

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN Y DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE PERFORACIÓN A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE LOS REQUERIMIENTOS LEGALES ASOCIADOS

CASO PRÁCTICO SINCOR (Petrocedaño)

Presentado antes la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br: González R., Rosa V.
Para optar al Título de
Ingeniero de Petróleo

Caracas, 2007

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN Y DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE PERFORACIÓN A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE LOS REQUERIMIENTOS LEGALES ASOCIADOS

CASO PRÁCTICO SINCOR (Petrocedeno)

Tutor Académico: Ing. Pedro Martorano

Tutor Industrial: Ing. Lemniz Zerpá

Presentado antes la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br: González R., Rosa V.
Para optar al Título de
Ingeniero de Petróleo

Caracas, 2007

DEDICATORIA

A Dios, por darme las fuerzas necesarias para cumplir con esta meta.

A mi madre, por su inmenso amor. Gracias por tu lucha, comprensión, constancia y dedicación. Me siento muy orgullosa de tenerte a mi lado, este triunfo es de las dos. Sin ti, este sueño hubiese sido difícil de materializar, lo logramos niña!!

A Jorge Rafael, por darme el regalo de nacer y acompañarme desde hace 15años. Nada sería igual sin ti. Te adoro.

A Daniel Eduardo, por regalarme los momentos más bellos de mi vida. Gracias mi amor, por acompañarme, quererme, apoyarme y enseñarme el verdadero significado del amor y la amistad. Gracias por concederme el privilegio de haberte conocido y tenerte a mi lado, Te Amo.

A Maria del Valle, por su inmensa y única amistad. Gracias por escucharme, quererme, aconsejarme y enseñarme que todo es posible si existe disciplina, constancia, paciencia y ganas de dar lo mejor de nosotros. T e quiero muchísimo, mami adoptiva

AGRADECIMIENTOS

A la Ilustre Universidad Central de Venezuela, la casa que vence las sombras, por ser parte de mi formación profesional. A la Facultad de Ingeniería, Escuela de Petróleo, por brindarme la oportunidad de crecer como ingeniero de petróleo y como ser humano.

A SINCOR, por brindarme por segunda vez la oportunidad de realizar un excelente trabajo, esta vez en la realización de mi Trabajo Especial de Grado. Es especial al Departamento de Relaciones Técnicas por ayudarme a materializar esta meta.

A mi tutora industrial Lemniz Zerpa por sus consejos, enseñanzas y por creer en mí. Gracias por la amistad que nos une, te admiro muchísimo tanto como profesional y como ser humano.

A mi tutor académico el Prof. Pedro Martorano, por confiar en mí y siempre darme su apoyo.

A mi Familia, por su apoyo incondicional, por sus consejos y por todo el cariño que me han brindado en estos cinco años.

A Maria Isabel, más que mi amiga mi hermana. Gracias por estar siempre que te he necesitado, gracias por tu cariño, paciencia y por acompañarme estos cinco años.

A Oswaldo, Gustavo, Vanesa, Maria Andreina, Manuel, Andreina Quintero, Angie, Gabo, Daniel, Carlos, Maria Guaicara por haberme dado la oportunidad de tenerlos como amigos.

González R, Rosa V.

OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN Y DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE PERFORACIÓN A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE LOS REQUERIMIENTOS LEGALES ASOCIADOS.

CASO PRÁCTICO SINCOR (Petrocedeno)

Tutor académico: Ing. Pedro Martorano. Tutor Industrial: Ing. Lemniz Zerpa.

Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de

Petróleo. Año 2007. 97 p.

Permisología, Perforación.

