de riesgos por impactos. Elaboración propia.	87
<i>Figura 25.</i>	Ejemplo gráfico de actividad constructiva crítica en el proyecto XYZ. Elaboración propia.	89
<i>Figura 26.</i>	Descomposición de riesgo con énfasis en impactos. Elaboración propia.	91

<i>Tabla 7.</i>	Memoria del cálculo ejercicio de contingencias, información de entrada diligenciada. Elaboración propia.....	95
<i>Tabla 11.</i>	Matrices para construcción de cuantificación económica parte 2. Elaboración propia.	102
<i>Tabla 12.</i>	Clasificación de los estimados de costos. Manual de ingeniería de costos de Ecopetrol.	105
<i>Tabla 13.</i>	Ejemplo de impacto de materialización de riesgo. Elaboración propia.....	107
<i>Figura 27.</i>	Cuantificación económica de riesgos. Elaboración propia	109
<i>Figura 28.</i>	Imagen tomada de la herramienta Contingency Estimating Tool, sección riesgo sistémico. Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.	111
<i>Figura 29.</i>	Imagen tomada de la herramienta Contingency Estimating Tool, sección riesgo específico. Fuente: Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.	113
<i>Figura 30.</i>	Histograma resultante costo total proyecto. Fuente: Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.	115
<i>Figura 31</i>	Análisis de sensibilidad de riesgos cargados en el modelo específico. Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.	116
<i>Tabla 14.</i>	Tabla de percentiles y estimado base. Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.	118

INTRODUCCION

La gestión de riesgos en proyectos ha madurado considerablemente en los últimos años, impulsados por nuevas tendencias gerenciales, globalización, nuevos modelos de contratación, relacionamiento con la comunidad, marcos regulatorios de aplicabilidad internacional tales como la **Ley Sarbanes Oxley (SOX)**¹, entre otras. La gestión de riesgos en proyectos está dejando de ser otra área del conocimiento en proyectos transformándose en un enfoque de análisis integral de proyectos. Diferentes compañías reconocidas a nivel mundial han realizado importantes desarrollos en el campo de gestión de riesgos en proyectos generando modelos más robustos, alejando el concepto de riesgo de un tema emocional a temas matemáticos y estadísticos.

Sin lugar a dudas, la aplicación de diferentes metodologías de gestión de riesgos nos han llevado a mapear de manera detallada un sin número de riesgos que afectan los proyectos, a construir extensas matrices y a construir modelos probabilísticos de tiempo y costo a partir del análisis de escenarios de materialización de riesgos. Sin embargo y a pesar del avance obtenido a la fecha, los proyectos siguen teniendo grandes brechas y desviaciones frente a sus objetivos y metas, la industria de Energía Petróleo y Gas no es para nada ajena a esta situación, a pesar de estar posicionada como modelo de estudio referente ideal en la gestión de riesgos.

Al analizar organizaciones como Ecopetrol encontramos un proceso que día a día crece y aprende de sí mismo. Los análisis de gestión de riesgos han generado valor a la organización y han llevado a contar con valoraciones económicas de los riesgos en cada proyecto, construidas a partir de modelaciones de riesgos y en casos tales como en el cálculo de la reserva de contingencias, estas son procesadas en modelos probabilísticos confeccionados a la medida de la

¹ La **Ley Sarbanes Oxley** se origina en Estados Unidos y su fin de monitorear a las empresas que cotizan en la bolsa de valores, evitando que las acciones de las mismas sean alteradas de manera dudosa, mientras que su valor es menor. Pretende evitar fraudes y riesgo de bancarrota, protegiendo al inversor.

organización. Este esfuerzo que se ha hecho para tecnificar los procesos de gestión de riesgos ha abierto la puerta para fortalecer diferentes herramientas de soporte para la toma de decisiones, en especial aquellas relacionadas con la cuantificación económica de riesgos.

El presente trabajo busca orientar a organizaciones como Ecopetrol, en el proceso de cuantificación económica de riesgos en proyectos, a través del desarrollo de una herramienta que permita orientar de manera sistemática dicho análisis, así como ser un soporte adecuado para la toma de decisiones.

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

Organizaciones como Ecopetrol han integrado dentro de su política corporativa el desarrollo de gestión de riesgos basados en diferentes necesidades tales como brindar soporte y confiabilidad a los accionistas de la Compañía, así como garantizar la integridad de la información financiera que se reporta a nivel nacional e internacional. Los procesos de internacionalización de una empresa como Ecopetrol deben estar enfocados hacia diversos ejes de trabajo tales como la transparencia y oportunidad del reporte de la información financiera (Cumplimiento de la Ley SOX y otras reglamentaciones para cotizar en mercados internacionales) así como el cierre de brechas frente a las mejores prácticas de las empresas del sector a nivel mundial.

Aunado a lo anterior el país ha entrado en un auge de desarrollo de infraestructura, entre ella la infraestructura energética. Los pronósticos volumétricos de producción de hidrocarburos del país han abierto una oportunidad a Ecopetrol de contemplar inversiones para fortalecer la infraestructura de transporte y viabilizar la producción del país, asegurar la calidad de los crudos, garantizar su entrega a las refinerías y su comercialización a través de los Puertos de exportación en el Caribe y el Pacífico.



Figura 1. Cadena de Valor de hidrocarburos en Ecopetrol. Presentación de resultados Programa de Evacuación de Crudos 2012. Elaboración propia.

Ecopetrol Grupo Empresarial y Terceros ejecutan proyectos de infraestructura para garantizar el transporte y la comercialización de los crecientes niveles de producción de crudos del país. Este desarrollo se realiza a través de la creación del Programa de Evacuación de Crudos (PEC) cuyo principal objetivo es desarrollar la logística e infraestructura de transporte para garantizar de forma oportuna la evacuación de los crudos contemplados en los pronósticos de producción del país y así apalancar el crecimiento de Ecopetrol S.A y demás empresas productoras, optimizando los costos de transporte, a través de:

- Optimización de la infraestructura de transporte existente.
- Desarrollo de nueva infraestructura de transporte.
- Desarrollos tecnológicos para optimizar proceso de transporte

Para cumplir con el objetivo del PEC se han construido y apropiado los siguientes objetivos estratégicos:

- Alcanzar estándares internacionales en la seguridad de los procesos.
- Asegurar excelencia operacional y sinergias.
- Asegurar la excelencia en la gestión de proyectos.
- Garantizar de manera rentable la capacidad de transporte y almacenamiento de crudos, combustibles y biocombustibles para viabilizar la operación en mercados objetivo.
- Desarrollar una gestión ambiental con un enfoque preventivo ante los desafíos ambientales mundiales.
- Garantizar una gestión socialmente responsable.
- Ejecutar proyectos con cero incidentes.
- Asegurar el cumplimiento del mapa de beneficios del Programa.
- Asegurar el cumplimiento de la promesa de valor de los proyectos.

En la actualidad el Programa de Evacuación de Crudos cuenta con más de 20 proyectos de infraestructura distribuidos en todo el país para dar soluciones integrales al transporte de hidrocarburos a través de la construcción de nuevos oleoductos y estaciones de bombeo, así como la optimización de la infraestructura existente. Esto se ha establecido con el propósito de garantizar la MEGA² de Ecopetrol la cual es producir 1'000.000 de barriles diarios limpios en 2015 y 1'300.000 en 2020. Para garantizar el cumplimiento de los anteriores objetivos estratégicos se ha desarrollado una estructura de seguimiento y control de proyectos en donde el tema de gestión de riesgos cada día gana más espacio dentro de la planeación y ejecución de proyectos.

Cuando nos remitimos a la promesa de valor de los proyectos siempre nos remitimos al tiempo y al costo de los proyectos y a los compromisos que generamos con nuestros clientes, socios y grupos de interés. La justificación de esta investigación y desarrollo radica en que es necesario abordar la gestión de riesgos desde una óptica que permita la cuantificación económica de los riesgos de los proyectos y generar las herramientas necesarias para la adecuada toma de decisiones, así como garantizar la alineación de los objetivos estratégicos en una ambiente de control e información.

1.1. Formulación o planteamiento del problema

Ecopetrol se comprometió a desarrollar la infraestructura necesaria para garantizar la MEGA a través del desarrollo integral y eficiente de proyectos de transporte para viabilizar el crecimiento de la producción y exportación de hidrocarburos en Colombia, generar valor a todos los actores de la industria y aportar al desarrollo del país. Por este motivo Ecopetrol ha orientado su estrategia a través de proyectos los cuales son gestionados con el uso de diversos

² Mega: Mega es la meta grande y ambiciosa que aterriza los sueños en retos tangibles. El crecimiento de Ecopetrol orientado por la Mega de producir 1,3 millones de barriles día en el 2020.

mecanismos tales como el Modelo de Maduración de Proyectos³, Manual de Gestión de Riesgos, entre otros. Adicionalmente la organización cuenta con un área de Dirección de Proyectos (DPY), la cual brinda soporte a los proyectos en las nueve áreas del conocimiento según PMBOK⁴ desde una perspectiva externa. Como práctica en Ecopetrol los proyectos están sujetos a un modelo de maduración en donde se evalúa la viabilidad de ejecutar el proyecto y de ejecutar recursos de acuerdo a las planeaciones de cada equipo de proyecto. Para todos aquellos que hacen parte de la estructura de seguimiento y control, así como de toma de decisiones, todos los análisis del proyecto, en especial en materia de tiempo y de costos deben de ser presentados en escenarios de riesgos y probabilidades de éxito, para lo que se han desarrollado unas herramientas probabilísticas que permiten generar los resultados con escenarios de riesgos.

Los profesionales de riesgos son los principales usuarios de dichas herramientas, las cuales guardan una complejidad relativa para su uso y generación de resultados. El proyecto Sistema San Fernando Monterrey, proyecto de la Vicepresidencia de Transporte de Ecopetrol afrontó la necesidad de desarrollar un análisis probabilístico en el 2011 con el propósito de sancionar su fase III y que la organización aprobara recursos para su respectiva ejecución, sin embargo se hizo evidente que los análisis probabilísticos no contaban con un soporte adecuado o memoria de cálculo que permitiera soportar el ejercicio, más aún, esta necesidad se hizo evidente en todos los proyectos que quisieron madurar su fase III.

Lo anterior llevó a preguntarnos ¿Ecopetrol cuenta con una metodología y soportes adecuados que nos guíen y nos orienten a través del proceso de cuantificación económica de

³ Modelo de Maduración de Proyectos: El Project Management Institute lo define como un marco de referencia conceptual que establece niveles de madurez en ciertas áreas de interés; entendiendo por madurez la capacidad de producir éxito repetido en la ejecución de proyectos.

⁴ PMBOK: Project Management Body of Knowledge. <http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards.aspx>

Riesgos en cualquiera de sus ejes de trabajo, constituyéndose estos en una fuente adecuada para la toma de decisiones?

1.2. Objetivos Generales y Específicos

1.2.1. Objetivo General.

Desarrollar y documentar una metodología para la cuantificación económica de riesgos aplicable a los proyectos del Programa de Evacuación de Crudos (PEC) y a proyectos de diferentes áreas de Ecopetrol.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Documentar las estructuras de gestión de riesgos aplicada en Ecopetrol y como esta se despliega en los proyectos del Programa de Evacuación de Crudos-PEC de la Vicepresidencia de Transporte.
- Documentar la metodología de gestión de riesgos aplicada en los proyectos del PEC Ecopetrol.
- Documentar el estado de desarrollo de la gestión de riesgos en los proyectos del PEC de Ecopetrol.
- Desarrollar metodológicamente los vectores de trabajo del análisis económico de riesgos.
- Desarrollar un modelo que permita soportar el análisis económico de los riesgos en proyectos.

1.3. Diseño metodológico

1.3.1. Marco teórico

Es necesario considerar que el enfoque de este trabajo pretende abarcar el problema a solucionar desde la perspectiva de proyectos. Bajo esta premisa, cobra relevancia estructurar el

marco teórico en dos frentes. El primero es a partir de los antecedentes que se pueden encontrar en el Project Management Institute (PMI) y el Libro Guía de Riesgos de Palisade empresa que desarrolla software para cuantificaciones probabilísticas de riesgos, el otro es a partir de la literatura que posee Ecopetrol en el tema de cuantificación económica de riesgos.

Si bien el PMI en su libro “Practice Standard for Project Risk Management” ofrece un análisis profundo de las mejores prácticas en gestión de riesgos para diferentes industrias, el estándar se centra en la presentación de algunos ejemplos que ha documentado el PMI, así como herramientas y técnicas usadas en el desarrollo de la planeación, identificación, valoración cualitativa y cuantitativa, plan de respuesta al riesgo y monitoreo y control de riesgos. Sin embargo, y pese a ser una gran guía de gestión de riesgos, en especial en lo que se refiere a modelos cuantitativos no se evidencia que exista un proceso elaborado para soportar adecuadamente los datos que serán parte de un análisis probabilístico de riesgos.

Al revisar el libro guía de Palisade para procesar y simular riesgos nos encontramos con un escenario donde los datos que se cargan en el software ya han sido procesados y se asume que hubo un trabajo anterior al análisis probabilístico, por lo que las distribuciones ya presumen haber sido obtenidas de bases de datos, fuentes de expertos o fuentes reconocidas.

En Ecopetrol se cuenta con el Manual de Gestión de Riesgos para proyectos, Manual de Escalación de Riesgos y Cálculo de Contingencias, sin embargo se hace evidente que para todos los casos en que un usuario desee realizar cuantificación económica de riesgos no va a encontrar un punto de partida claro de cómo desarrollar el análisis.

1.3.2. Tipo de estudio

El esquema metodológico que se empleó en el desarrollo de la investigación consiste en un estudio del tipo explicativo, apoyado en entrevistas que se realizaron durante las reuniones sistemáticas de gestión de riesgos de proyectos, que resulta ser uno de los mejores esquema para

capturar información.

Después de analizar diferentes tipos de estudios se evidencia que el tipo de explicativo es el estudio que más se ajusta a este informe final de investigación. Este busca encontrar las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos. Su objetivo último es explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones ocurre. Dentro del IFI se configuran dos elementos dentro de la investigación explicativa, el primero es si en los proyectos del PEC cuenta con una metodología de valoración económica de riesgos.

El segundo y a partir del primer elemento se desarrolla la conceptualización de un esquema metodológico para resolver el problema identificado y que es la base del presente trabajo.

Como primera instancia debemos definir que la presente investigación es una investigación empírica, ya que está basada en la observación de los fenómenos de manera directa, es decir directamente en los proyectos del programa de evacuación de crudos y de nuestra interacción diaria desde nuestra experticia en el área de gestión de riesgos en proyectos.

1.3.3. Investigación cuantitativa

La presente investigación se puede catalogar como investigación cuantitativa, ya que buscamos encontrar la solución al problema identificado basándonos en la construcción de métodos cuantificables, donde nos apoyamos en eventos interpretativos sobre los hechos en torno a los modelos de cuantificación de riesgos. Al terminar el presente IFI se presentará una técnica cuantitativa que será alimentada por estadísticas, métricas y datos reales que apoyaran modelos probabilísticos de gestión de riesgos.

1.3.4. Definición del universo y muestra de trabajo

El universo de estudio está centrado en los proyectos del Programa de Evacuación de Crudos (PEC) de la Vicepresidencia de Transporte de Ecopetrol. El número de proyectos en ejecución es 17 y tiene 8 iniciativas o proyectos futuros. La muestra de trabajo es del 100% toda

vez que la totalidad del universo se rige por las mismas condiciones y la definición del problema es igual para todos los proyectos.

1.3.5. Plan temático

Para poder determinar el objeto principal de la investigación; si Ecopetrol cuenta con una metodología y soportes adecuados que nos guíen y nos orienten a través del proceso de cuantificación económica de Riesgos es necesario realizar la búsqueda de información desde cuatro puntos de vista:

- Evolución de la gestión de riesgos en proyectos.
- Antecedentes de la gestión de riesgos de Ecopetrol.
- Metodología y cuantificación económica de riesgos en proyectos.
- Recomendaciones y conclusiones al proceso de cuantificación económica de gestión de riesgos.

Evolución de la gestión de riesgos en proyectos.

El análisis de la evolución de la gestión de riesgos en proyectos tiene como propósito determinar los factores claves de éxito que llevaron a la gestión de riesgos a posicionarse como elemento estratégico dentro de los proyectos que se ejecutan en el mundo. Para desarrollar la anterior actividad es necesario apoyarse en diversas páginas web como la del Project Management Institute (PMI), Independent Project Analysis (IPA), Construction Industry Institute, libros electrónicos, entre otras fuentes de información de proyectos.

Para el desarrollo de lo anterior se consideraron los siguientes vectores de trabajo:

1. Búsqueda electrónica de los eventos históricos que impulsaron la gestión de riesgos en proyectos.

2. Analizar y documentar casos exitosos de aplicación de gestión de riesgos en proyectos en la industria del Energy, Oil & gas.
3. Identificación de los factores claves de éxito de la cuantificación económica de riesgos seleccionados para la investigación.

Antecedentes de la gestión de riesgos en Ecopetrol

En este diagnóstico interno se analizará las condiciones iniciales de Ecopetrol frente al proceso de gestión de riesgos en especial a aquellos relacionados con la cuantificación económica de riesgos:

1. Reseña Ecopetrol. (Misión, Visión, Objetivos, Mapa Estratégico, Estructura Funcional)
2. Pilares de la gestión de riesgos en Ecopetrol.
3. Metodología utilizada para desarrollar la gestión de riesgos en Ecopetrol.

Cuantificación económica de riesgos en proyectos

En esta sección desarrollaremos la propuesta metodológica y el soporte necesario para orientar el proceso de cuantificación económica de riesgos desde sus dos vectores.

1. Cuantificación económica de riesgos a través de sus acciones de tratamiento.
2. Cuantificación económica de riesgos a través de sus impactos para el soporte de la reserva de contingencia.

Una vez desarrollados las tres primeras etapas de este trabajo y a partir de toda la información recabada se realizarán las recomendaciones para orientar de una manera eficiente y efectiva a Ecopetrol rumbo a un adecuado proceso de gestión económica de riesgos en proyectos.

2. ANTECEDENTES DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN ECOPETROL

2.1. Contexto general

Ecopetrol se encuentra catalogado en el puesto 12 entre las compañías petroleras más importantes del mundo de acuerdo a la consultora PFC Energy. Sin embargo lograr este ranking

le ha tomado más de 60 años. Desde su creación en 1951, Ecopetrol se ha consolidado como grupo empresarial, enfocado en gas, petroquímica y combustibles alternativos; a su vez su direccionamiento estratégico tiene una clara orientación hacia el mercado y rentabilidad.

El marco estratégico de Ecopetrol ratifica la meta de producir un millón diario de barriles limpios equivalentes de crudo al 2015, al mismo tiempo que proyecta un mayor esfuerzo para llegar a 1,3 millones diarios de barriles equivalentes en 2020. La meta de producir “barriles limpios” significa que deberán ser sin accidentes, sin incidentes ambientales y en armonía con los grupos de interés.⁵

Para orientar el presente trabajo se presenta de manera general el Marco Estratégico de Ecopetrol.