Resumen: Durante el desarrollo de las actividades primarias de la industria petrolera es común encontrar problemas asociados a parámetros obviados en la planificación de dichas actividades. Existen diversas metodologías que permiten evaluar el impacto de cada uno de estos parámetros en la ejecución de los proyectos planificados por la empresa. El presente Trabajo Especial de Grado tiene como objetivo principal optimizar los procesos de planificación y de ejecución de proyectos de perforación de Sincrudos de Oriente SINCOR (Petrocedeno), a través de la evaluación de los riesgos relacionados con los requerimientos legales asociados, debido a que las exigencias del Estado representan un hito en la continuidad de las operaciones. Inicialmente se realizó una revisión de las fuentes de datos y de los controles de la empresa para detectar la posible presencia de factores de riesgo. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico para determinar la probabilidad de ocurrencia de los mismos, y el riesgo asociado a la presencia de estos en las operaciones de la empresa. Este análisis se realizó con el objeto de determinar los parámetros que presentan mayor influencia sobre el comportamiento de los proyectos desarrollados.

Resultaron como parámetros más influyentes la incertidumbre geológica, el diseño de las macollas, la estrategia de taladro y factores externos a la empresa. Finalmente, se utilizó la simulación de Monte Carlo en combinación con una herramienta informática comercial, con la finalidad de generar diferentes escenarios a través de los cuales se pudieron definir las mejores prácticas en los proyectos de perforación a partir del análisis de riesgo.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Formulación del Problema	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Alcance.....	5
1.4 Justificación	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Descripción de la Empresa	7
2.1.1 Características de los yacimientos pertenecientes al área principal de SINCOR (Petrocedño).....	10
2.1.1.1 Modelo Estructural.....	10
2.1.1.2 Modelo Estratigráfico	11
2.1.1.3 Modelo Sedimentológico	13
2.2 Bases Teóricas	14
2.2.1 Fases del Proceso de ejecución de Proyectos de SINCOR (Petrocedño) y Requerimientos Legales asociados	14
2.2.2 Bases Legales	19
2.2.2.1 Lineamientos Legales.....	20
2.2.2.2 Detalle de los requisitos básicos en el área de petróleo y perforación.....	22
2.2.3 Riesgo.....	30
2.2.3.1 Atributos del Riesgo.....	31

2.2.3.2 Etapas de un estudio de riesgo	32
2.2.3.3 Técnicas utilizadas para la evaluación, análisis y control de riesgo.....	35
2.2.3.3.1 Características de @Risk para Microsoft Excel.....	35
CAPÍTULO III	43
METODOLOGÍA	43
3.1 Revisión Bibliográfica	44
3.1.1 Bases Legales/Ordenamiento Jurídico.	44
3.1.2 Trabajos realizados sobre Análisis de Riesgo en las Operaciones de la Industria Petrolera.	44
3.2 Recolección y Selección de Datos	45
3.2.1 Estado del Arte de los Requerimientos Legales.....	45
3.2.2 Análisis del comportamiento de la información reciente e histórica de la empresa.....	46
3.2.2 Identificación de Factores de Riesgo	47
3.3 Análisis de Riesgo.....	49
3.3.1 Análisis Estadístico	49
3.3.2 Análisis Cualitativo del Riesgo.....	50
3.3.3 Análisis Cuantitativo del Riesgo.....	50
3.3.3.1 Datos para la construcción del Modelo de Simulación.....	51
3.3.3.2 Familiarización con la herramienta de Simulación.....	52
3.3.3.3 Simulación de Monte Carlo	53
3.4 Monitoreo y Control de Riesgo.....	54
CAPÍTULO IV	55
ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
4.1 Proceso de Jerarquización de Riesgos.....	55
4.2 Análisis del comportamiento de los riesgos asociados a los procesos de Planificación y Ejecución de Proyectos de SINCOR (Petrocedeño)	57