Misión - Grupo Empresarial ECOPETROL

Encontramos y convertimos fuentes de energía en valor para nuestros clientes y accionistas, asegurando la integridad de las personas, la seguridad de los procesos y el cuidado del medio ambiente, contribuyendo al bienestar de las áreas donde operamos, con personal comprometido que busca la excelencia, su desarrollo integral y la construcción de relaciones de largo plazo con nuestros grupos de interés.

Visión - 2020 Grupo Empresarial ECOPETROL

Ecopetrol, grupo empresarial enfocado en petróleo, gas, petroquímica y combustibles alternativos, será una de las 30 principales compañías de la industria petrolera, reconocida por su posicionamiento internacional, su innovación y compromiso con el desarrollo sostenible.

⁵Página web Ecopetrol. http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Reporte%20de%20sostenibilidad%202011/marco_estrategico_01.html. 12/03/2012

El Grupo Empresarial actuará bajo tres lineamientos estratégicos: Crecimiento Rentable, Consolidación Organizacional y Responsabilidad Corporativa (ver Figura 2).



Figura 2. Lineamientos estratégicos Ecopetrol. Fuente Ecopetrol Programa de evacuación de crudo 2012.

Ecopetrol se encuentra en una de las industrias con mayor dinámica, competitividad, con unos objetivos con una gran carga de incertidumbre. Es por esto que Ecopetrol diseñó el Código de Buen Gobierno el cual integra las mejores prácticas corporativas en materia de transparencia, gobernabilidad y control con el fin de generar confianza en los grupos de interés y en el mercado en general. Las prácticas consignadas en el código están enmarcadas en los principios de transparencia, gobernabilidad y control en la gestión empresarial.

(Recuperado de <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=262&conID=38360>)

Para responder a los retos de la competitividad y del mercado en general se estructuró una organización que responde a los lineamientos estratégicos anteriormente expuestos. Cabe destacar que dentro de esta estructura y alineándonos con el propósito del presente IFI debemos destacar la existencia de la Unidad de Gestión de Riesgos la encargada del manejo de los riesgos de la sociedad.

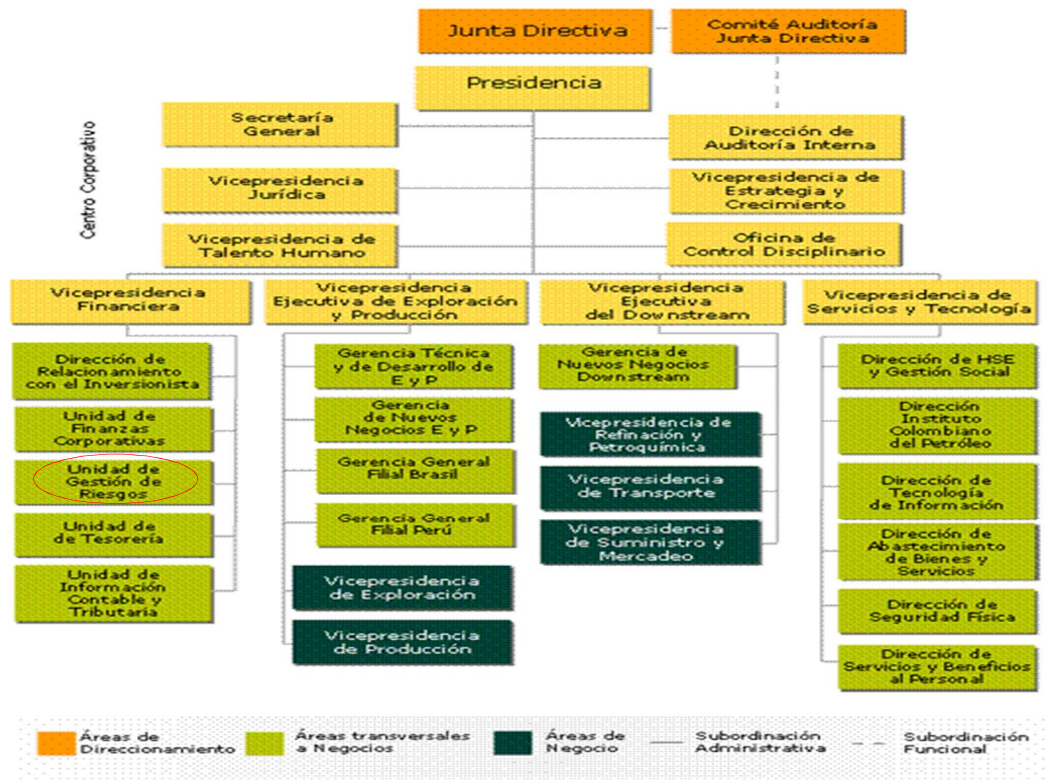


Figura 3. Organigrama Ecopetrol. Fuente Ecopetrol Programa de evacuación de crudo 2012.

La gestión integral de riesgos en ECOPETROL S.A. busca trazar unos lineamientos generales y fundar una cultura que incorpore la gestión de riesgos, permitiendo así tomar decisiones informadas, contemplando los posibles escenarios tanto positivos como negativos, y minimizando el riesgo de afectar recursos valiosos para la Sociedad. Como marco de gestión de los riesgos se establecen políticas empresariales y procedimientos de identificación, valoración, manejo y evaluación de los riesgos: Transparencia, fluidez e integridad de la información.

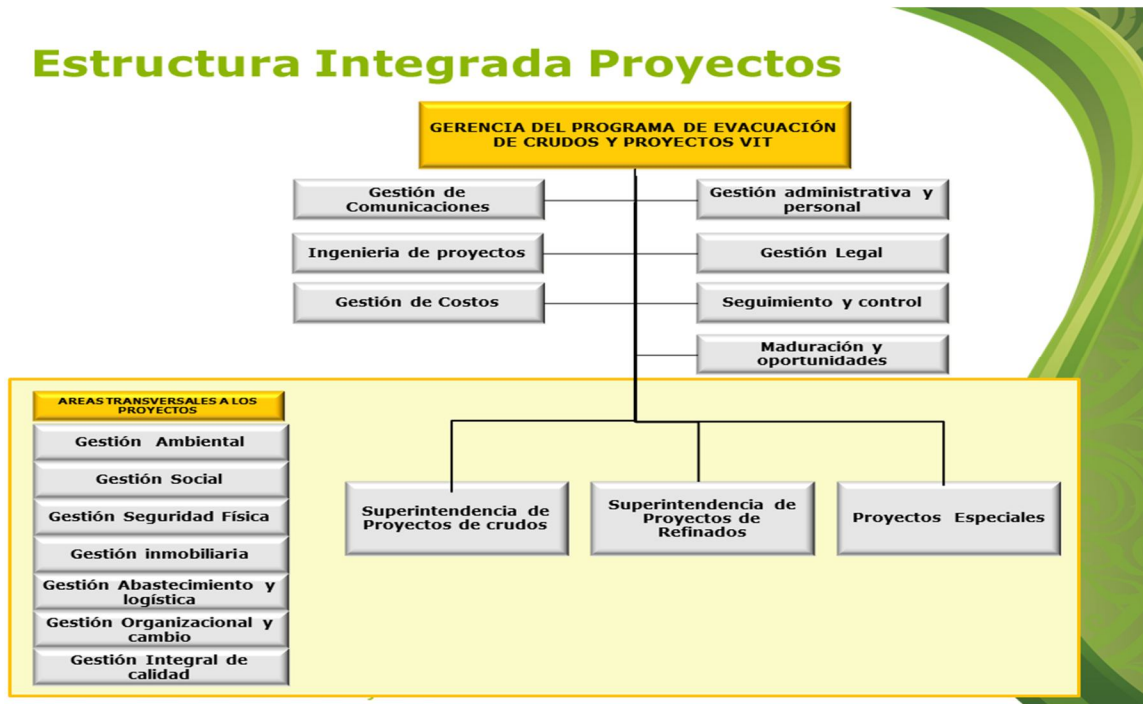


Figura 4. Estructura integrada de proyectos de la Vicepresidencia de Transporte. Fuente Programa de Evacuación de Crudos 2012.

Dentro de la estructura del Programa de Evacuación de Crudos también podemos evidenciar el despliegue de la estrategia de gestión de riesgos. La gerencia del PEC estructuró el despliegue del área de riesgos al nivel de Superintendencias y proyectos especiales, es así como cada proyecto cuenta con un profesional de riesgo y como al servicio de la gestión estratégica del PEC se cuenta con una Coordinación que permite implementar y desarrollar la gestión de riesgos. En la Figura 5 podemos observar lo anteriormente citado.

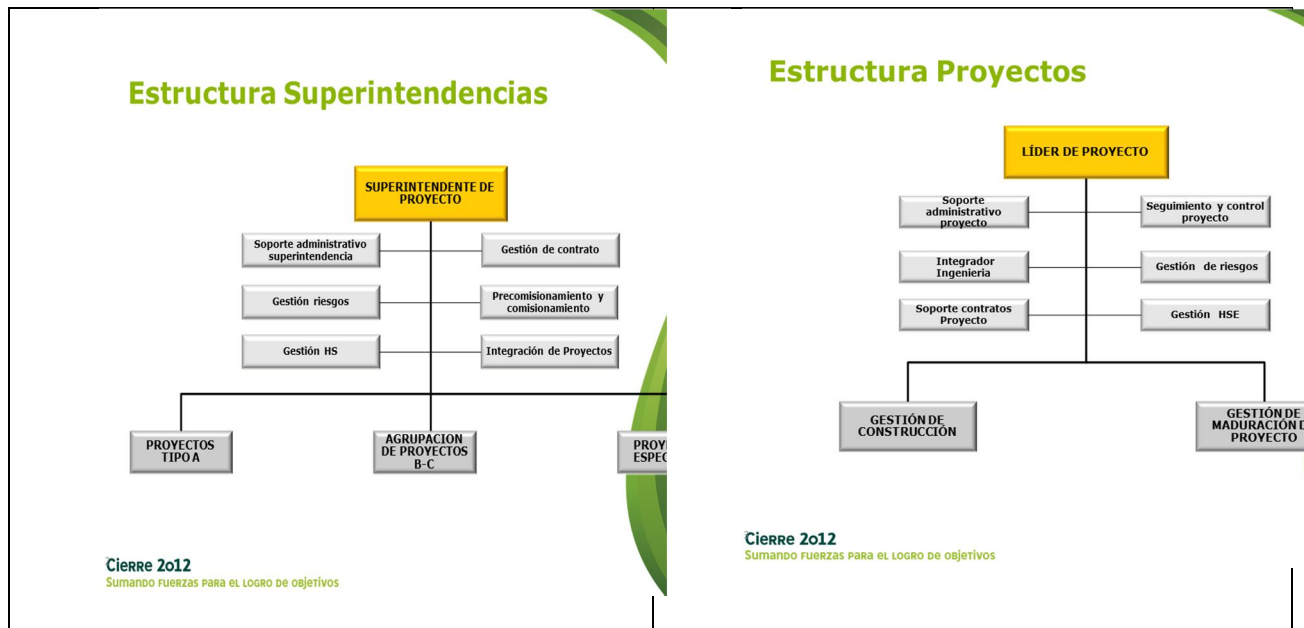


Figura 5. Estructura Superintendencias y Proyectos de la Vicepresidencia de Transporte. Fuente Programa de Evacuación de Crudos 2012.

La empresa ha implementado el sistema de gestión de riesgos combinando 3 pilares claves y el ciclo de gestión de riesgos desde su etapa de planeación, pasando por la identificación, evaluación, tratamiento y monitoreo de los riesgos y acompañado de un proceso transversal de comunicación.

Este sistema de gestión, brinda un enfoque estratégico de la empresa orientada hacia el cumplimiento de objetivos, creación de valor, prevención de amenazas, aprovechamiento de oportunidades y minimización de los impactos derivados de los riesgos materializados para sus grupos de interés, activos y operaciones. ECP-UGR-M-002 Manual de Gestión de Riesgos.

Versión 1. 30 de septiembre de 2009.



Figura 6. Ciclo de gestión de riesgos. Fuente Manual de gestión de riesgos en proyectos Ecopetrol

2.2. Pilares Sistema Gestión de Riesgos de la empresa

2.2.1. Cultura en gestión de riesgos

Con este pilar se busca promover un conjunto de valores, comportamientos y creencias frente a la gestión de riesgos, con el fin de fortalecer el compromiso y la conciencia de los trabajadores en el manejo de los riesgos durante la ejecución de sus actividades.

2.2.2. Estructura Organizacional

Se definen roles y responsabilidades generales y específicos para la operación del sistema de gestión de riesgos, en los cuales se involucran todos los niveles jerárquicos de la organización.

ECP-UGR-M-002 Manual de Gestión de Riesgos. Versión 1. 30 de septiembre de 2009.

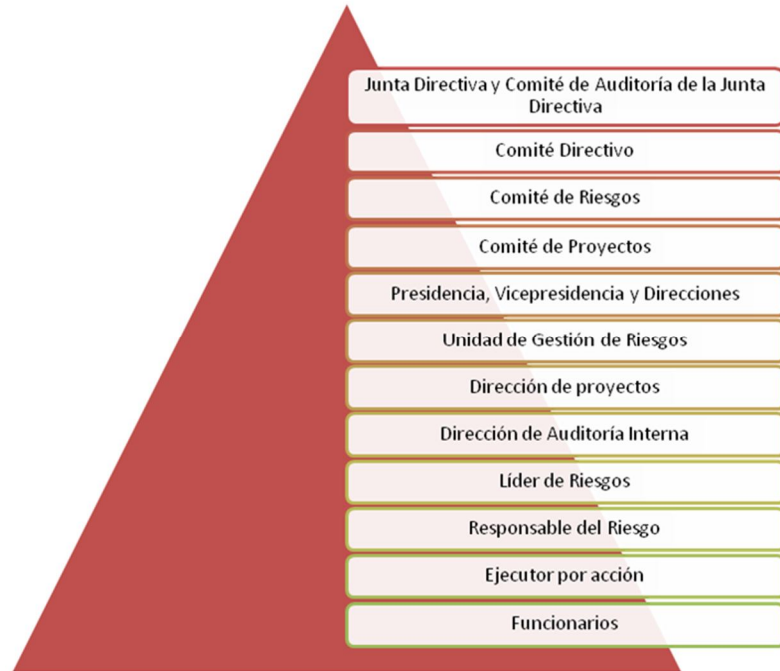


Figura 7. Roles organizacionales. Elaboración propia

2.2.2.1. Junta Directiva y comité de auditoría de la junta

- Vigilar el establecimiento del sistema de gestión de riesgos para la Sociedad, que comprenda la identificación, valoración, definición de responsabilidades, planes de manejo y mecanismos de monitoreo.
- Informar a la Junta Directiva y a la Asamblea General de Accionistas sobre hallazgos y situaciones de riesgo que lo ameriten.
- Revisar anualmente los Riesgos Empresariales, así como los riesgos críticos (VH) identificados en los procesos de Nivel 0.

2.2.2.2. Comité Directivo

- Revisa, realimenta y valida el Mapa de Riesgos Empresariales para informar posteriormente a la Junta Directiva.
- Conoce anualmente los riesgos más críticos (VH) de los procesos de Nivel 0 y su gestión.

2.2.2.3. Comité de Riesgos

Es la instancia de la alta dirección, creada con el fin de asegurar que la gestión de riesgos en la Empresa se desarrolle de manera integral en los procesos.

2.2.2.4. Comité de Proyectos

Tiene por objeto realizar seguimiento de los principales proyectos del portafolio de inversiones, analizar su desempeño y generar las respectivas acciones correctivas, preventivas o de mejora para asegurar el uso efectivo del capital y el logro de la estrategia.

Sus principales responsabilidades en materia de gestión de riesgos son:

- Verificar el desempeño de los proyectos principales, durante la maduración y ejecución.
- Analizar las tendencias y proyecciones de la gestión de proyectos a nivel corporativo.

- Validar las respectivas acciones correctivas, preventivas o de mejora a que haya lugar, a partir de los resultados obtenidos por los proyectos durante la maduración y ejecución y realizar seguimiento a la implementación de las mismas

2.2.2.5. Presidencia, Vicepresidencias y Direcciones (accountable del proceso o proyecto)

La alta gerencia es el dueño y responsable final de los riesgos de los procesos o proyectos a su cargo. Además son los encargados de la implementación del sistema de gestión de riesgos dentro de su área o negocio, y por lo tanto deben asegurar la aplicación oportuna de las etapas del ciclo de gestión de riesgos en los procesos o proyectos.

Para los proyectos, el rol de accountable también puede ser asumido a nivel de las Gerencias.

Las principales responsabilidades en materia de gestión de riesgos son:

- Asegurar que la planeación, identificación, evaluación, tratamiento, monitoreo y comunicación de los riesgos se realice de manera oportuna y de acuerdo con los lineamientos establecidos en materia de gestión de riesgos.
- Proveer los recursos necesarios para la aplicación del ciclo de gestión de riesgos.
- Asignar a cada uno de los riesgos un responsable de riesgo idóneo.
- Revisar y asegurar la efectividad, eficacia y eficiencia de las acciones definidas en los planes de tratamiento de riesgos.
- Asegurar y promover la cultura en gestión de riesgos en los procesos o proyectos bajo su responsabilidad

2.2.2.6. Unidad de Gestión de Riesgos

Las principales funciones de la unidad son:

- Liderar, coordinar y desarrollar para revisión del Comité de Riesgos y para aprobación del Presidente, las políticas de gestión de riesgos de la organización.
- Emitir los lineamientos específicos para la aplicación del ciclo de gestión de riesgos.
- Estructurar y asegurar la implementación y mejora continua del sistema de gestión de riesgos de la empresa.
- Fomentar junto con la Vicepresidencia de Talento Humano, la consolidación de una cultura de gestión de riesgos dentro de la organización.
- Presentar al Comité de Riesgos y a la Junta Directiva la propuesta de Riesgos Empresariales.
- Presentar en el Comité de Auditoría de la Junta Directiva de manera trimestral, el estado actual del manejo de los riesgos del Grupo Empresarial.
- Soportar metodológicamente a los procesos y/o proyectos que lo requieran, en la planeación y el desarrollo de las etapas del ciclo de gestión de riesgos.
- Liderar la realización periódica del ejercicio de identificación y evaluación de riesgos para procesos de nivel 0.
- Elaborar el reporte periódico de los resultados de la gestión de riesgos en los procesos de nivel 0.

2.2.2.7. Dirección de Proyectos

Las principales funciones de la Dirección de Proyectos son:

- Asegurar la aplicación del ciclo de gestión de riesgos en los proyectos, de acuerdo con los lineamientos organizacionales definidos y dentro del marco establecido por el Modelo de Maduración de Proyectos.

- Garantizar seguimiento y reporte del estado de la gestión de riesgos en los proyectos durante las etapas de planeación y ejecución, analizar su desempeño y generar las respectivas acciones de mejora para el proceso para asegurar el uso efectivo del capital en inversiones que apalanquen el logro de la estrategia.
- Garantizar la asesoría a las unidades de negocio en metodologías de apoyo en la conceptualización y gestión de riesgo de los proyectos.
- Consolidar y cuantificar los resultados de mejoramiento del negocio como consecuencia de la aplicación del ciclo de gestión de riesgos en los proyectos emprendidos.
- Asegurar el desarrollo de las competencias en gestión de riesgos para proyectos de la organización mediante la implementación de los planes de entrenamiento y certificación requeridos.

2.2.2.8. Dirección de Auditoría Interna

La Dirección de Auditoría Interna es responsable por evaluar y proponer acciones de mejoramiento sobre la efectividad del sistema de gestión de riesgos del Grupo Empresarial. Esta información así como los hallazgos y situaciones de riesgo que lo ameriten, deberán ser presentados al Comité de Auditoría de Junta Directiva.

2.2.2.9. Líder de Riesgos

El Líder de Riesgos de cada proceso de nivel 0 o proyecto debe ser designado oficialmente, para los procesos de nivel 0 será designado por el Vicepresidente o Director, accountable del proceso, a través de memorando remitido a la Unidad de Gestión de Riesgos.

Entre sus responsabilidades se encuentran:

- Impulsar y promover el sistema de gestión de riesgos.

- Servir de contacto primario con la Unidad de Gestión de Riesgos o el accountable del proyecto para el sostenimiento del sistema de gestión de riesgos en su proceso de nivel 0 o proyecto respectivamente.
- Asegurar el cumplimiento y adecuado desarrollo del ciclo de gestión de riesgos, basándose en los lineamientos establecidos por la organización.
- Coordinar la actualización y divulgación del registro de riesgos y la valoración de los riesgos del proceso o proyecto correspondiente, así como la revisión y actualización de los planes de tratamiento. Para el caso de los procesos de nivel 0 estas actividades deberán realizarse anualmente.
- Recopilar y reportar periódicamente a la Unidad de Gestión de Riesgos o el accountable del proyecto según corresponda, la información de los incidentes o riesgos materializados, asegurando que ésta sea confiable y oportuna.
- Consolidar y preparar el reporte periódico de su proceso o proyecto, con el avance y actualización del plan de tratamiento de riesgos y dar alarmas sobre los nuevos riesgos identificados.
- Incentivar la cultura de gestión de riesgos en las áreas involucradas en el proceso o proyecto respectivo.
- Dar soporte en la consolidación de reportes para: Unidad de Gestión de Riesgos, Comité de Riesgos, Comité de Proyectos o comités internos de las áreas para seguimiento a la gestión de riesgos.
- Acompañar el análisis y reporte de los riesgos empresariales asignados a su proceso de nivel 0 o proyecto.

2.2.2.10. Responsable de Riesgo

La labor principal del Responsable de Riesgo consiste en elaborar con el apoyo del equipo de expertos de su proceso y el líder de riesgos, el plan de tratamiento de cada uno de los riesgos a su cargo, para lo cual deberá:

- Elaborar y conservar los registros del análisis de causas de los riesgos a su cargo.
- Priorizar las causas identificadas para cada riesgo, con el objetivo de obtener el Pareto de las mismas y de concentrar los esfuerzos y recursos en aquellas causas de mayor incidencia en la ocurrencia o materialización del riesgo.
- Para las causas principales, seleccionar las opciones de tratamiento requeridas y establecer las acciones, que se consideren efectivas, eficaces, y eficientes, de tal manera que se disminuyan los impactos negativos o se incrementen las consecuencias y probabilidad de su ocurrencia (impactos negativos y positivos respectivamente).
- En caso de que una acción deba ser ejecutada por un proceso ajeno al propio, éste deberá ser consultado e involucrado, con el fin de concertar conjuntamente el ejecutor de la acción, los recursos y las fechas de inicio y finalización de la misma.
- Designar al ejecutor de la acción, quien debe contar con el empoderamiento adecuado para llevar a cabo el cumplimiento de la misma.
- Identificar indicadores clave de riesgo (KRI) para cada uno de los riesgos a los que se les está definiendo un plan de tratamiento.
- Consolidar el plan de tratamiento del proceso o proyecto por medio del diligenciamiento del formato para planes de tratamiento y monitoreo de riesgos ECP-UGR-F-009 o el formato para registro de riesgos, evaluación semi-cuantitativa y planes de tratamiento de riesgos en proyectos ECP-DPY-F-008 respectivamente.

- Comunicar los resultados y responsabilidades establecidas en el plan de tratamiento a todos los interesados.
- Cuantificar los riesgos a su cargo.

2.2.2.11. Ejecutor por Acción

Entre sus responsabilidades se encuentran:

- Asegurar la oportuna ejecución de las acciones de tratamiento a su cargo, conservando los registros de su desarrollo.
- Informar al responsable de riesgo sobre los avances, barreras y oportunidades identificadas durante la ejecución de las acciones de tratamiento.

2.2.2.12. Funcionarios de la Empresa

Todos los colaboradores son responsables por administrar los riesgos generados por los procesos o proyectos a su cargo, mediante la implementación del ciclo de gestión de riesgos. Así mismo, tienen la obligación de participar de manera proactiva estableciendo medidas preventivas y de reportar nuevos riesgos, incidentes o riesgos materializados, utilizando los medios disponibles en la empresa para este fin.

2.2.2.13. Normativa y documentos de gestión

La empresa ha definido toda la documentación requerida para la adecuada implementación del sistema de gestión de riesgos, la cual está compuesta por manuales, instructivos, formatos y procedimientos que proveen lineamientos frente al tema.

2.3. Metodología de riesgos y etapas del ciclo de gestión de riesgos Ecopetrol S.A.

La metodología a implementar en el proceso piloto durante el desarrollo de este trabajo, es la aplicada en Ecopetrol y que consta de las siguientes etapas:

2.4. Planeación

Esta etapa permite definir el alcance y los objetivos de la aplicación del ciclo de gestión de riesgos, buscando que este se integre al proceso o al plan de gestión del proyecto. Con esto se busca establecer recursos, herramientas y tiempo requerido para la ejecución de actividades. Así mismo establece los lineamientos, procesos y herramientas para identificar, evaluar, tratar, monitorear y comunicar los Riesgos.

Para el caso de proyectos, la Planeación de la Gestión de Riesgos se inicia desde cuando estos son concebidos para implementarlo desde las etapas tempranas y durante su ejecución.



Figura 8. Entradas, herramientas y salidas Proceso de Planeación de Riesgos. Elaboración propia.

2.4.1. Identificación

Esta etapa permite determinar los eventos que pueden afectar positiva o negativamente el cumplimiento de los objetivos del proceso o proyecto, bien sea que se encuentren o no bajo el control de la organización.

Así mismo, es importante tener en cuenta que la identificación de riesgos es un proceso dinámico cuyo resultado depende de la adecuada selección del grupo de personas y herramientas con que se realice la actividad.



Figura 9. Entradas, herramientas y salidas proceso de identificación. Elaboración propia.

2.4.2. Evaluación

Con esta etapa se busca priorizar los riesgos identificados, con el objetivo de asegurar que los recursos disponibles en el proceso o proyecto sean utilizados para tratar los riesgos críticos o prioritarios.

Los riesgos son priorizados por medio de la estimación de la frecuencia de ocurrencia (probabilidad) e impactos, tanto positivos como negativos, dentro del proceso o proyecto. Esta estimación puede ser realizada de manera cualitativa, semi-cuantitativa, o cuantitativa. Para evaluar los riesgos en los procesos de nivel 0 y los proyectos de la Empresa es obligatorio realizar análisis semi-cuantitativo. Para los proyectos y programas de proyectos es obligatorio realizar el análisis cuantitativo como complementaria al análisis semi-cuantitativo.

El análisis semi-cuantitativo brinda una visión general del panorama de riesgos priorizado y en diversas ocasiones es suficiente para tomar decisiones de asignación de recursos para el tratamiento de los riesgos críticos. Por su parte, el análisis cuantitativo se utiliza cuando el proceso o proyecto requiere conocer con mayor precisión el impacto y/o probabilidad de ocurrencia de un riesgo al que está expuesto. Para los proyectos el análisis cuantitativo permite determinar con mayor precisión el presupuesto, cronograma y calcular el límite de responsabilidad contractual.



Figura 10. Entradas, herramientas y salidas proceso de Registro. Elaboración propia.

SEVERIDAD		HSE y SEG. FÍSICA			ALCANCE				IMAGEN y CLIENTES	OTRA	Insignificante	Bajo	Medio	Alto	1 c pr	
		Personas	Daños a instalaciones	Ambiente	ECONÓMICOS (COSTO) (USD\$):		Programación									DÍAS
					Desde	Hasta	Desde	Hasta								
5	Muy Alto	Una o más fatalidades	Daño Total	Contaminación Irreparable	> 5,00% CAPEX		> 10% Programa Ejecución		Impacto Internacional		M	M	H	H		
					42.308.400	846.168.000	102,1	1.021,0								
4	Alto	Incapacidad permanente (parcial o total)	Daño Mayor	Contaminación Mayor	> 3,00% CAPEX		6->10% Programa Ejecución		Impacto Nacional		L	M	M	H		
					25.385.040	42.308.399	61,3	102,0								
3	Medio	Incapacidad temporal (>1 día)	Daño Localizado	Contaminación Localizada	> 1,00% CAPEX		2->6% Programa Ejecución		Impacto Regional		N	L	M	M		
					8.461.680	25.385.039	20,4	61,2								
2	Bajo	Lesión menor (sin incapacidad)	Daño Menor	Efecto Menor	> 0,50% CAPEX		1->2% Programa Ejecución		Impacto Local		N	N	L	M		
					4.230.840	8.461.679	10,2	20,3								
1	Insignificante	Lesión leve (primeros auxilios)	Daño leve	Efecto Leve	> 0,50% CAPEX		<1% Programa Ejecución		Impacto Interno		N	N	N	L		
					0	4.230.839	0,0	10,1								
0	Nulo	Ningún Incidente	Ningún Daño	Ningún Efecto	= 0,00% CAPEX		0% Programa Ejecución		Ningún Impacto		N	N	N	N		
					0	0	0	10,1								

Figura 11. Matriz RAM para evaluación de riesgos. Fuente, PAR del sistema SFM. PAR proyectos Ecopetrol.

La Matriz de Evaluación de Riesgos es una herramienta para la evaluación cualitativa de los riesgos y facilita la clasificación de las amenazas a la salud, medio ambiente, relación con clientes, bienes e imagen de la Empresa, así como tiempo y costos de los proyectos. Los ejes de la matriz según la definición de riesgo corresponden a las consecuencias y a la probabilidad.

El cruce de las dos escalas determina la evaluación y clasificación cualitativa del riesgo. Para este caso de la RAM, estimar la probabilidad y las consecuencias no es una ciencia exacta. La estimación de la consecuencia se basa en la respuesta a “qué ocurrió” o “qué pudo o podrá ocurrir; mientras que la estimación de la probabilidad se basa en información histórica respecto de casos ocurridos anteriormente en similares condiciones, sabiendo que las circunstancias nunca son exactamente las mismas. Guía uso de la matriz de valoración de riesgos- RAM. Ecopetrol. 31 de Marzo de 2008

A continuación se presentan algunas de las reglas que se deben tener en cuenta durante la evaluación cualitativa de riesgos:

- Se debe evaluar en forma independiente cada uno de los riesgos contenidos en el registro de riesgos (producto de la etapa de Identificación), hasta haberse analizado la totalidad de los mismos.
- El ejercicio de valoración de riesgos consiste en estimar las consecuencias históricas o potenciales que podrían generarse en caso de la materialización del riesgo.
- La probabilidad a evaluar es la de ocurrencia de las consecuencias debido al riesgo, más no la ocurrencia del riesgo en sí.
- Dependiendo de la naturaleza del proyecto, pueden adicionarse áreas de impacto (tales como impacto legal, técnico/tecnológico, etc.) o modificarse las escalas de las

existentes, para lo cual deben contarse con la autorización de la Dirección Corporativa de Proyectos (DPY).

- Los rangos establecidos para los impactos económicos y de tiempo están en función del CAPEX y la duración del proyecto respectivamente.

2.4.3. Tratamiento

Esta etapa permite la selección de las posibles opciones de tratamiento, por lo que se define y ejecuta el plan de tratamiento.

Dentro de las opciones de tratamiento se encuentran:

- Aceptar y transferir para tratar amenazas y/o oportunidades.
- Mitigar y eliminar para tratar amenazas.
- Explotar para tratar oportunidades.

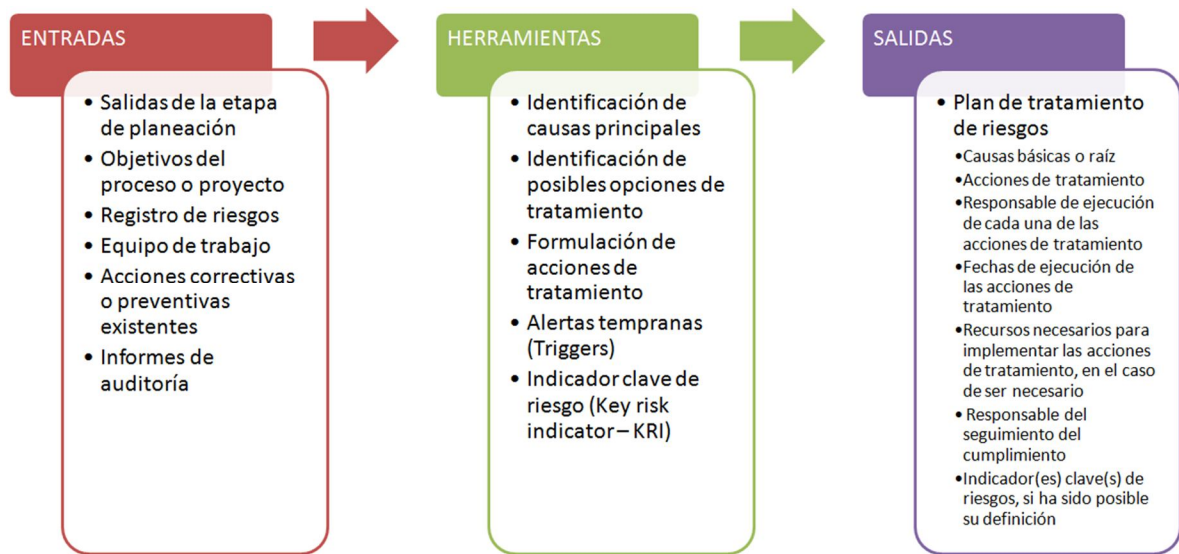


Figura 12. Entradas, herramientas y salidas proceso de tratamiento. Elaboración propia.

Para los procesos en la Empresa como mínimo se deben generar acciones de tratamiento para los riesgos valorados como VH, H y M en el análisis semi-cuantitativo.

Para los proyectos de la Empresa se deben priorizar las acciones de tratamiento para los riesgos valorados en el análisis semi-cuantitativo en función del tipo de proyecto, su estado de maduración y los recursos disponibles para su tratamiento teniendo en cuenta:

- Los riesgos valorados H y VH siempre deberán contar con una acción de tratamiento, independientemente de la fase en la que se encuentre el proyecto.
- Para proyectos tipo A y Especiales durante las fases 3 y 4 deben incluir adicionalmente en los planes de tratamiento la totalidad de los riesgos valorados M.
- Para los demás tipos de proyectos se deben establecer acciones de tratamiento para todos los riesgos valorados VH, H y M

El proceso para implementar la etapa de tratamiento es el siguiente:

- Identificación de causas principales: El tratamiento de los riesgos identificados debe enfocarse hacia la disminución o aprovechamiento de las causas principales, más que al tratamiento directo de los riesgos identificados.
- Identificación de posibles opciones de tratamiento: Para cada una de las causas básicas identificadas determine la(s) opción(es) de tratamiento que apliquen.
- Formulación de acciones de tratamiento: Se deben formular las acciones que se consideren efectivas y suficientes para disminuir o aprovechar las causas básicas del riesgo o disminuir los efectos (impacto) si estos llegaran a ocurrir o a materializarse.

Los elementos mínimos que debe contener cada acción son: Descripción de la actividad
Responsable de la ejecución de la actividad Fechas de inicio y finalización.

2.4.4. Monitoreo

El objetivo de esta etapa es el seguimiento y control de los planes de tratamiento y actualización de los registros de riesgos; con lo cual se verifica la aplicación del ciclo de gestión de riesgos y sus resultados.

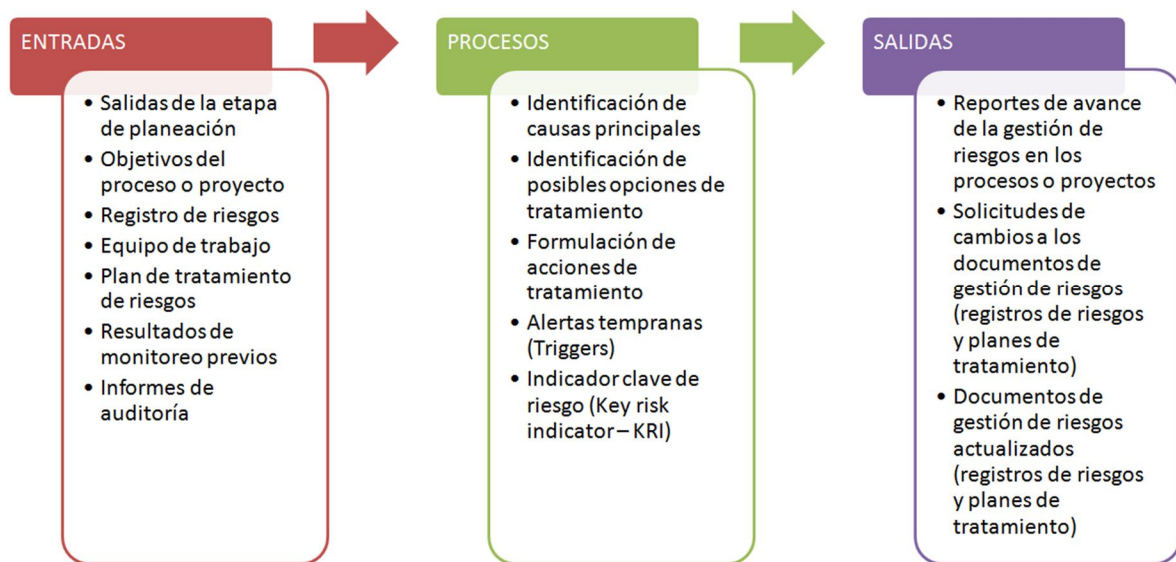


Figura 13. Entradas, herramientas y salidas proceso de monitoreo. Elaboración Propia.

Esta etapa deberá ser aplicada de manera exhaustiva para los riesgos valorados como VH, H y M. Para los riesgos L y N, se recomienda monitorear su nivel con el fin de asegurar que permanezcan en niveles aceptables.

La comunicación es una etapa transversal del ciclo de gestión de riesgos, definida durante la planeación e implementada a lo largo de las etapas de identificación, evaluación, tratamiento y monitoreo. La comunicación permite la socialización de los resultados y el adecuado flujo de información y diálogo entre los interesados o partes involucradas. Se define como un proceso interactivo de intercambio de información y opinión.