4.2.1	Definición de las Variables de entrada utilizadas en la Simulación de Monte Carlo.....	57
4.2.2	Análisis de los resultados de la Simulación de Monte Carlo	62
4.3	Elaboración de Matrices de Riesgo e Impacto	77
CONCLUSIONES		79
RECOMENDACIONES		80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		81
BIBLIOGRAFÍA		84
GLOSARIO		89
ANEXOS		92
ANEXO 1: Calsificación Lahee.....		92
ANEXO 2: Ley de los Grandes Números.		92
ANEXO 3: Principio de Pareto		93
ANEXO 4: Variables aleatorias discretas		94
ANEXO 5: Distribución de Poisson		94
ANEXO 6: Ventanas de @Risk para Microsoft Excel.		96
ANEXO 7: Causas de Retraso en el proceso de Planificación y Ejecución de Proyectos de SINCOR (Petrocedño)		97

LISTA DE TABLAS

Tabla 3. 1 Clasificación de los Requerimientos Legales según las Fases del proceso de ejecución del Proyectos de SINCOR (Petrocedeo)	46
Tabla 4.1 Riesgos de Mayor Impacto en la ejecución de Proyectos de SINCOR.....	55
Tabla 4.2 Varianza y Desviación Estándar de los Riesgos presentes	61
Tabla A.1 Causas de Riesgo y sus Características.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa de Ubicación del área de SINCOR (Petrocedeño)	8
Figura 2.2 Distribución radial típica de los pozos horizontales en el campo SINCOR (Petrocedeño).....	9
Figura 2.3 Cuadro de correlación del área de SINCOR (Petrocedeño)	12
Figura 2.4 Modelo Sedimentológico de SINCOR (Petrocedeño).....	13
Figura 2. 5 Fases del proceso de ejecución de Proyectos de SINCOR (Petrocedeño).	15
Figura 2.6 Etapas de un análisis de riesgo	32
Figura 2.7 Diagrama de Gantt.....	36
Figura 2.8 Curvas de Distribución	41
Figura 3.1 Esquema Metodológico	43
Figura 4.1 Distribución de Probabilidad del Riesgo 1.....	58
Figura 4.2 Distribución de Probabilidad del Riesgo 2.....	58
Figura 4.3 Distribución de Probabilidad del Riesgo 3.....	59
Figura 4.4 Distribución de Probabilidad del Riesgo 4.....	59
Figura 4.5 Distribución de Probabilidad del Riesgo 5.....	60
Figura 4.6 Distribución de Probabilidad del Riesgo 6.....	60
Figura 4.7 Distribución de Probabilidad del Riesgo 7.....	61
Figura 4.8 Distribución de Frecuencia del Riesgo 1	63
Figura 4.9 Frecuencia Acumulada del Riesgo 1	63
Figura 4. 10 Distribución de Frecuencia del Riesgo 2	64
Figura 4. 11 Frecuencia Acumulada del Riesgo 2	64
Figura 4.12 Distribución de Frecuencia del Riesgo 3	65
Figura 4.13 Frecuencia Acumulada del Riesgo 3	65
Figura 4.14 Distribución de Frecuencia del Riesgo 4	66
Figura 4.15 Frecuencia Acumulada del Riesgo 4	66
Figura 4.16 Distribución de Frecuencia del Riesgo 5	67

Figura 4.17 Frecuencia Acumulada del Riesgo 5	67
Figura 4.18. Distribución de Frecuencia del Riesgo 6	68
Figura 4.19 Frecuencia Acumulada del Riesgo 6	68
Figura 4.20 Distribución de Frecuencia del Riesgo 7	69
Figura 4.21. Frecuencia Acumulada del Riesgo 7I.....	69
Figura 4.22 Sensibilidad de Regresión para las Pérdidas Totales.....	70
Figura 4.23 Frecuencia Acumulada de los riesgos presentes en los proyectos de SINCOR	71
Figura 4.24 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 1	72
Figura 4.25 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 2	73
Figura 4.26 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 3	74
Figura 4.27 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 4	75
Figura 4.28 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 5	76
Figura 4.29 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 6	76
Figura 4.30 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 7	77
Figura 4.31. Matriz de Riesgo e Impacto.....	78
Figura A.1 Clasificación Lahee.....	92
Figura A.2 Distribución de Poisson	95
Figura A.3 Ventana Modelo de @Risk.....	96
Figura A.4 Ventana de Resultados de @Risk.....	96

INTRODUCCIÓN

La identificación y cuantificación de los riesgos e incertidumbres asociados a las actividades primarias de la industria petrolera, se consideran fundamentales para poder ayudar de una manera eficiente y comprensiva al proceso de decisión que guiará el desarrollo de los proyectos planificados anualmente por la empresa.

Actualmente, las principales causas que afectan la continuidad de las operaciones de Sincrudos de Oriente SINCOR (Petrocedeño), están representadas por factores de riesgo que intervienen en el proceso de permisología de los proyectos de perforación planificados y ejecutados por la empresa.

Es por ello, que dicha empresa no solamente debe buscar mejores alternativas de desarrollo que permitan un mayor aprovechamiento del hidrocarburo, sino que también debe considerar en sus proyectos, una serie de normas y requisitos que se deben cumplir según la Ley Orgánica de Hidrocarburos del año 1943 y su Reglamento del 2001^[1], ya que el Estado, a través del Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo (MENPET), es el encargado de velar por el desarrollo, aprovechamiento y uso racional del recurso; teniendo la potestad de aprobar o no los diversos permisos que le sean solicitados por parte de la compañía.

Sin embargo, diariamente se reflejan múltiples cambios en la planificación anual de proyectos y en la secuencia de perforación de pozos y en general, en las actividades primarias, lo cual provoca retrasos en la obtención oportuna de las autorizaciones oficiales para ejecutar éstas actividades, lo que en muchos casos genera sanciones que se traducen en menores días para los periodos de producción y ejecución de proyectos y las consiguientes pérdidas económicas. Es por ello, que se pretende analizar el riesgo e incertidumbre asociado a costos y a factores que intervienen en la fase de desarrollo del proyecto, con la finalidad de plantear una metodología que permita

generar y preservar el valor agregado de la empresa, además de mantener un desarrollo sostenible en el tiempo. Dicha metodología debe estar basada en el proceso de identificación, cuantificación, evaluación y control de riesgos e incertidumbres presentados en cada fase de estudio, además de la búsqueda de una gestión integral de riesgo, con un enfoque global y sistemático, encaminado a conseguir los objetivos estratégicos de cada proyecto, la máxima eficiencia y eficacia, una información fiable y el cumplimiento de las leyes y normativas aplicables.

Para lograr los objetivos planteados en este Trabajo Especial de Grado, se realizará una evaluación exhaustiva de las actividades que se han desarrollado en la segunda campaña de perforación de la empresa, conjuntamente con la revisión y definición de forma clara, coherente y consistente de cada uno de los requisitos del Estado, expuestos en las diferentes Leyes que rigen dichos procesos. A través de esto se podrán diagnosticar las causas de incumplimiento con el MENPET y la frecuencia con la cual éstas se presentan. Posteriormente se utilizará la simulación de Monte Carlo en combinación con una herramienta informática comercial, lo cual permitirá la generación de diferentes escenarios a través de los cuales se definirán las mejores prácticas en los proyectos de perforación a partir del análisis de riesgo.

El diagnóstico de la situación actual de la empresa y los objetivos propuestos para la obtención de soluciones adecuadas, se mostraran en el Capítulo I. De la misma forma, se presentará en el Capítulo II un resumen de la información consultada para poder lograr los objetivos planteados. El marco metodológico diseñado se explicará en detalle en el Capítulo III y los Resultados de la aplicación del mismo se discute en el Capítulo IV. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones que ayudaran a la empresa a detectar la fase crítica del estudio y posiblemente a plantear estrategias adecuadas enfocadas a solventar la presencia de factores de riesgo en los procesos de planificación y ejecución de proyectos de perforación de la empresa.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del problema

Para poder ejecutar las actividades de exploración, explotación, refinación, industrialización, transporte, almacenamiento, comercialización y conservación de los hidrocarburos, se debe cumplir con diversos requerimientos del MENPET, tal como se indica en el Decreto 1510 de fecha 13-11-2001 ^[1]. Dicho Decreto hace énfasis en la obligación que tiene la empresa operadora de suministrar al Ejecutivo Nacional toda la información que éste requiera, relacionada con el ejercicio de las actividades primarias mencionadas anteriormente.