El monitoreo de los planes de tratamiento incluye:

- Verificar el cumplimiento de los planes de tratamiento establecidos.
- Medir la efectividad de los planes de tratamiento
- Realizar modificaciones al plan de tratamiento para incluir mejoras identificadas o para complementarlo en caso de que sea insuficiente o inadecuado.
- Identificar eventos relacionados con la ocurrencia o materialización de los riesgos, revisando el impacto y la probabilidad que dichos eventos puedan llegar a tener sobre la valoración del mismo y las modificaciones o adiciones que se deban realizar sobre el plan de tratamiento.
- Revalorar los niveles de los riesgos identificados para actualizarlos en caso que esto se amerite.
- Ajustar los riesgos en caso de que haya cambios en sus componentes (nombre, descripción, causas, consecuencias, controles).
- Identificar y valorar nuevos riesgos, derivados de cambios en el entorno o en los objetivos / condiciones del proceso o proyecto.

- Eliminar riesgos del registro de riesgos, en caso de que estos no sean una condición relevante para el cumplimiento de los objetivos del proceso o proyecto.
- Realizar seguimiento a las alertas, controles o triggers para los riesgos identificados.

Para lograr que la etapa de monitoreo se desarrolle en forma adecuada, el proceso o proyecto debe establecer claramente la línea de reporte, la periodicidad del mismo y su seguimiento para asegurar la obtención oportuna de la información relevante para los diferentes niveles de la organización.

3. CASOS DE GESTION DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA ENERGY, OIL & GAS

La evolución de la gestión de riesgos en la industria del oil and gas ha sido impulsada por diversos factores, desafortunadamente la mayoría de estos factores han sido situaciones que han tenido impactos altamente negativos en el sector de hidrocarburos y en algunos casos impactos medio ambientales y económicos incalculables. Estos eventos negativos han puesto los ojos en la gestión de riesgos de las organizaciones y de los proyectos llevando a un nuevo nivel a la comprensión y predictibilidad de los riesgos en el tiempo.

Si nos remitimos a aquellos eventos que han impactado la industria Energy, Oil and Gas es necesario mencionar eventos como el derrame de crudo del buque petrolero de Exxon Valdez el 24 de mayo de 1989, así como el mayor desastre de la industria como el de la plataforma Deep Water Horizon el 20 de abril de 2010. A su vez se presenta una breve descripción del evento que impulsó la creación del programa de integridad y de contingencias al interior de Ecopetrol.

3.1. Derrame buque petrolero Exxon Valdez

3.1.1. Eventos relevantes del incidente

El petrolero Exxon Valdez derramó su carga en 1989, causando un enorme daño sobre una gran superficie frente a la costa de Alaska. El petrolero había zarpado de la terminal petrolera Valdez en Alaska el 23 de marzo de 1989, y golpeó un arrecife en horas tempranas del 24 de

marzo. La cadena de eventos que llevaron al choque permanecen sin aclarar hasta nuestros días. Un estimado de 11 millones de galones de petróleo fueron vaciados al agua desde el buque roto, y la superficie derramada cubrió finalmente 460 millas cuadradas. Aunque ha habido muchos otros derrames de petróleo alrededor del mundo, el del Exxon Valdez ocurrió en aguas remotas, hogar de una fauna abundante y espectacular, y causó un daño terrible al área.

Miles de animales murieron como resultado del derrame, incluyendo aproximadamente 250.000 aves marinas y 2.800 nutrias marinas. La limpieza costó más o menos 2,1 billones de dólares y, algunas áreas a lo largo de la costa más cercana al derrame, todavía hoy en día están contaminadas con petróleo debajo de la superficie. Recuperado de:

http://www.tudiscovery.com/guia_barcos/barcos_desastres/barcos_exxon/index.shtml, 24 de Marzo de 2013.



Figura 14. Fotografías derrame Exxon Valdez. Imágenes tomadas del sitio web evostc. www.evostc.state.ak.us

3.1.2. Causas del evento materializado

Si bien, las causas aún en nuestros tiempos siguen siendo materia de investigación podemos mencionar algunos factores comunes de las investigaciones del evento.

- Fallas en la asignación de personal suficiente a cargo de las operaciones del buque lo que impidió tener personal capacitado, bien descansado en las operaciones críticas.
- No se realizó adecuado mantenimiento del sistema de control de colisiones del buque lo que impidió que el buque pudiera evitar la colisión con el arrecife en Alaska.
- Fallas en la implementación de nuevas tecnologías que pudieran transmitir información en tiempo real de las amenazas marítimas de la zona.
- No se le informo al buque tanque del cese de actividades marítimas en la zona del arrecife donde sufrió la colisión.

3.1.3. Gestión de riesgos en el evento

Si bien en 1989 la gestión de riesgo no había sido representativa en el marco de los proyectos y de las organizaciones, este evento impulsó los primeros análisis de riesgos desde el punto de vista de valoración económica. El primer análisis que podemos hacer es a través al derrame de hidrocarburos y el segundo desde el punto de vista de consecuencias ambientales. El costo aproximado de la materialización de este riesgo fue de 7 billones de dólares (recuperado de <http://www.mallenbaker.net/csr/crisis03.html>. Caso de estudio 24 de marzo de 2013), incluyendo los costos de limpieza. Cerca de 5 billones estuvieron asociados a las demandas por irresponsabilidad corporativa.

El daño a la imagen corporativa fue aún mucho mayor y más difícil de cuantificar. Exxon pasó a ser la compañía petrolera más grande del mundo a la tercera, dejándolo dentro del mercado como una compañía arrogante y dañina para el planeta. Adicionalmente, y si entramos a

profundizar el minuto a minuto de la atención y respuesta a esta situación de crisis los elementos de mejora son innumerables, en especial con todo aquello relacionado con los planes de respuesta en caso de crisis y la gestión de comunicaciones. Si bien todos estos elementos configuran elementos de análisis gestión de riesgos recordemos que este impulso solo se dio a través de tan fatigoso evento.

3.2. Incidente plataforma DeepWaterHorizon

3.2.1. Eventos relevantes del incidente

El veinte de abril de 2010, una plataforma petrolífera de la British Petroleum (BP) explotó, matando a 11 de los trabajadores de la plataforma y dejando a 17 heridos. El fuego proveniente de la plataforma ardió por 36 horas hasta que el pozo se hundió. Los hidrocarburos se vertieron en el mar a través de la válvula preventora y desde el pozo situado a más de 1.500 metros de profundidad, por 87 días causando un derrame de decenas de miles de barriles de petróleo en el Golfo México. Recuperado de:

http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/incident_response/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/Deepwater_Horizon_Accident_Investigation_Report.pdf, el 24 de Marzo de 2013.

La British Petroleum (BP) encabezado por sus equipos de exploración y producción lideraban la operación en el cañón del Mississippi del bloque 252 en donde se encontraba el pozo Macondo.



Figura 15. Fotografía Deep Water Horizon. Tomada de la página web de BP. Página web British Petroleum www.bp.com

3.2.2. Causas del incidente

Se encontraron 8 causas directamente relacionadas con el incidente. Estas se describen de una manera sucinta.

- La barrera de cemento no anuló la salida de hidrocarburos. De acuerdo al informe final de investigación el equipo concluyó que hubo debilidades estructurales en el cemento especialmente en el diseño y prueba, así como en el aseguramiento de la calidad y en la medición del riesgo.
- La zapatas barrera no aislaron los hidrocarburos. El equipo investigador concluyó que los hidrocarburos se filtraron por la zapata. Se identificó modos de falla potencial que pueden explicar cómo el cemento de la zapata y el collar de flotación permitieron el ingreso de hidrocarburos dentro del sello de producción.
- La prueba de presión negativa fue aceptada aunque la integridad del pozo no había sido establecida. La tripulación de la plataforma y BP conjeturaron incorrectamente que la prueba de presión al ser exitosa daba por sentado también la integridad del pozo.
- La salida de crudo no fue reconocida hasta que estaban en la salida del pozo.
- La respuesta de control del pozo fallaron al intentar retomar control de este.
- La desviación del separador de lodo-gas resultó en gas venteando en la zapata.
- El sistema contra fuegos no previno la ignición de hidrocarburos.
- La válvula preventora de emergencia no selló el pozo.

3.2.3. Gestión de riesgos del evento

La lectura del informe definitivo del incidente presenta una interesante visión de la gestión de riesgos específica y tácita y le da una gran relevancia a esta área del conocimiento de la

gestión de proyectos. A continuación se presentan apartes del informe que hablan tácitamente de la gestión de riesgos.

Dentro de la profundización de la primera causa expuesta tenemos “Implementación de técnicas de mejoramiento, **gerencia del riesgo** y gerencia del cambio por el equipo de BP podría haber aumentado la capacidad de alerta de los cambios de alcanzar un aislamiento zonal y de llevar adicionales acciones de mitigación”.

En otro aparte del informe “Revisar y medir la consistencia, rigor y efectividad de la actual gerencia de riesgos y gerencia del cambio practicados en la perforación y en las actividades relacionadas”.

Pese a que la gerencia de riesgos es un actor protagonista durante todo el informe es necesario y crítico resaltar lo siguiente: “Se debe establecer niveles mínimos de redundancia y confiabilidad para los sistemas de gestión de BP. Esto requiere que los contratistas implementen sistemas de gestión de riesgos auditables para garantizar la operación bajo niveles mínimos de riesgo”.

3.3. Evento de Dosquebradas- Risaralda

3.3.1. Eventos relevantes del incidente

Una explosión el 23 de diciembre de 2011 en el poliducto en Dosquebradas, Risaralda, deja más de 60 heridos. La detonación causó la muerte de ocho personas y afectó cerca de 100 viviendas en la región.

3.3.2. Causas del incidente

Rotura de la tubería fue generada por un movimiento de tierra (reptamiento) que produjo una excesiva tensión sobre la tubería, la cual generó una tracción que superó el límite de 42.000 PSI para las cuales está diseñado el tubo” se lee textualmente en la presentación donde se agrega que “ el tubo estaba en buenas condiciones conservando sus propiedades de diseño”.



Figura 16. Fotografía incidente Dosquebradas. Fuente diario El Espectador. www.elespectador.com

3.3.3. Gestión de riesgos del evento

Si bien Ecopetrol continua brindando apoyo y soporte en diferentes áreas como salud, gestión social y medio ambiente, tal vez la acción más reconocida frente al riesgo materializado es la creación del programa de integridad de Ecopetrol y el programa de riesgos y contingencias, recuperado de

<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=148&conID=54775&pagID=134183>, el 24 de Marzo de 2013. Ambos programas están claramente dirigidos a realizar gestión de riesgos y mitigar a niveles mínimos cualquier incidente como el expuesto.

4. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE RIESGOS

4.1. Introducción:

Sin lugar a dudas la cuantificación económica de riesgos ha sido uno de los procesos más complejos de desarrollar dentro de la gestión de riesgos y esto se debe a que dentro de las organizaciones no existen datos históricos para poder disminuir los márgenes de incertidumbre aplicados a esta cuantificación, adicionalmente, las memorias de cálculo no se elaboran con el suficiente grado de profundidad o con las consideraciones necesarias para determinar escenarios que sean referente para la toma de decisiones. Dentro del Programa de Evacuación de Crudos (PEC) de Ecopetrol los análisis económicos de riesgos en proyectos se han dividido principalmente en dos focos principales, el primero vía valor de acciones de tratamiento y el segundo a través de cálculo de contingencias.

A lo largo del presente capítulo desarrollaremos un mapa mental que nos permitirá navegar de una manera fácil y concreta a través de una propuesta para mejorar los procesos de valoración económica. Adicionalmente desarrollaremos un formulario que será la herramienta o

carta de navegación que nos permitirá desarrollar la valoración económica de los riesgos en proyectos.



Figura 17. Mapa Conceptual vectores de trabajo: Elaboración propia.

4.2. Valoración económica de riesgos en acción de tratamiento

Como ya hemos revisado en capítulos anteriores en Ecopetrol y en especial en sus proyectos se aplica el ciclo integral de gestión de riesgos, sin embargo cuando nos encontramos en la suscripción de acciones de tratamiento, la información que se consigna en los registros de riesgos o como se encuentra definido en Ecopetrol como Plan de administración de Riesgos (PAR) el formato no brinda la suficiente profundidad para poder establecer tiempos y costos y sobre todo para soportar el análisis frente a una toma de decisiones. A continuación observamos un fragmento del PAR donde se observa que se ha considerado un espacio para la acción de tratamiento, responsable, fecha inicio de la acción de tratamiento, fecha fin, duración y valor de la acción de tratamiento, sin embargo es en este último punto donde existe una oportunidad para desarrollar una metodología de valoración.

Tabla 1. Fragmento Plan de Administración de Riesgos. Elaboración propia

RIESGO	ACCIÓN DE TRATAMIENTO	VALORACIÓN RIESGO RESIDUA	VALOR DE LA ACCIÓN DE TRATAMIENTO (USD\$)	DURACIÓN DE LA ACCIÓN DE TRATAMIENTO (DÍAS)	RESPONSABLE PROYECTO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACIÓN	ESTADO DE ACCIÓN
Paros de la comunidad debido a oposición de la comunidad al uso de soldadura automática en el proyecto generando mayores tiempos de ejecución del proyecto.	1. Socializar a la comunidad junto con el licenciamiento y con el apoyo del área de comunicaciones la utilización de soldadura automática. 2. Establecer un canal de comunicación de ECP válido para socializar el uso de soldadura automática. 3. Realizar la calificación de soldadores a través de ente certificador externo. Ejecutado 69 soldadores calificados	M		777	FILEMON LADINO LIDER SOCIAL	30/10/2011	15/12/2013	En ejecución

Como se observa en la tabla 1 el profesional de riesgos no cuenta con una herramienta adecuada para soportar el análisis por lo que debe valerse de hojas de cálculo para construir datos que le permitan soportar el análisis realizado.

4.2.1. Características principales de las acciones de tratamiento

El éxito de una adecuada cuantificación de riesgos nace de una profunda y concisa declaración del riesgo y de sus causas. Posterior a esto debemos realizar una adecuada definición de la acción de tratamiento. A continuación se presenta una breve descripción de algunas características principales que debemos tener en cuenta antes de realizar la valoración económica de los riesgos:

Concertadas con el equipo de trabajo: Las acciones de tratamiento deben involucrar al líder del proceso o al líder de área funcional directamente afectado por el riesgo. Si bien en diversas organizaciones podemos encontrar líderes de gestión de riesgo que orientan el proceso, toda acción debe ser dialogada y concertada con los actores claves con el propósito de encontrar compromiso y conocimiento frente a estas, a su vez asignación de un responsable de la ejecución de la acción.

Oportunidad de las acciones de tratamiento: Las acciones suscritas deben estar enmarcadas en un tiempo de desarrollo fijo, es decir debemos identificar su fecha inicio, fecha fin y duración, así como su interacción dentro del cronograma del proyecto.

Documentadas: Las acciones de tratamiento deben de ser documentadas con el propósito de brindar al proyecto y a la organización la oportunidad de medir la efectividad de las acciones de tratamiento y de aprender de esta gestión.

Durante la suscripción de la acción de tratamiento se debe orientar al equipo del proyecto para que eliminen palabras tales como velar, garantizar, propender, gestionar, procurar entre otras. Las acciones de tratamiento deben ser siempre acciones específicas.

El profesional de riesgos debe tener un conocimiento profundo del plan detallado de trabajo del proyecto (PDT).

4.2.2. Vectores de trabajo para realizar valoración económica de acciones de tratamiento:

4.2.2.1. *Tiempo.*

En proyectos de Ecopetrol el factor más importante en sus proyectos es el tiempo. Una adecuada determinación de este nos abre las puertas a cualquier valoración económica. A continuación se presenta un esquema metodológico para determinar impactos vista perspectiva tiempo:



Figura 18. Despliegue rama Mapa Conceptual Vector Acción de tratamiento. Elaboración propia.

Para poder determinar adecuadamente el tiempo de la acción de tratamiento es necesario explorar que clase de recursos se requieren para ejecutar dicha acción, la interacción dentro del cronograma. A manera de ejemplo esta sección la exploraremos a través de un ejemplo.

En el proyecto XYZ cuyo alcance es la construcción de un oleoducto de 100 km se realizó un taller de riesgos donde se determinó que el principal riesgo del proyecto es “retrasos en la radicación de los estudios de impacto ambiental ante el Ministerio de Medio Ambiente debido a no contar con un equipo de trabajo que desarrolle los estudios” encontramos que su causa es no contar con un equipo de trabajo. Ahora bien, el líder del proyecto y el equipo de proyecto proyectaron que para poder realizar el trabajo se requeriría como mínimo de 4 profesionales especialistas en gestión ambiental. Algunas preguntas que debe realizarse el equipo de trabajo son las siguientes:

- ¿Contamos con dichos profesionales dentro del equipo del proyecto?
- ¿Esos profesionales pueden realizar dicha actividad sin afectar el cronograma?
- ¿Contamos con dichos profesionales dentro de la organización?
- ¿La organización está dispuesta a ceder profesionales para el desarrollo de los estudios?
- ¿Debemos contratarlos a través del proyecto o los estudios pueden ser desarrollado por un equipo consultor?
- ¿Los tiempos estimados para la ejecución de actividades responden a las necesidades del cronograma y del proyecto?

Estas y otras preguntas deben ser abordadas sistemáticamente para conocer una acertada cuantificación. Los líderes de riesgos y de proyectos deben enfrentarse constantemente a estos cuestionamientos, pero sin lugar a dudas el proceso empieza a fallar cuando no existe un formato

de recolección de la información. Para ayudarnos en este proceso y como se había descrito en la introducción desarrollaremos un formulario que servirá como herramienta para la valoración económica de los riesgos. A continuación presentamos la primera parte del formato:

1. RIESGO:			
Descripción del riesgo y causa			
Acción de tratamiento:			
Actividad (es) que afecta en el cronograma:			
Número	Actividad	Duraciones determinísticas	
2. RECURSOS			
Descripción de los recursos			
RECURSOS	TIPO	DISPONIBILIDAD %	
3. TIEMPO ESTIMADO DE LA ACCION DE TRATAMIENTO			
Tiempo (días)		Tiempo gerencia	
Holgura		Desplazamiento del proyecto	

Tabla 2. Formato recolección de información: Impacto en tiempo. Elaboración propia.

Como se observa en el formato la primera parte obtenemos un vistazo de la descripción general del riesgo, básicamente esta información se encuentra mayormente disponible en las matrices de gestión de riesgo utilizadas en este proceso, sin embargo, encontramos la sección donde debemos detallar las actividades dentro del cronograma general del proyecto que son afectadas por la acción del riesgo.

En esta sección empezamos a observar la habilidad que debe tener el profesional de riesgos en el manejo de las herramientas de seguimiento y control en especial en todo lo que se refiere a programación en Project y conocimiento de la ruta crítica. Es necesario saber que los datos que se deben consignar en el formato son los datos determinísticos es decir aquellos libres de riesgos, extractados directamente del cronograma. Al identificar que actividades se ven impactadas en el cronograma empezamos a crear conocimiento sobre el vector tiempo.