Debido al impacto principalmente económico que se presentaría como consecuencia del incumplimiento de dicha solicitud del Estado, la empresa continuamente se encuentra en la búsqueda de nuevas alternativas que permitan mejorar la eficiencia del proceso legal necesario para poder desarrollar los proyectos de perforación planificados por la empresa.

Actualmente el departamento de Relaciones Técnicas, específicamente el área de Permisología, la cual se encarga de mantener las relaciones con el MENPET, ha considerado la necesidad de evaluar los procedimientos que se llevan a cabo diariamente para cumplir con los requerimientos legales. Dicha evaluación se realizará con la finalidad de estudiar las posibles causas de los problemas presentados con mayor frecuencia. Para lo cual se debe realizar una revisión tanto de la metodología utilizada en la planificación y elaboración de dichos requerimientos del MENPET, como del historial de los últimos años de la empresa para determinar el

origen y la continuidad de dichos problemas, con lo cual podríamos obtener un diagnóstico de la problemática presentada y finalmente estar en la capacidad de brindar las soluciones mas adecuadas para cada caso, a través de un análisis de riesgo apropiado.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Optimizar los procesos de planificación y de ejecución de proyectos de perforación, mediante la elaboración de matrices que permitan tomar decisiones que consideren los riesgos asociados a los requerimientos legales y su impacto en el desarrollo de dichos procesos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estado del arte de los requerimientos legales en los proyectos de perforación de la industria petrolera.
- Recolectar y seleccionar datos con el fin de obtener los parámetros necesarios para analizar el riesgo relacionado con los requerimientos legales asociados.
- Describir de procesos presentes en las operaciones e integración de resoluciones, leyes y normas técnicas aplicables en Venezuela a procesos operacionales.
- Revisar la bibliográfica enfocada en la búsqueda de trabajos realizados sobre análisis de riesgo e incertidumbre y su impacto en las actividades de

perforación de la industria petrolera, haciendo énfasis en los requerimientos legales.

- Diagnosticar el problema y las posibles soluciones.
- Analizar estadísticamente la información histórica de la empresa.
- Determinar cuantitativamente el valor del riesgo.
- Preparar matrices de toma de decisión y estudio de riesgo.
- Monitorear y controlar el riesgo.

1.3 Alcance

El presente Trabajo Especial de Grado tiene como fin la evaluación de los riesgos asociados a los procesos reglamentarios estipulados por la ley para poder llevar a cabo la planificación y ejecución de las actividades de perforación, para lo cual se realizará una revisión bibliográfica que iniciará con el análisis de las diferentes leyes que intervienen en dichas actividades, además del estudio de diversas investigaciones basadas en la identificación y control de riesgo e incertidumbre.

Se usarán herramientas de análisis de riesgo para generar diferentes escenarios que permitan predecir y manejar eventos que puedan influir negativamente en el desarrollo de los proyectos planificados por la compañía, a través de la cuantificación de riesgos e incertidumbres asociados a dichos proyectos.

Se identificarán factores externos e internos que puedan estar contribuyendo en el aumento progresivo de los periodos de tiempo estipulados para la culminación de un proyecto y en el aumento del ingreso monetario invertido en el mismo. Con aquellos

factores de mayor relevancia se realizarán diversas sensibilidades que posteriormente permitirán la creación de matrices de probabilidad e impacto para determinar los factores de riesgos más importantes, además de la técnica de seguimiento mas adecuada de los mismos. Finalmente, se recomendarán diferentes estrategias que le permitan a la empresa responder a los eventos riesgosos que se puedan presentar a lo largo de la vida del proyecto y por ende aumentar las probabilidades de éxito del mismo.