En la segunda sección observamos que se deben detallar los recursos necesarios para ejecutar la acción o acciones de tratamiento sugeridas. Es necesario definirlos muy bien toda vez que se puede caer en el error de buscar los recursos dentro del Project, sin embargo y en la mayoría de las ocasiones los recursos requeridos son externos al proyecto, como por ejemplo la contratación de consultorías especializadas o nuevos medios de transporte y logística para compras críticas del proyecto. Después de haber listado los recursos es necesario definir su tipo o categorización. Para esta sección se ha predefinido una categorización así:

- Recursos internos del proyecto: Se refiere a recursos que se tienen a disposición y son parte de los recursos asignados al proyecto, por lo que podemos contar con ellos de manera inmediata para la ejecución de las acciones de tratamiento.

- Recursos de la organización-externo del proyecto: Son recursos que no han sido asignados al proyecto pero se encuentran en la organización o en la empresa donde se ejecuta el proyecto. Normalmente el gerente de proyecto debe solicitar aprobación a la junta, gerencia u otra instancia para el uso de dicho recurso convirtiéndose su programación en un aspecto crítico para el proyecto por las posibles restricciones a que puede estar sujeto.
- Recursos externos a la organización: Se refiere a aquellos recursos que el proyecto de salir a buscar a través de procesos de compras, contratación, acuerdo entre otros y no son de gobierno del proyecto o de la organización.

La anterior clasificación permite conocer el gobierno que tenemos sobre los recursos necesarios para la ejecución de las acciones de tratamiento. Lo anterior nos abre la puerta para conocer la disponibilidad que podemos tener para su programación, la cual depende de manera directa de la clasificación del recurso.

Finalmente y para estimar el tiempo de ejecución de las acciones de tratamiento es necesario concertar con el equipo de proyecto y demás actores la programación para su ejecución, las posibles holguras calculadas versus el cronograma del proyecto. En algunas ocasiones el gerente del proyecto requiere que la ejecución de la acción de tratamiento se realice en tiempo record por lo que es necesario tener en cuenta que la programación se debe ajustar al tiempo establecido por el gerente. En el análisis de ruta crítica del proyecto y al realizar la identificación de riesgos, encontramos eventos que pueden impactar de manera determinante el tiempo del proyecto, más aún cuando asociamos a estos riesgos planes de mitigación que pueden desplazar el cronograma, por lo que el profesional de riesgos debe hacer un balance y calcular su

desplazamiento, así como justificar plenamente en una relación beneficio costo la coherencia y viabilidad de ejecutar la acción de tratamiento.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo desarrollar esta sección:

1. RIESGO:			
Descripción del riesgo y causa			
Paros de los trabajadores del contratista debido a presión del sindicato para mejorar las condiciones salariales generando incumplimiento en la fecha de entrega de las obras.			
Acción de tratamiento:			
Contratar a una firma de consultoría que soporte los procesos de comunicación, mediación y negociación con los sindicatos con el propósito de evitar parálisis en las obras.			
Actividad (es) que afecta en el cronograma:			
Número	Actividad	Duraciones determinísticas	
1150	Montaje e instalación de bomba recíproca de 75.000 KB	95 Días	
1163	Pruebas de pre-comisionamiento y comisionamiento.	20 Días	
2. RECURSOS			
Descripción de los recursos			
RECURSOS	TIPO	DISPONIBILIDAD %	
Equipo consultor manejo sindicatos	Externo a la organización	100%	
3. TIEMPO ESTIMADO DE LA ACCION DE TRATAMIENTO			
Tiempo (días)	50	Tiempo gerencia	50
Holgura	0	Desplazamiento del proyecto	0

Tabla 3. Formato de recolección de información diligenciado: Impacto en tiempo. Elaboración propia.

4.2.2.2. Costo

Una vez definido el componente tiempo se facilita la labor encaminada a costear la acción de tratamiento. En términos generales podemos identificar los costos en dos caminos, el primero a través del uso de los recursos y de su tipo y el segundo a través de su impacto sobre el impacto global en el proyecto. A continuación se describe las posibles rutas que se pueden evidenciar en términos de costos:

pt

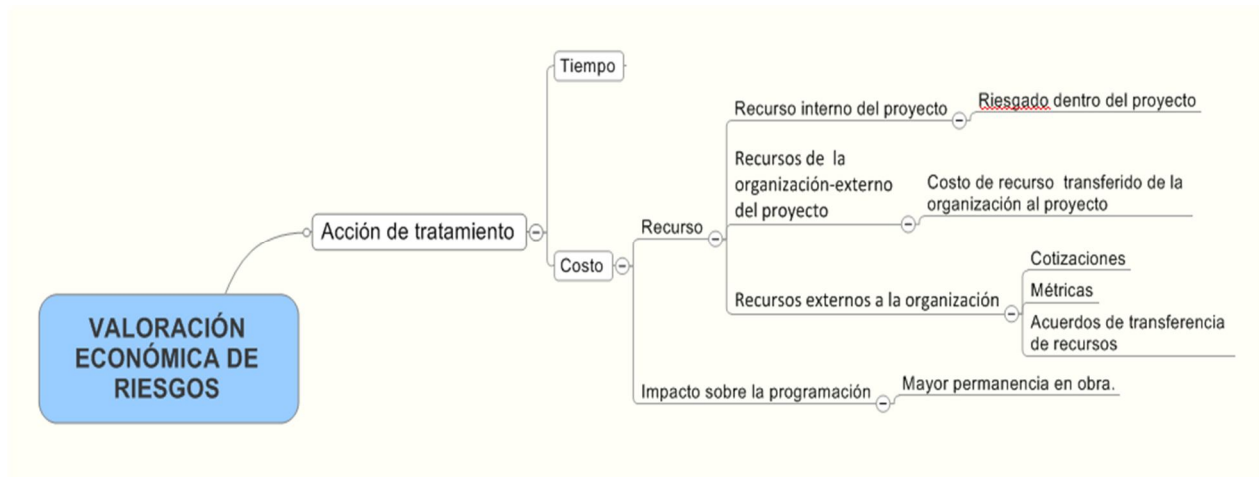


Figura 19. Despliegue rama Mapa Conceptual rama Acción de tratamiento. Costo. Elaboración propia.

Para el profesional de riesgos es de suma importancia elaborar y acopiar los soportes adecuados para el costeo de las acciones de tratamiento. Es necesario aclarar que para poder realizar un adecuado ejercicio de costo la categorización de riesgos es la pieza clave para un ejercicio de calidad. A través de la siguiente matriz podemos construir las memorias de cálculo adecuadas para soportar el análisis económico de riesgos:

CALCULO DE COSTOS				
1. RECURSOS INTERNOS DEL PROYECTO				
RECURSO	RIESGADO	DISPONIBILIDAD%	COSTO ASOCIADO	COSTO TOTAL
2. RECURSOS DE LA ORGANIZACIÓN				
RECURSO	APROBADO	DISPONIBILIDAD %	COSTO ASOCIADO	COSTO TOTAL

3. RECURSOS EXTERNOS				
RECURSO	COTIZACION	TIEMPO DE EJECUCION	APROBADO	COSTO TOTAL

4. IMPACTA EL CRONOGRAMA DEL PROYECTO SI NO

ACTIVIDADES DEL PROYECTO IMPACTADAS	DURACION ANTERIOR	NUEVA DURACION

DURACION PROYECTO INICIAL (DIAS)

DURACION DE PROYECTO ACTUALIZADA (DIAS)

Tabla 4. Calculo de Costos. Elaboración propia.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

El diligenciamiento del anterior formato guarda la misma estructura tanto para recursos internos del proyecto como para recursos de la organización. En ambos casos es necesario relacionar el recurso, sin embargo y la gran diferencia radica en que bajo el esquema de recursos internos del proyecto las acciones de tratamiento pueden estar cubiertas dentro del presupuesto asignado. Un ejemplo de esta situación es el desarrollo de alguna actividad que se puede ejecutar con el equipo de trabajo sin impactar el cumplimiento de los hitos del proyecto, a esta situación la vamos a designar como “riesgada” dentro del proyecto.

Sin embargo es posible que la acción de tratamiento planteada y ejecutada por el equipo de proyecto requiera de alguna asignación especial de recursos, como por ejemplo horas extras, viáticos no considerados o algún gasto de representación. Por este motivo el formulario permite entrar a determinar y documentar este costo; para este evento se entendería que la acción de tratamiento no se encuentra “riesgada” dentro del presupuesto.

La disponibilidad para el caso de recursos propios del proyecto depende de las horas que se le asignaran al recurso para ejecutar la acción de tratamiento, el cual multiplicado por el costo asociado a la actividad se obtiene el costo total.

Para el caso específico de ejecución de la acción de tratamiento con recursos de la organización la diferencia radica en el grado de aprobación del uso del recurso. Depende de cada organización y de sus niveles de aprobación la asignación de recursos a un proyecto específico. Para ejemplificar esta situación imaginemos que se requiere una retroexcavadora para construir un muro de contención que impide un derrumbe en una ladera, sin embargo el proyecto no cuenta con esta maquinaria para la ejecución de dicha actividad pero si se tiene en otro proyecto de la organización. Para este caso en particular es necesario realizar todas las solicitudes a que haya lugar para poder hacer uso de este recurso.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Si la acción de tratamiento requiere de recursos externos, tal y como se refleja en el numeral 3 del formato, en este caso es necesario remitirnos directamente al capítulo 7 del PMBOK, gestión de los costes del proyecto y al capítulo 12 de gestión de adquisiciones, como guía para desarrollar. Debe ser claro para la organización que los procesos producto de la respuesta de riesgos no pueden seguir en todos los casos los procesos y procedimientos de adquisiciones debido a que el riesgo a tratar vía fuentes externas requiere de procesos ágiles y decisiones inmediatas por parte de la gerencia de los proyectos y de las organizaciones. El formato permite generar un soporte documental de la toma de decisiones pero es potestad de cada organización la determinación de los mecanismos y procesos para responder de manera temprana a los riesgos.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo desarrollar la sección de costos, se utiliza el mismo riesgo del ejemplo 1.

CALCULO DE COSTOS				
1. RECURSOS INTERNOS DEL PROYECTO				
RECURSO	RIESGADO	DISPONIBILIDAD%	COSTO ASOCIADO	COSTO TOTAL
Profesional de gestión social	Si	20%	0	0
Profesional de adquisiciones	Si	25%	0	0
Líder gestión social	Si	10%	0	0
2. RECURSOS DE LA ORGANIZACIÓN				
RECURSO	APROBADO	DISPONIBILIDAD %	COSTO ASOCIADO	COSTO TOTAL
NA				
3. RECURSOS EXTERNOS				
RECURSO	COTIZACION	TIEMPO DE EJECUCION	APROBADO	COSTO TOTAL
Contratación firma consultora.	340.000.000	3 meses	Si	340 M
Impresión publicidad.	10.000.000	15 días	Si	10 M

4. IMPACTA EL CRONOGRAMA DEL PROYECTO SI NO

ACTIVIDADES DEL PROYECTO IMPACTADAS	DURACION ANTERIOR	NUEVA DURACION
Montaje e instalación de bomba recíproca de 75.000 KB	95	150
Pruebas de pre comisionamiento y comisionamiento.	20	20

DURACION PROYECTO INICIAL (DIAS)	<input style="width: 100%;" type="text" value="250"/>
DURACION DE PROYECTO ACTUALIZADA (DIAS)	<input style="width: 100%;" type="text" value="305"/>

Tabla 5. Cómo desarrollar la sección de costos. Elaboración propia.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Es necesario reiterar que el formato anteriormente desarrollado es una base para documentar los aspectos relevantes de la cuantificación económica de los riesgos desde la perspectiva de acción de tratamiento. De esta forma podemos soportar adecuadamente una variación en el presupuesto del proyecto producto de la gestión de riesgos.

Finalmente en la Figura 21 presentamos mapa mental donde se resume el proceso que se propone ejecutar para aplicar la cuantificación económica de riesgos vista acción de tratamiento.

ptual

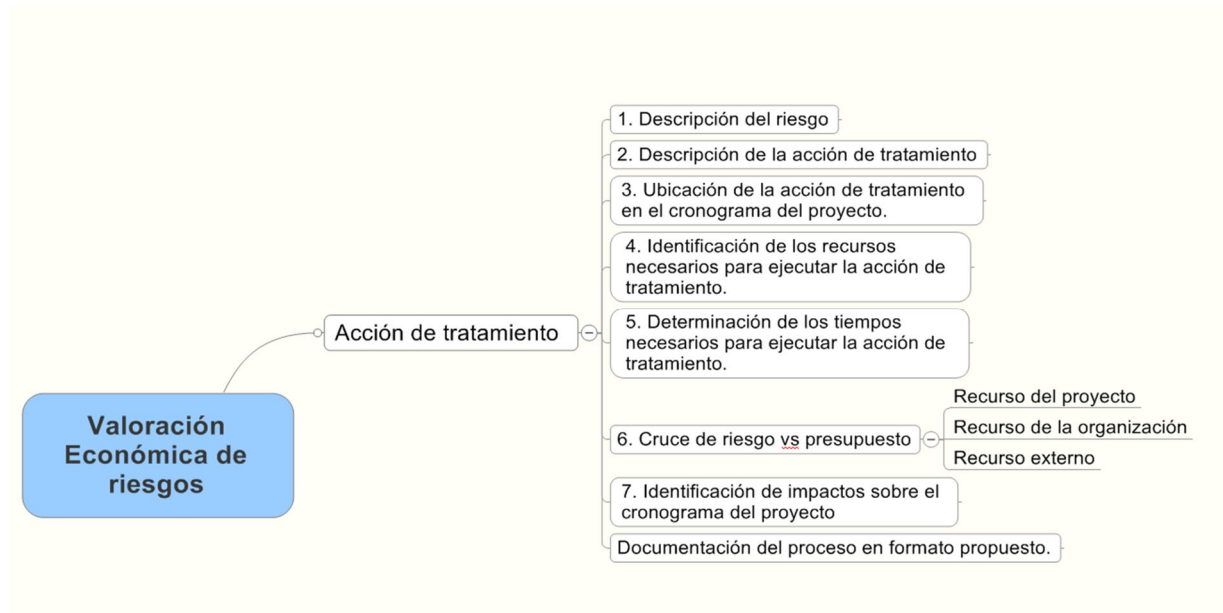


Figura 20. Mapa Conceptual de Proceso sugerido para realizar valoración económica de riesgos. Elaboración propia.

4.3. Valoración económica de riesgos por impactos

Desde todo punto de vista esta es la sección de valoración económica más compleja a la que se puede enfrentar un proyecto en el tema de riesgos. La determinación de impactos producto de materialización de riesgos se dificulta debido a las siguientes circunstancias:

- Bases de datos de riesgos obsoletas, incompletas o inexistentes.
- Desconocimiento de la importancia de cálculos probabilísticos de contingencias.
- Inadecuada interpretación de los impactos asociados a la materialización de riesgos.
- Apetito de riesgo desmedido por parte de las organizaciones y líderes de proyectos.
- Suscripción de compromisos del proyecto sobre escenarios determinísticos.
- Desconocimiento de la importancia de la gestión de riesgos en proyectos.

Todas estas barreras ocasionan que los proyectos incumplan sistemáticamente sus hitos y por ende exponen a la organización al incumplimiento con los clientes beneficiarios del proyecto. En este sentido es necesario empezar a abordar y estudiar el término contingencias o reserva para contingencias, tal y como se establece en diversas secciones del PMBPOK. PMBOK, numeral 6.4.2, 7.1.2 y 11.6.2.5

En primer lugar es necesario definir que es la reserva de contingencias. En Ecopetrol se tiene la siguiente definición:

Reserva de Contingencia⁶: La reserva de contingencia es una cantidad de dinero o tiempo que la experiencia o la gestión de riesgos demuestra que debe ser adicionada al estimado de costos o cronograma, según corresponda, para cubrir incertidumbres por el nivel de definición del proyecto. Esta reserva de contingencia puede incluir los cambios durante la construcción pero nunca puede incluir los cambios de alcance del proyecto.

⁶ Instructivo Cálculo de Contingencia Ecopetrol.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Durante la ejecución, la contingencia estimada normalmente es gastada al menos en forma parcial y ésta es particular para cada proyecto.

Bajo esta definición es necesario que los proyectos deben medir las incertidumbres a las que son susceptibles y desarrollar diferentes escenarios de cumplimiento de hitos producto de la interacción de los riesgos con el cronograma y con los estimados de costos. Es por esto que diversas empresas en el mercado han desarrollado diversos software para el análisis probabilístico, los cuales brindan una gran variedad de opciones para el tomador de la decisión. Sin embargo es necesario establecer una metodología clara para poder estimar los impactos y poder alimentar adecuadamente las herramientas a las que haya lugar.

A continuación se presenta el Mapa Conceptual de la propuesta de cómo desarrollar unas adecuadas memorias de cálculo antes de realizar cualquier análisis probabilístico.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

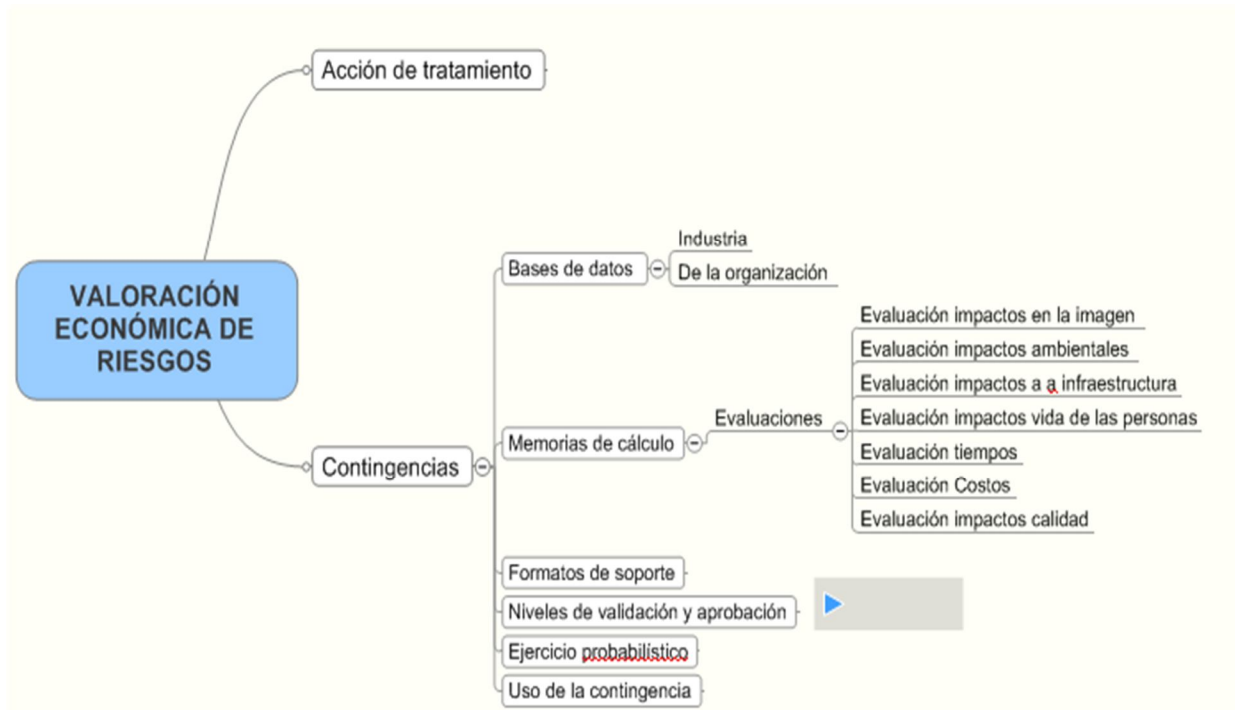


Figura 21. Despliegue rama Mapa Conceptual vector contingencias. Elaboración propia.

4.3.1. Bases de datos para la gestión de riesgos

Es habitual encontrar estimaciones para la reserva de contingencia realizadas de manera arbitraria o construida directamente de las percepciones del equipo de trabajo. Sin lugar a dudas el análisis de riesgos de contingencias debe obedecer a diferentes métodos, entre ellos la medición de la percepción del equipo de proyecto frente a algunos riesgos, también es necesario empezar a consultar eventos que ya han sido registrados y de los cuales las organizaciones ya tienen conocimiento.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

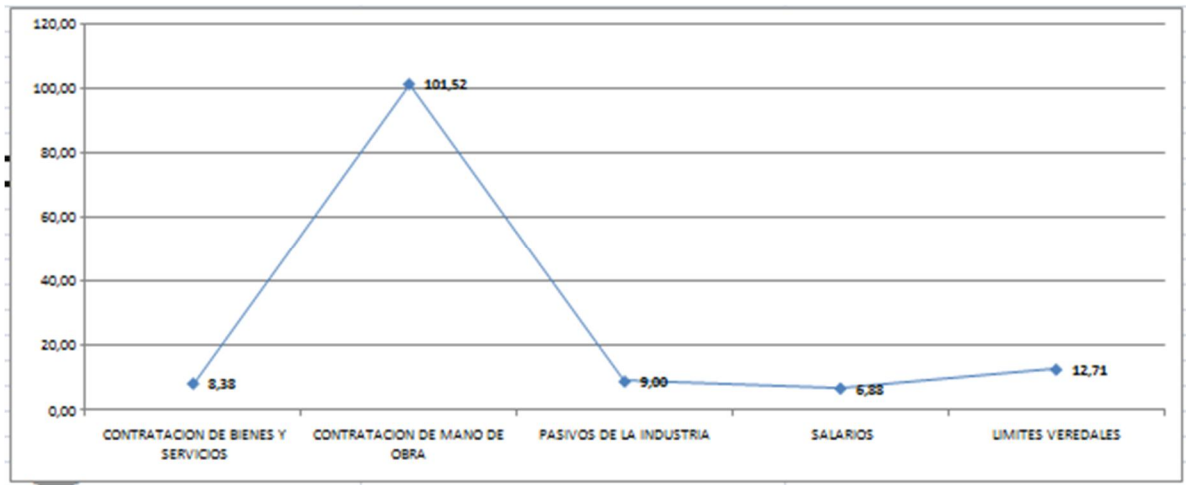


Figura 22. Ejemplo base de datos de materialización de riesgo “paros” en un proyecto de la Industria del Petróleo y Gas. Elaboración propia.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

La importancia de las bases de datos radica en que estas nos ayudan a construir los escenarios necesarios para realizar una estimación de contingencias bajo premisas que ya tienen integradas una carga de realidad. El propósito de esta sección no es entrar a profundizar en el desarrollo de bases de datos de riesgos, toda vez que cada organización tiene fuentes de información internas y externas que aportan a estos análisis. Ecopetrol cuenta con diversas fuentes de información externa, sin embargo y dentro de las más usadas en proyectos tenemos las de IPA. Recuperado de <http://www.ipaglobal.com> el 24 de Marzo de 2013, y Global Insight, recuperado de <http://www.ihs.com/products/global-insight/index.aspx>, el 24 de Marzo de 2013.

IPA es una organización internacional que dentro de su portafolio de servicios ha desarrollado un método donde se evalúa los proyectos dentro de las mejores prácticas. La base de datos contiene información de más de 16.000 proyectos ejecutados en todo el mundo. Por otra parte, Global Insight contiene proyecciones económicas, análisis de diversas industrias e inteligencia de mercados de más de 200 países. Global Insight cuenta con cientos de expertos y analistas de todo el planeta el cual brinda información para medir oportunidades de negocios y riesgos alrededor del planeta.

Para poder usar adecuadamente cualquier base de datos y extraer resultados de riesgos es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los datos de información social se deben tropicalizar o regionalizar toda vez que la ejecución de proyectos en Colombia presenta importantes diferencias entre departamentos, ciudades, incluso municipios.
- Los riesgos macroeconómicos son de suma importancia para los proyectos, sobre todo cuando la demanda de insumos, maquinaria, mano de obra provienen de diferentes

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

partes del mundo. Para esto se recomienda realizar un análisis independiente. En Ecopetrol se utiliza una herramienta de escalación.

- Las áreas de gestión de riesgos deben promover la elaboración de bases de datos ajustadas a las necesidades de cada proyecto o programa.
- Los riesgos relacionados con tiempos de aprobación de viabilidades ambientales deben ser ampliamente estudiados ya que estos representan las mayores desviaciones en tiempos de los proyectos.
- Las bases de datos deben contener información exacta y vigente para la realización de análisis con un grado de certidumbre permisible por el proyecto.
- Dentro de la planeación de los proyectos se debe contemplar la gestión de convenios con fuerza pública y otros organismos del estado que permita conocer información relevante sobre atentados a la infraestructura, posibles grupos armados ilegales, nivel de riesgo histórico de la zona de influencia del proyecto, asociaciones y sindicatos que hacen presencia en la zona, entre otra información que nos puede dar bases para el cálculo de riesgos por impacto

Una vez contemos esta información y con el grupo de expertos al interior del equipo del proyecto podemos realizar una adecuada estimación que alimentará los análisis probabilísticos de contingencias.

4.3.2. Memorias de cálculo de riesgos por impacto

Como ya se ha mencionado los ejercicios de contingencias en muchos casos no se encuentran adecuadamente soportados, pudiendo generar grandes desviaciones en los estimados de costos y tiempos del proyecto. En esta sección se desarrolla el objetivo del presente IFI, el

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

cual es generar una adecuada base para la estimación de contingencias. En la siguiente figura se describe el proceso que debemos seguir para garantizar unas adecuadas memorias de cálculo:

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

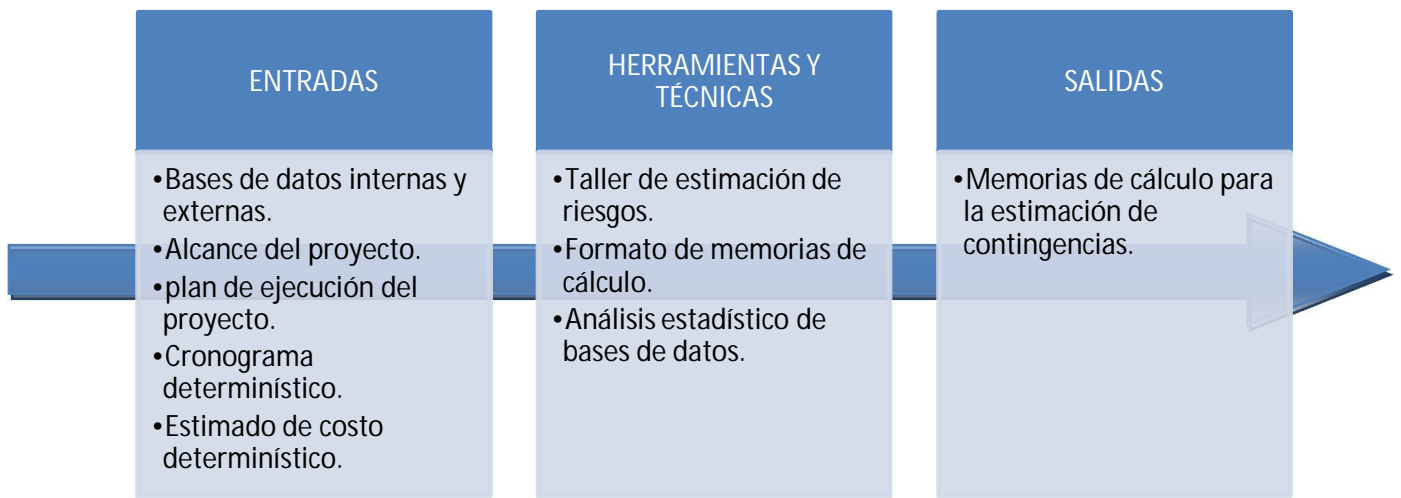


Figura 23. Planificación de la cuantificación de riesgos por impactos. Elaboración propia.

4.3.3. Impacto en tiempo

Al igual que en la valoración económica de riesgos a través de acciones de tratamiento se considera relevante iniciar el análisis de impactos a través del vector de tiempos. Sin embargo la gran diferencia con el análisis anterior es que bajo impactos debemos tener perfectamente identificados los eventos que se suceden producto de la materialización de riesgos. A continuación se presenta un mapa mental con un riesgo con el que vamos a desarrollar la sección de valoración económica a través de impactos.

Partamos de un ejemplo para desarrollar de manera integral la siguiente sección. Vamos a suponer que somos los líderes de un proyecto XYZ cuyo alcance es la construcción de 121 km de oleoducto en 30" entre el punto A y el punto B. En el 100% del tramo compartimos derecho de vía con un tubo de 32" de Nafta y en un punto específico debemos realizar una maniobra de alto impacto ya que debemos cambiar de hombro para evitar intervenir un río. Esta situación se detalla en la figura 25.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

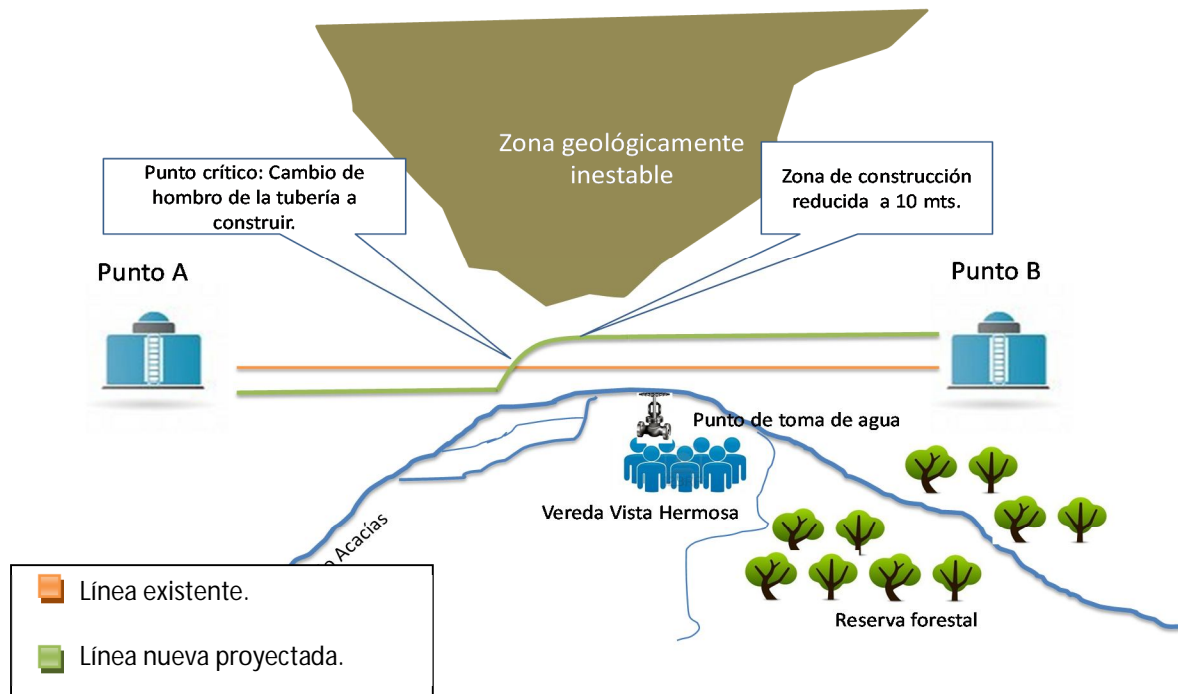


Figura 24. Ejemplo gráfico de actividad constructiva crítica en el proyecto XYZ. Elaboración propia.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Al identificar esta condición constructiva como la actividad más crítica dentro del proyecto, es necesario que realicemos el respectivo análisis de riesgos específico. En este caso debemos hacer énfasis en que el análisis se debe concentrar en la identificación de impactos potenciales producto de una materialización del riesgo. Para el caso específico de esta actividad constructiva podemos identificar un sinnúmero de riesgos sin embargo nos vamos a concentrar en el siguiente riesgo:

“Derrame de 25.000 barriles de Nafta (hidrocarburo) en el río Acacias al golpear una tubería existente durante la construcción de un nuevo oleoducto **debido a** inadecuada verificación de la infraestructura existente en el derecho de vía **generando** contaminación en cuerpos de agua, sanciones y multas.”

Si bien el anterior riesgo parece un riesgo técnico, las implicaciones de esta materialización impactan de manera estratégica a una organización, sobre todo y en el caso especial de Ecopetrol que cotiza en mercados internacionales. Una de las primeras actividades que debemos realizar es la determinación de la mayor cantidad de impactos, toda vez que estos nos van a dar el lineamiento para elaborar las memorias de cálculo de contingencias. En la figura 26 podemos observar el ejercicio que se realizó en torno al riesgo así como 8 posibles impactos en caso de materialización del riesgo. Al tener este ejercicio podemos empezar a usar la herramienta propuesta para construir las memorias de cálculo que serán usadas en un ejercicio de contingencias.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos



Figura 25. Descomposición de riesgo con énfasis en impactos. Elaboración propia.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Como parte del objetivo del presente trabajo se desarrolló el siguiente formato de captura de información para poder registrar toda aquella información para poder cuantificar de una manera adecuada los riesgos desde la perspectiva de su impacto.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Tabla 6. Memoria del cálculo ejercicio de contingencias, información de entrada. Elaboración propia

PROYECTO XYZ						
MEMORIAS DE CALCULO- EJERCICIO DE CONTINGENCIAS						
FECHA DE CALCULO	<input type="text"/>					
ELABORADO POR:	<input type="text"/>					
LIDER PROYECTO:	<input type="text"/>					
CAPEX	<input type="text"/>	TIEMPO EJECUCION	<input type="text"/>			
1. RIESGO						
<input type="text"/>						
2. IMPACTO IDENTIFICADO						
IMPACTO	TIEMPO	COSTO	AMBIENTAL	PERSONAS	INFRA*	IMAGEN
*INFRA: Daños a infraestructura propia o de terceros.						

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Como parte de la metodología propuesta iremos presentando el formato y desarrollando el ejercicio de cuantificación económica, de esta forma enlazaremos de una forma sistémica este ejercicio. La primera sección es el preámbulo para abordar el tema de impacto vista tiempo. En el numeral 1 se observa el espacio para detallar el riesgo a estudiar. Como ya lo mencionamos en el numeral XXX este puede ser el resultado de un riesgo específico o la unión de diversos riesgos con consecuencias similares. En la sección 2 encontramos una matriz donde se relacionaran los impactos identificados. Como podemos observar en la figura 26 se detectaron 8 impactos los cuales deben ser clasificados en categorías, dicha clasificación ayuda en la orientación del ejercicio. Las categorías sugeridas son las siguientes: tiempo, costo, ambiental, personas, infraestructura e imagen.

El desarrollo de esta sección con el riesgo de derrames de hidrocarburos se detalla a continuación:

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

PROYECTO XYZ						
MEMORIAS DE CALCULO- EJERCICIO DE CONTINGENCIAS						
FECHA DE CALCULO	04/12/2012					
ELABORADO POR:	Holman León					
LIDER PROYECTO:	Pedro Perez					
CAPEX	USD 135.000.000,00	TIEMPO EJECUCION (MESES)	18			
1. RIESGO						
Derrame de 25.000 barriles de Nafta (hidrocarburo) en el río Acacias al golpear una tubería existente durante la construcción de un nuevo oleoducto debido a inadecuada verificación de la infraestructura existente en el derecho de vía generando contaminación en cuerpos de agua, sanciones y multas.						
2. IMPACTO IDENTIFICADO						
IMPACTO	TIEMPO	COSTO	AMBIENTAL	PERSONAS	INFRA*	IMAGEN
Contaminación de 30 kilómetros aguas a bajo de la zona del derrame.		X	X			X
Sanción por parte del Ministerio de Medio Ambiente valorada en 1,2 Millones de Dólares.		X				X
Suspensión de la licencia ambiental por dos (2) meses durante el periodo de investigación.	X	X				
Intoxicación de habitantes de la Vereda Vista Hermosa por consumo de agua contaminada con Hidrocarburos.				X		
Parálisis de 1 semana del frente de trabajo que realizó la maniobra constructiva en el punto del derrame.	X				X	
Demandas de ONG y comunidad por daños al medio ambiente.		X				X
Paro de bombeo por tres (3) días al no tener líneas ni sistema de transporte de respaldo.	X	X				
Impacto en la imagen de Ecopetrol reflejada en caída del valor de la acción.		X				X
*INFRA: Daños a infraestructura propia o de terceros.						

Tabla 7. Memoria del cálculo ejercicio de contingencias, información de entrada diligenciada. Elaboración propia.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Como podemos observar, esta primera sección nos ayuda a identificar dentro de los impactos cuales son aquellos que tienen una alineación directa con el vector de tiempo. Para el caso que estamos desarrollando encontramos que hay tres impactos que desplazan el proyecto más allá de la fecha de terminación determinística. Posterior a este ejercicio pasaremos a profundizar el cálculo de tiempos.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Tabla 8. Memoria del cálculo ejercicio de contingencias, Impacto en tiempos. Elaboración propia.

IMPACTOS EN TIEMPOS					
3. SUPUESTO DE CALCULO					
IMPACTO IDENTIFICADO	SUPUESTO DE CALCULO				
4. CALCULO DE ESCENARIOS					
IMPACTO IDENTIFICADO	MINIMO	MAS PROBALE	MAXIMO	ACTIVIDAD PDT	RUTA CRITICA
5. EVENTOS QUE NO SE PUEDE ASUMIR A TRAVES DE CONTINGENCIAS					
IMPACTO IDENTIFICADO	SOPORTE				

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

En la matriz de impactos de tiempos encontramos tres numerales donde se captura la información más relevante del vector tiempos. En el numeral tres debemos extraer aquellos impactos que identificamos del numeral 2 que impacta directamente el tiempo. A continuación es necesario establecer los supuesto de cálculo, en esta sección nos podemos valer de las bases de datos para construir estos escenarios. Recomendamos hacer uso de distribuciones PERT y al modelar dicha distribución se pueden usar los datos mínimo, más probable y máximo los percentiles P10, P50 y P90. En caso de no contar con información histórica o bases de datos para modelar distribuciones aconsejamos realizar el cálculo sobre el escenario más crítico (máximo) dentro del impacto reportado y posteriormente generar acuerdos con el equipo y líder de proyecto de cómo determinar los escenarios más probables y mínimos. Una práctica aceptada es el uso de porcentajes para estas modelaciones.

En algunos casos encontramos impactos que pueden desbordar la capacidad de respuesta de un proyecto, o que por políticas de la organización no nos permitirían tener una bolsa de reserva de contingencias de tiempo por encima del 10% del tiempo del proyecto. Para estos casos particulares podemos usar el numeral 5 donde dejamos el registro del análisis y se convierte en información estratégica para que el líder de proyecto pueda escalar el riesgo a instancias superiores en la organización. Dando continuidad al desarrollo de esta sección desarrollamos la matriz de vector de tiempos con el riesgo “derrame de hidrocarburos”.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Tabla 9. Memoria del cálculo ejercicio de contingencias, Impacto en tiempos diligenciado. Elaboración propia.

IMPACTOS EN TIEMPOS					
3. SUPUESTO DE CALCULO					
IMPACTO IDENTIFICADO	SUPUESTO DE CALCULO				
Suspensión de la licencia ambiental por dos (2) meses durante el periodo de investigación.	Intervención de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales suspendiendo la licencia ambiental un tiempo máximo de 2 meses.				
Parálisis de 1 semana del frente de trabajo que realizó la maniobra constructiva en el punto del derrame.	Reprogramación de las actividades ejecutadas por el frente de obra para que realice actividades de mantenimiento y recuperación en la zona del derrame. Tiempo estimado en la actividad 7 días				
Paro de bombeo por tres (3) días al no tener líneas ni sistema de transporte de respaldo.	Paro de bombeo por 3 días. Alerta: calcular en el componente de costo el valor asociado a la pérdida por paro de bombeo.				
4. CALCULO DE ESCENARIOS					
IMPACTO IDENTIFICADO	MINIMO	MAS PROBALE	MAXIMO	ACTIVIDAD PDT	RUTA CRITICA
Suspensión de la licencia ambiental por dos (2) meses durante el periodo de investigación.	0	30	60	1200	SI
Parálisis de 1 semana del frente de trabajo que realizó la maniobra constructiva en el punto del derrame.	3	5	7	1235	SI
Paro de bombeo por tres (3) días al no tener líneas ni sistema de transporte de respaldo.	1	2	3	1200	SI
5. EVENTOS QUE NO SE PUEDE ASUMIR A TRAVES DE CONTINGENCIAS					
IMPACTO IDENTIFICADO	SOPORTE				
NA	NA				

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Como podemos observar hemos desarrollado el soporte del vector tiempos, teniendo como aspecto más relevante el cálculo de escenarios que para el caso particular de este ejercicio se realizó con el consenso y experticia del equipo de trabajo. Sin embargo podemos fijarnos que el analista de riesgos encontró un comportamiento y registró una alerta que se desencadena a través de un paro de bombeo y el costo asociado al valor de NAFTA que dejaríamos de poner el mercado.

Entendida esta sección nos ocuparemos de abordar los impactos a personas, ambiental e imagen hacia el enfoque de Costo.

4.3.4. Valoración económica de impactos

Al haber realizado el análisis del vector tiempo se facilita el análisis de los demás factores de impacto a través de la perspectiva de costo. Es necesario recordar que las reservas de contingencias se mueven en las dimensiones de tiempo y de costo y es a través del costo que debemos abordar los temas como impactos a infraestructura, personas, ambientales y otros impactos que podamos identificar en nuestra valoración. A continuación presentamos las matrices que nos ayudaran a construir una adecuada cuantificación económica.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Tabla 10. Matrices para construcción de cuantificación económica parte 1. Elaboración propia

VALORACION ECONOMICA DE IMPACTOS						
1. IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	ACCIONES DE RECUPERACIÓN	RECURSOS REQUERIDOS	MAX	MED	MIN	
	TOTAL					
	TOTAL					
SUPUESTOS DE VALORACION						
	TOTAL					
	TOTAL					
2. IMPACTO A INFRAESTRUCTURA						
2. IMPACTO A INFRAESTRUCTURA	ACCIONES DE RECUPERACIÓN	RECURSOS REQUERIDOS	MAX	MED	MIN	
	TOTAL					
	TOTAL					
SUPUESTOS DE VALORACION						
	TOTAL					
	TOTAL					

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

3. IMPACTO A PERSONAS	ACCIONES DE RECUPERACIÓN	RECURSOS REQUERIDOS	MAX	MED	MIN
		TOTAL			
		TOTAL			
SUPUESTOS DE VALORACION					
		TOTAL			
	TOTAL				
4. OTROS COSTOS ASOCIADOS					
SUPUESTO	ACCION DE RECUPERACION	RECURSO REQUERIDO	MAX	MED	MIN
5. IMPACTOS A ESCALAR NO GOBERNABLES POR EL PROYECTO					
SUPUESTO	CALCULO	ANALISIS			

Tabla 11. Matrices para construcción de cuantificación económica parte 2. Elaboración propia.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Como se puede observar la herramienta anteriormente propuesta esboza de manera general pero suficientemente profunda posibles escenarios de materialización. Debemos recomendar que los cálculos presentados en este IFI partan de la base de la construcción del escenario más crítico. Como primera medida podemos observar que los impactos detallados en los numerales 1,2 y 3 que hacen referencia a los impactos ambientales, infraestructura y personas respectivamente; estas matrices están diseñadas para construir y documentar tres (3) escenarios que posteriormente alimentaran nuestros análisis de contingencias. En algunos casos los recursos que podemos necesitar para una actividad puede que sean estándar es decir no sufren de ninguna variación en los escenarios más probables, esperado y máximo sin embargo y como situación ideal debemos tener la capacidad de generar variaciones para poder alimentar adecuadamente el cálculo de contingencias.

Frente a las acciones de recuperación pueden ser analizadas desde tres perspectivas. La primera es a través de las acciones necesarias para recuperar el proyecto en caso de materialización de riesgos, la segunda a través de costos asociados por sobrecostos producto de los impactos directos del riesgo, es decir sobrecostos por mayor permanencia en obras, reclamaciones, entre otros. La tercera perspectiva es a través de los costos generados por sanciones y multas de entes de control los cuales se encuentran en la mayoría de los casos reglamentados bajo el escenario más crítico.

La definición de los recursos depende de cada organización y/o proyecto. Los recursos deben de tener un grado de detalle tal que permita generar una estructura de costos para que el tomador de la decisión pueda aprobar o rechazar la propuesta realizada. Como práctica en Ecopetrol se tiene establecido que los presupuestos debe

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

estar caracterizados por clases⁷. Para un ejercicio de contingencias se aconseja utilizar un presupuesto clase III o clase II, lo anterior es necesario para que las evaluaciones de contingencias se realicen en las mínimas condiciones de incertidumbre, sobre o sub costeando el proyecto. Para ilustrar más a fondo en la tabla 11 se presenta un extracto del manual de ingeniería donde se establece las características de los estimados de costos, así como el grado de precisión de cada etapa de avance del proyecto. Es necesario aclarar que cada estimado tiene su propio nivel de confianza.

En diferentes cálculos podemos encontrar que se nos pueden materializar sobre costos que no necesariamente estén ligados con lo que hemos estudiado hasta el momento, si bien, no son tan comunes, en industrias como la del petróleo podemos encontrar impactos económicos de tipo social y la única acción de tratamiento efectiva que permita viabilizar el proyecto es la ejecución de obras de interés social en la comunidad del área de influencia del proyecto. El numeral 4 del formato “otros costos asociados” permite documentar de una manera adecuada estos costos.

⁷ Manual de ingeniería de costos de Ecopetrol. Pag 17. La Asociación Internacional para el Avance de la Ingeniería de Costos (AACEI) ha desarrollado un Sistema de Clasificación para el Estimado de Costos¹, el cual establece cinco clasificaciones. Un estimado de costos de Clase 5 es aquel que es preparado en la etapa más temprana de definición del programa o proyecto y un estimado de costos Clase 1 es el calculado cuando el proyecto está definido.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Fase del Proyecto	Clase de Estimado según AACEI ²	Base para el Estimado	Uso final <i>Propósito del estimado</i>	Metodología de Estimación	Grado Esperado de Precisión (Ecopetrol) para un P50 con 80% de Intervalo de Confianza
Fase 1	Clase 5	Iniciativas con tamaño, capacidades, tipos equipos	Proyección o Viabilidad	Factorización, Modelos paramétricos, Analogía o Juicio	+75% / -35%
Fase 2	Clase 4	Ingeniería Conceptual 100%	Estudio Conceptual o Viabilidad	Modelos paramétricos, factores	+40% / -20%
Fase 3	Clase 3	Ingeniería Básica 100%	Presupuesto preliminar	Costos unitarios por ítem	+25% / -15%
	Clase 2		Presupuesto, Autorización y Control para el proyecto u Ofertas/Licitaciones	Costos unitarios detallados (Take-off)	+15% / -10%
Fase 4	Clase 1	Ingeniería de Detalle 100%	Chequeo del Estimado u Ofertas/Licitaciones	Costos unitarios detallados (Take-off)	+10% / -5%

Tabla 1. Clasificación de los estimados de costos

Tabla 12. Clasificación de los estimados de costos. Manual de ingeniería de costos de Ecopetrol.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Finalmente tenemos en el numeral 5 de la herramienta presentada la oportunidad de documentar aquellos impactos que el proyecto no puede asumir y que tienen una probabilidad relevante de materialización. En algunos casos la materialización de un riesgo puede generar unos desajustes tan importantes que puede absorber el valor total del proyecto. Tal es el caso de un incumplimiento en la fecha de entrada por un mes de un proyecto de transporte de crudo estratégico para el país, en este caso resumimos el impacto en la tabla 13:

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Valor crudo	Barriles sin transportar día	Costo Diario por producción diferida	Costo mes	Costo tarifa de transporte barril	Pérdida de cobro tarifa mes	Costo total
60 USD	40.000	2.400.000 USD	72.000.000 USD	2,50 USD	3.000.000	75.000.000 USD

Tabla 13. Ejemplo de impacto de materialización de riesgo. Elaboración propia.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Para el caso anterior, un proyecto difícilmente podría asumir un valor tan elevado, sin embargo el retraso de un proyecto en más de un mes es una condición real en cualquier proyecto. Si bien debemos hacer múltiples análisis frente a compromiso comerciales, otros métodos de transporte, entre otros, el anterior ejemplo nos brinda un recordatorio que debemos estimar estos costos y si bien no incluirlos como mayor valor del proyecto, deben de ser incluidos como referente para la toma de decisiones.

A continuación presentamos el desarrollo del formato con nuestro riesgo: “Derrame de 25.000 barriles de Nafta (hidrocarburo) en el rio Acacias al golpear una tubería existente durante la construcción de un nuevo oleoducto **debido a** inadecuada verificación de la infraestructura existente en el derecho de vía **generando** contaminación en cuerpos de agua, sanciones y multas.”

Finalmente en la Figura 27 presentamos Mapa Conceptual donde se resume el proceso que se propone ejecutar para aplicar la cuantificación económica de riesgos vista cálculo de contingencias.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

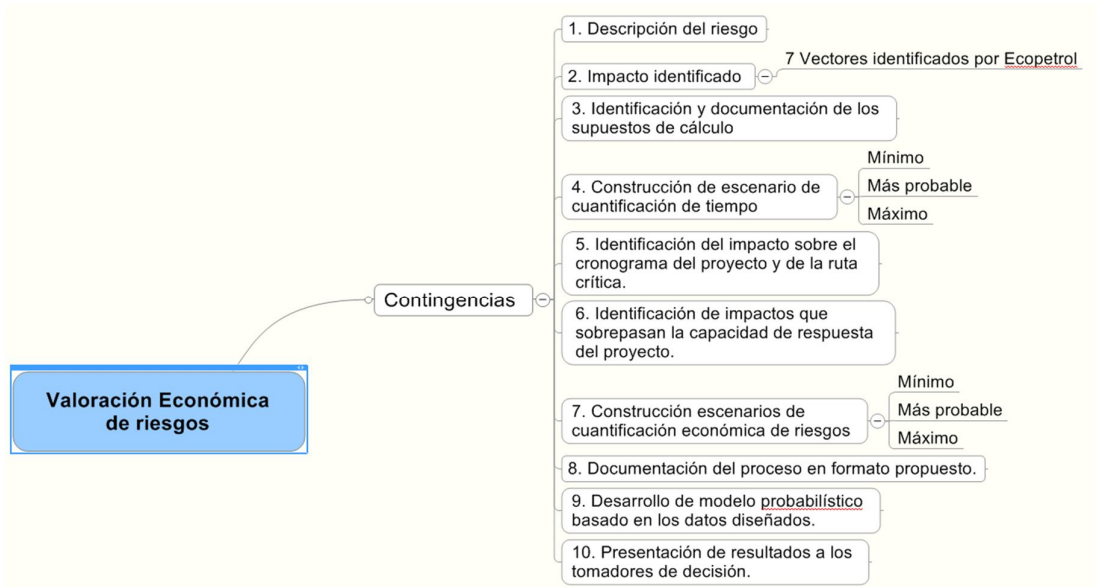


Figura 26. Cuantificación económica de riesgos. Elaboración propia

4.4. Análisis probabilístico

Para finalizar con el presente IFI y en términos muy amplios, Los cálculos probabilísticos cierran el ciclo de análisis cuantitativo de riesgos. Se pueden utilizar una variedad de técnicas distintas que mezclan tanto los métodos cualitativos con los cuantitativos. En Ecopetrol se utilizan dos software probabilísticos, Crystal Ball y @Risk para hacer el análisis de costos y tiempos con la Metodología de Simulación de Monte Carlo. Para centrarnos en el análisis económico es necesario remitirse a la herramienta corporativa Contingency Stimating Tool. Ha continuación se presenta de una manera general los resultados que se obtienen después de realizar un análisis probabilístico de costos.

4.4.1. Cargue de información

La herramienta corporativa está diseñada en dos secciones, la primera sección que está definida como el riesgo sistémico evalúa mediante un cuestionario pre establecido el grado de definición del proyecto en cuanto a desarrollo del equipo de trabajo, definición del alcance general del proyecto, estado de la definición del proyecto, estado de la ingeniería y estado de desarrollo de tiempo y costo.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos


 CONTINGENCY ESTIMATING TOOL Rev: Crystal 7			
Project Title:	SISTEMA SAN FERNANDO MONTERREY		
Estimate Description:			
Case Description:			
Date:	15/7/2013		
Enter Base or Point Estimate Costs	1.654.718	(\$ thousands)	Currency U.S.\$ 919
Enter Execution Schedule Duration	56	(months)	
SCOPE DEVELOPMENT/ESTIMATE MATURITY WORKSHEET			
Business Ownership/Team Development			
Business Leadership and Ownership	Good clarity or understanding of project objectives, roles and responsibilities, level of buy-in and support, and/or untimely actions, communications, and decisions.		
<i>note:</i>			
Environmental and Sustainability Definition	Good clarity or understanding of these objectives (relative to others), roles and responsibilities, or level of buy-in and support.		
<i>note:</i>			
Stakeholders / JV Partnerships	Fair or Average clarity or understanding of stakeholder or partner objectives, roles and responsibilities, level of buy-in and support, and/or untimely actions, communications, and decisions.		
<i>note:</i>			
Project Alignment with Corporate Strategy	Good alignment of project objectives or scope with corporate objectives.		
<i>note:</i>			
Owner Project Team Development/Staffing	Good clarity or understanding of functional versus project objectives, roles and responsibilities, level of buy-in and support, and/or untimely actions, communications, and decisions and resourcing.		
<i>note:</i>			
Systemic / Maturity Matrix / Calcs / Specific-Input / Specific-Output / Extract / Crystal Correlations / Ho			

Figura 27. Imagen tomada de la herramienta Contingency Estimating Tool, sección riesgo sistémico. Fuente Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Posterior a tener el formulario desarrollado debemos de pasar al riesgo específico, en esta sección vamos a cargar todo lo que construimos en valoración económica de impactos. Los riesgos específicos del proyecto que examinamos y profundizamos desde un contexto económico son cargados de manera individual. Las principales variables que se deben de tener en cuenta son su probabilidad de ocurrencia y el grado de seguridad de que el riesgo se materialice; este análisis puede ser extraído del análisis semi cuantitativo que ese realiza en la aplicación del ciclo integral de gestión de riesgos.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

CONTINGENCY ESTIMATING TOOL Rev: Crystal 1

Project Title: SISTEMA SAN FERNANDO MONTERREY

Estimate Description: 0

Case Description:

Date: July 19, 2012 Currency: U.S. \$

1) DEFINE PROJECT-SPECIFIC RISK DRIVERS/EVENTS (See Risk Register for Further Descriptions)

Project-Specific			Depends on	Probability		
Risk Identifier/Name	Driver	Event	Other Risks?	Rating	Chance	Confidence
Risk 1	Reclamaciones del contratista		Independent	Extreme	20%	Strong
Risk 2	Retrasos en la liberación de predios		Independent	High	20%	Average
Risk 3	Retrasos en el aprovo a predios ya liberados		Independent	High	20%	Strong
Risk 4	Inversión social	Paros de la comunidad	Independent	Extreme	50%	Average
Risk 5	Pavos y pendientes	Paros de la comunidad	Independent	High	20%	Average
Risk 6	Bienes y servicios	Paros de la comunidad	Independent	High	20%	Average
Risk 7	Línea de vermiculitos	Paros de la comunidad	Independent	High	20%	Strong
Risk 8	Mano de obra	Paros de la comunidad	Independent	Extreme	50%	Strong
Risk 9	Suelos de cruces complejos	Cruces fallidos	Independent	Extreme	50%	Strong
Risk 10	Intervención entre proyectos de 20" y Verimientos	Retrasos en la ejecución de obras	Independent	Extreme	50%	Strong
Risk 11	Factor climático	Retrasos en la ejecución de obras	Independent	High	20%	Strong
Risk 12	Modificación licencia Aguj Monterrey	Retrasos en la ejecución de obras	Independent	High	20%	Strong
Risk 13	Obtención permiso ocupación de cauces	Retrasos en la ejecución de obras	Independent	High	20%	Strong
Risk 14	Sanciones y multas autoridad ambiental	Retrasos en la ejecución de obras	Independent	High	20%	Strong
Risk 15			Independent	High	20%	Strong

Enter comments:

2) CHECK INPUT FROM PARAMETRIC MODELS

	COSTS (thousands)		DURATIONS (months)	
p0-p5	148,227	(83,704)	15.01	(1.0)
p5-p10	(83,704)	(44,732)	(1.0)	(0.0)
p10-p15	(44,732)	(23,634)	(0.0)	(1.1)
p15-p20	(23,634)	(14,732)	(1.1)	(0.0)
p20-p25	(14,732)	3,854	(0.0)	(1.0)
p25-p30	3,854	21,345	(1.0)	(1.4)
p30-p35	21,345	22,632	(1.4)	(1.7)
p35-p40	22,632	42,895	(1.7)	(2.0)
p40-p45	42,895	52,378	(2.0)	(2.3)
p45-p50	52,378	52,596	(2.3)	(2.6)
p50-p55	52,596	73,608	(2.6)	(2.9)
p55-p60	73,608	64,228	(2.9)	(3.2)
p60-p65	64,228	85,632	(3.2)	(3.6)
p65-p70	85,632	102,250	(3.6)	(4.0)
p70-p75	102,250	124,698	(4.0)	(4.4)
p75-p80	124,698	144,586	(4.4)	(5.1)
p80-p85	144,586	171,630	(5.1)	(5.9)
p85-p90	171,630	202,262	(5.9)	(6.8)
p90-p95	202,262	244,711	(6.8)	(8.0)
p95-p100	244,711	292,467	(8.0)	(9.8)

3) ENTER BASE COST ESTIMATE AND ESTIMATED COST IMPACTS (BY RISK AND MAJOR COST ACCOUNT)

Cost Account	PM	Engineering	Equipment	Bulk Marts	CM	Construction	Start-up	Lands	Social	Ambiental	Totals
Base Estimate (\$1000)		26,105									\$26,105
Enter Project-Specific Risk Impact Cost Ranges (thousands \$)											
Risk 1											
Low		\$91,000									
Most likely		\$93,700									
High		\$122,000									
Risk 2											

4) ENTER BASE DURATION AND ESTIMATED DURA

Enter Base Execution Duration (months)	Enter Impact to
Activities:	
Parallel Impacts?	No Parallels
Criticality:	Critical
Activities Range:	Most Lik
In Months:	High

Systemic / Maturity Matrix / Calcs / Specific-Input / Specific-Output / Extract / Crystal Correlations / Ho1a1

Figura 28. Imagen tomada de la herramienta Contingency Estimating Tool, sección riesgo específico. Fuente: Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.

4.4.2. Resultados obtenidos

Después de haber cargado la información podemos proceder a realizar la corrida del software probabilístico. Los resultados obtenidos son presentados de distintas formas, las más comunes que podemos encontrar son los histogramas, tal y como se observa en la figura 30, o los gráficos de tornado que son aplicados sobre riesgos específicos y nos dan un entendimiento de cómo es la función de probabilidad aplicada en cada uno de estos.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

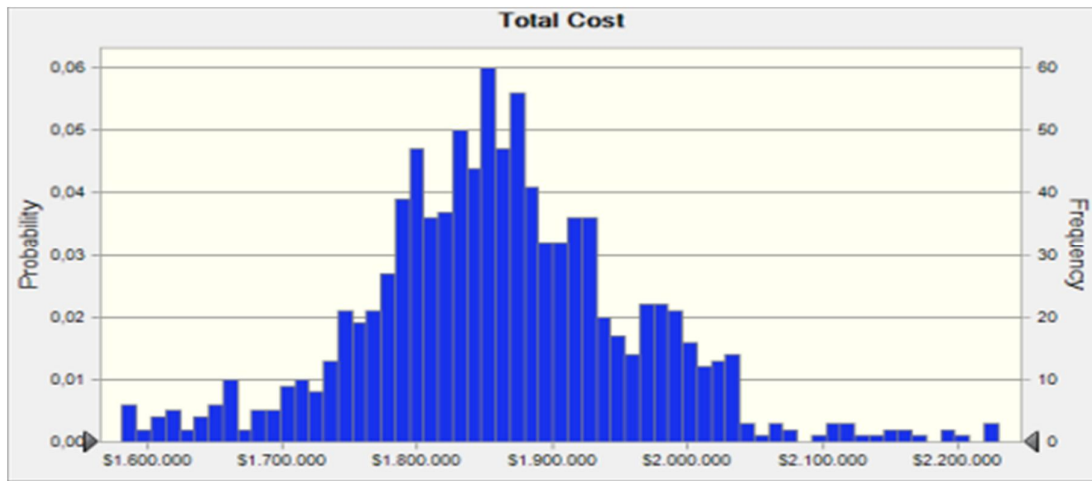


Figura 29. Histograma resultante costo total proyecto. Fuente: Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

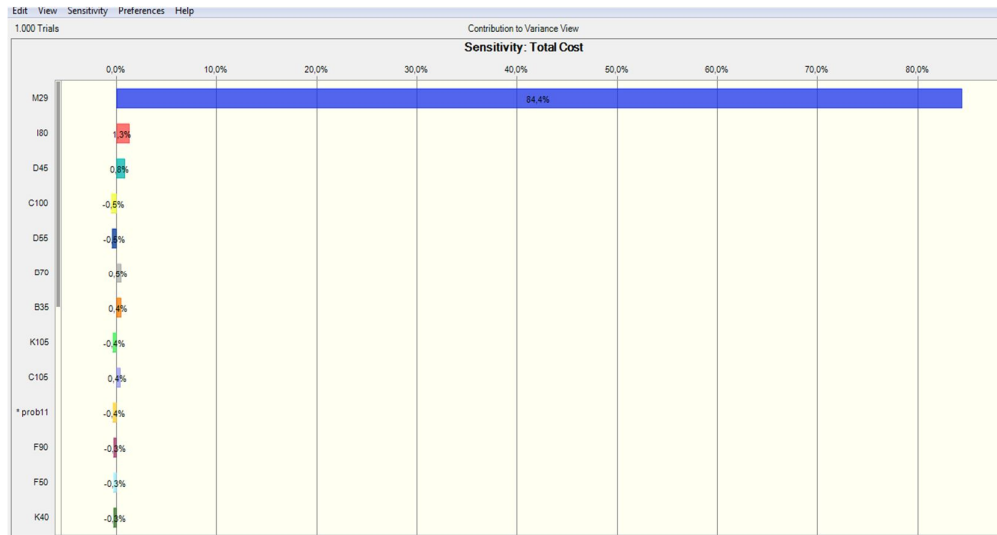


Figura 30. Análisis de sensibilidad de riesgos cargados en el modelo específico. Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

A pesar de que los gráficos nos dan un excelente vista de cómo es el comportamiento de los riesgos, la mejor vista que podemos tener es a través de la selección de la función percentil en nuestro análisis probabilístico. Esta función permite al tomador de decisión decidir con qué porcentaje de éxito desea comprometer los hitos decisorios del proyecto. En la tabla 14 presentamos los percentiles obtenidos en un cálculo probabilístico.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

COST SIMULATION OUTPUT

Probability of Underrun	Indicated Funding Amount	Contingency	
		Costs (thousands)	Percent of Base Est.
0%	\$1.581.443	-\$86.205	-5,2%
5%	\$1.697.275	\$29.627	1,8%
10%	\$1.748.131	\$80.483	4,8%
15%	\$1.771.986	\$104.338	6,3%
20%	\$1.789.408	\$121.760	7,3%
25%	\$1.801.732	\$134.084	8,0%
30%	\$1.815.027	\$147.379	8,8%
35%	\$1.829.830	\$162.182	9,7%
40%	\$1.839.278	\$171.630	10,3%
45%	\$1.850.993	\$183.345	11,0%
50%	\$1.860.060	\$192.412	11,5%
55%	\$1.869.694	\$202.046	12,1%
60%	\$1.880.909	\$213.261	12,8%
65%	\$1.894.392	\$226.744	13,6%
70%	\$1.910.458	\$242.810	14,6%
75%	\$1.924.598	\$256.950	15,4%
80%	\$1.945.128	\$277.480	16,6%
85%	\$1.976.210	\$308.562	18,5%
90%	\$2.004.512	\$336.864	20,2%
95%	\$2.068.159	\$400.511	24,0%
100%	\$2.420.920	\$753.272	45,2%
COST ESTIMATE SUMMARY (Based on probabilities selected above)			
	U.S.\$ (thousands)	%	Confidence of underrun
Base Estimate	\$1.667.648		<5%
Contingency	\$192.412	11,5%	
Reference Estimate	\$1.860.060		50%
Range Around the Reference Estimate	\$1.748.131	-6,0%	10%
	\$2.004.512	7,8%	90%
<i>Mean or Expected Value</i>	<i>\$192.487</i>	<i>11,5%</i>	<i>50,0%</i>

Tabla 14. Tabla de percentiles y estimada base. Herramienta de contingencia de proyectos de Ecopetrol.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

El primer dato que debemos ubicar es el estimado base, que para el caso del ejercicio es de 1.667.647 Millardos, posteriormente debemos referirnos a la tabla de percentiles en donde los rangos van de 0 al 100%. En Ecopetrol los comités tomadores de decisión normalmente pactan los valores del proyecto a P50 o probabilidad de éxito del 50%. Para el caso de este ejemplo quiere decir que para tener una probabilidad de éxito del proyecto en materia de costos es necesario adicionar 192.412 Millones al proyecto por efecto de la materialización de riesgos.

El espíritu del presente IFI no busca profundizar en modelos probabilístico, sin embargo es de suma importancia conocer de una manera general cómo se enlaza la valoración económica de riesgos con los modelos probabilísticos. Sin lugar a dudas los modelos de probabilidad han sido largamente estudiados y si se requiere una profundización es indispensable buscar en el software que ofrece el mercado para dicho fin.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las organizaciones que se encuentran en el sector del Energy, Oil & Gas enfrentan diversas situaciones que los encaminan a tomar una actitud mucho más técnica en cuanto a gestión de riesgos se refiere. La cuantificación económica de riesgos en proyectos se ha convertido en un desafío para los profesionales de riesgos y para el equipo de proyecto en general, ya que este proceso exige contar con una serie de datos, información de diversas fuentes y sobre todo una habilidad innata para la construcción de diversos escenarios que nos permitan cuantificar adecuadamente un riesgos ya sea por su impacto o por su acción de mitigación o tratamiento.

Sin embargo para poder realizar un adecuado análisis cuantitativo de riesgos en todas sus dimensiones se debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

- De acuerdo al objetivo específico donde se buscaba documentar las estructuras de despliegue de la gestión de riesgos en Ecopetrol y proyectos podemos concluir que la estructura desplegada es robusta toda vez que se evidencia la presencia de un rol y cargos claramente definidos en todos los niveles de la estructura de Ecopetrol. Su principal objetivo es implementar el ciclo de gestión de riesgos para convertir esta en un pilar estratégico de la organización.
- La gestión de riesgos en Ecopetrol cuenta con documentos, modelos y metodologías claramente identificadas y aplicadas por los profesionales de gestión de riesgos de Ecopetrol. En concordancia con el objetivo específico de documentar la metodología de gestión de riesgos aplicada en Ecopetrol,

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

podemos concluir que Ecopetrol ha evolucionado y creado su propio esquema de gestión de riesgos el cual ha documentado y actualizado constantemente.

- Al analizar el estado de desarrollo de la gestión de riesgos en los proyectos de Ecopetrol podemos concluir que el grado de desarrollo de los proyectos y de la metodología en gestión de riesgos aplicada hasta el momento la ha permitido pasar a Ecopetrol del análisis cualitativo al análisis cuantitativo, sin embargo es necesario profundizar en los puntos de contacto que permiten desplegar un análisis económico que sea pilar de la toma de decisiones, de esta manera podemos establecer que el objetivo específico de analizar el desarrollo de la gestión de riesgos en proyectos de Ecopetrol fue abordado y descrito a completitud.
- De acuerdo al objetivo específico planteado en el capítulo 1 donde se establecía la necesidad de formular los vectores de trabajo de una cuantificación económica de riesgos, podemos concluir que esta debe abordar desde dos perspectivas diferentes, la primera a través del costo que se genera vista acciones de tratamiento y la segunda por su impacto en caso de materialización del riesgo.

Adicionalmente y producto del presente IFI podemos concluir lo siguiente:

- Compromiso de la alta dirección del proyecto y de la organización para apoyar el proceso de cuantificación económica de riesgos y generar toma de decisiones sobre los resultados probabilísticos de los escenarios desarrollados por gestión de riesgos.
- Para una adecuada construcción de escenarios de materialización de riesgos o de cuantificación económica de riesgos por impactos es necesario de la

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

participación del grupo de expertos del proyecto y de ser posible vincular expertos del sector.

- Es necesario fortalecer el conocimiento frente a metodologías de evaluación de beneficio-costos las cuales deben ser aplicadas tanto en la valoración económica de riesgos por impactos como por sus acciones de tratamiento.
- El desarrollo y uso de bases de datos históricos de proyectos es necesaria para poder disipar la incertidumbre generada en la construcción de escenarios de riesgos.
- Las memorias de cálculo deben ser desarrolladas y ajustadas de acuerdo al contexto de cada proyecto, sin embargo, es necesario que sea cual fuere el análisis siempre se realice el análisis de tiempos y costos bajo la perspectiva de riesgos.
- La información que se genera producto de la elaboración de escenarios de impactos de los riesgos debe ser procesada en software de análisis probabilísticos y presentada al tomador de la decisión como intervalos o probabilidades de ocurrencia.
- Es necesario filtrar los riesgos que serán utilizados dentro del ejercicio de contingencias dependiendo de su criticidad e impacto en tiempo como en costo, a su vez, es necesario agrupar los riesgos por causas comunes, lo anterior permite hacer un análisis integral de los riesgos y disminuir la incertidumbre de los cálculos probabilísticos.
- Para poder realizar un ejercicio de cuantificación económica de riesgos es necesario que el equipo de costos aporte métricas, cotizaciones o posibles valores que puedan ayudar a construir un ejercicio de cálculo de contingencias.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

- Independientemente del método utilizado para realizar la cuantificación económica de riesgos, es necesario que el profesional de riesgos elabore unas memorias de cálculo soportadas y documentadas que le permitan presentar y sustentar el ejercicio de valoración ante el tomador de decisión.
- Los análisis de valoración económica de riesgos no pretenden generar posturas inflexibles o cerradas donde los tomadores de la decisión deben acomodarse a un único dato que genera la gestión de riesgos. Los datos obtenidos producto de la gestión de riesgos deben ser estudiados y aprobados por el tomador de la decisión, solo está en él la potestad de entender y decidir el nivel de riesgo o apetito al riesgo que el proyecto u organización debe aceptar.

5.2. Recomendaciones

La gestión de riesgos en proyectos es un área del conocimiento que sigue en constante crecimiento y que se ha visto fortalecida por el ritmo con que se desarrolla la industria del Energy, Oil and Gas, tanto por eventos positivos tales como procesos de tecnificación y desarrollo de nuevas tecnologías, así como por eventos desafortunados como el ocurrido en el golfo de México con la plataforma Deep Water Horizon. Sin lugar a dudas, este clima cambiante y la misma naturaleza de los riesgos a los que se enfrenta la industria han hecho que se avance de manera sustancial en esta materia. Como recomendaciones y para poder implementar un proceso exitoso de cuantificación económica de riesgos es necesario:

- Invertir en capacitación de ingeniería de costos y estadística de los profesionales de gestión de riesgos, para que puedan orientar los procesos de valoración económica de riesgos.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

- Invertir en capacitación y fortalecimiento de las competencias en software de análisis probabilístico.
- Impulsar dentro de la organización la creación de un área que acopie y genere bases de datos de la ejecución de proyectos, para que dicha información se pueda incluir dentro de la planeación de nuevos proyectos.
- Vincular al tomador de decisiones del proyecto en las definiciones críticas de la valoración económica de riesgos.
- Durante la ejecución del ejercicio de valoración económica de riesgos se pueden efectuar validaciones de pares de otros proyectos para que realicen un análisis independiente del impacto de los riesgos y sus respectivas valoraciones.
- Normalizar los formatos de captura de información para la valoración económica de riesgos. De esta forma podemos soportar ante entes de control las memorias de cálculo de los ejercicios desarrollados.
- Una vez desarrollado y aprobado el ejercicio de valoración económica de riesgos se debe realizar una estrategia para socializar de manera efectiva los productos obtenidos a las personas claves del proyecto y de la organización.

BIBLIOGRAFIA

Mendoza, B. O., Sanchez Marleny. (2009). *Gestión integral de riesgos*. Bogotá, Colombia: Norma.

PMI. (2008). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Pensilvania, EUA: Project Management Institute, Inc.

PMI. (2009). *Practice Standard for Project Risk Management*. Pensilvania, EUA: Project Management Institute, Inc.

Bernstein, P. L. (1998). *Against the gods, the remarkable story of risk*. New York, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Chapman Ch. & Stephen W. (2003) *Project Risk Management, techniques and insights*. EUA: INDECO.

Palisade. (2010) *Risk Analysis and Simulation*. Ithaca, NY EUA. Palisade Corporation.

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

LICENCIA DE USO – AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

Actuando en nombre propio identificado (s) de la siguiente forma:

Nombre Completo PAUL GUTIERREZ QUIROSA

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 79958879

Nombre Completo Holman Ricardo León Martínez

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 79182756

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

El (Los) suscrito(s) en calidad de autor (es) del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, denominado:

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Dejo (dejamos) constancia que la obra contiene información confidencial, secreta o similar: SI NO
(Si marqué (marcamos) SI, en un documento adjunto explicaremos tal condición, para que la Universidad EAN mantenga restricción de acceso sobre la obra).

Por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Universidad EAN, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad EAN y a los usuarios de bases de datos y sitios webs con los cuales la Institución tenga convenio, a ejercer las siguientes atribuciones sobre la obra anteriormente mencionada:

- A. Conservación de los ejemplares en la Biblioteca de la Universidad EAN.
- B. Comunicación pública de la obra por cualquier medio, incluyendo Internet
- C. Reproducción bajo cualquier formato que se conozca actualmente o que se conozca en el futuro
- D. Que los ejemplares sean consultados en medio electrónico
- E. Inclusión en bases de datos o redes o sitios web con los cuales la Universidad EAN tenga convenio con las mismas facultades y limitaciones que se expresan en este documento
- F. Distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la Universidad EAN tenga convenio

Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos

Con el debido respeto de los derechos patrimoniales y morales de la obra, la presente licencia se otorga a título gratuito, de conformidad con la normatividad vigente en la materia y teniendo en cuenta que la Universidad EAN busca difundir y promover la formación académica, la enseñanza y el espíritu investigativo y emprendedor.

Manifiesto (manifestamos) que la obra objeto de la presente autorización es original, el (los) suscritos es (son) el (los) autor (es) exclusivo (s), fue producto de mi (nuestro) ingenio y esfuerzo personal y la realizó (zamos) sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y tengo (tenemos) la titularidad sobre la misma. En vista de lo expuesto, asumo (asumimos) la total responsabilidad sobre la elaboración, presentación y contenidos de la obra, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Universidad EAN por estos aspectos.

En constancia suscribimos el presente documento en la ciudad de Bogotá D.C.

NOMBRE COMPLETO: PAUL GUILLERME Q
FIRMA: [Firma manuscrita]
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 79958079
FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: Holmun Ricardo León
FIRMA: [Firma manuscrita]
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 79182756
FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____

Fecha de firma: 3 de septiembre de 2013