1.4 Justificación

En los últimos años, la empresa ha realizado inversiones para mejorar la eficiencia de las actividades primarias. El riesgo e incertidumbre asociado a estas actividades son causas importantes de cambios en la planificación realizada anualmente por la compañía. Inconsistencia en la información generada por las diferentes fuentes de datos, retrasos en la aprobación de las solicitudes hechas al MENPET, cambios organizacionales y factores externos, como por ejemplo políticos, entre otros parámetros, han sido las causas de mayor impacto en la secuencia de perforación.

Es por ello que la Gerencia de Relaciones Técnicas de SINCOR (Petrocedño), se ha enfocado en la evaluación de metodologías para la toma de decisiones complejas, con la finalidad de poder manejar los requerimientos del estado para la ejecución de proyectos de la industria, evitando pérdidas monetarias y de tiempo en las actividades operacionales, cumpliendo con los lineamientos de impuestos, de seguridad y la conservación de la Ley Orgánica de Hidrocarburos, ya que las exigencias del Estado aumentan progresivamente, lo cual hace que la fase de evaluación de los proyectos en el área de permisología sea considerada una fase critica del estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción de la Empresa

SINCOR (Petrocedeño), es una asociación estratégica, constituida en el año 1998 y conformada por las empresas TOTAL de Francia, PDVSA de Venezuela y STATOIL de Noruega, creada con la finalidad de hacer posible el desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco, la más grande acumulación de crudo extrapesado del mundo. Tiene una vigencia de 35 años a partir del primer despacho de crudo sintético realizado en Marzo del 2002.

Su principal objetivo comercial es alcanzar una producción mayor a los doscientos mil (200.000) BPD de crudo extrapesado (8.5 °API), el cual, por medio de la adición de diluyente (Nafta de 41°API) es llevado a 17 °API y de esa forma transportado hasta el Complejo Industrial Petroquímico y Petrolero "General de División José Antonio Anzoátegui", en Jose, donde se encuentra la división de mejoramiento (la mas grande y avanzada en su estilo en Latinoamérica), para ser convertido en un crudo liviano (32 °API), llamado Zuata Sweet, el cual es catalogado como uno de los crudos de mas alta calidad de la Faja. Además se obtienen 860 toneladas de azufre y 6000 toneladas de coque por día.

La ubicación geográfica del área destinada a ser explotada por la empresa se muestra en la Figura 2.1, dicha área se encuentra ubicada en la zona nororiental de Venezuela, específicamente en el área de San Diego, al sur del Estado Anzoátegui, en el bloque Junín de la Faja.



Figura 2.1 Mapa de ubicación del área SINCOR (Petrocedño) ^[2]

La producción del campo comenzó en el año 2001, sin embargo los primeros pozos puestos en producción en la zona correspondiente a SINCOR (Petrocedño) fueron perforados a partir del año 1980, los cuales mostraron producciones que variaron entre los 20 y 400 BPD, con una gravedad de 10 °API. Estos pozos y los subsecuentes fueron pozos verticales completados con empaque de grava a hoyo abierto y con empaque de grava interno. La perforación de estos pozos fue realizada con el objetivo principal de delimitar las áreas prospectivas y obtener información geológica y petrofísica a partir de los núcleos obtenidos de los pozos.

Para desarrollar el área asignada, SINCOR (Petrocedño) implementó un esquema de producción en frío con pozos horizontales que se encuentran completados tanto en la zona perteneciente al ambiente fluvial como a la zona perteneciente al deltaico. Existen un total de 320 pozos horizontales perforados, los cuales producen con la

ayuda de inyección de diluyente, y se encuentran distribuidos a lo largo del campo a través de macollas de donde salen de manera radial hacia las diferentes arenas.

En la Figura 2.2 se observa un esquema radial típico de los pozos horizontales que salen desde una macolla hacia las diferentes zonas objetivo. Esta manera de distribuir los pozos permite minimizar el área afectada y optimizar el uso de facilidades de superficie.

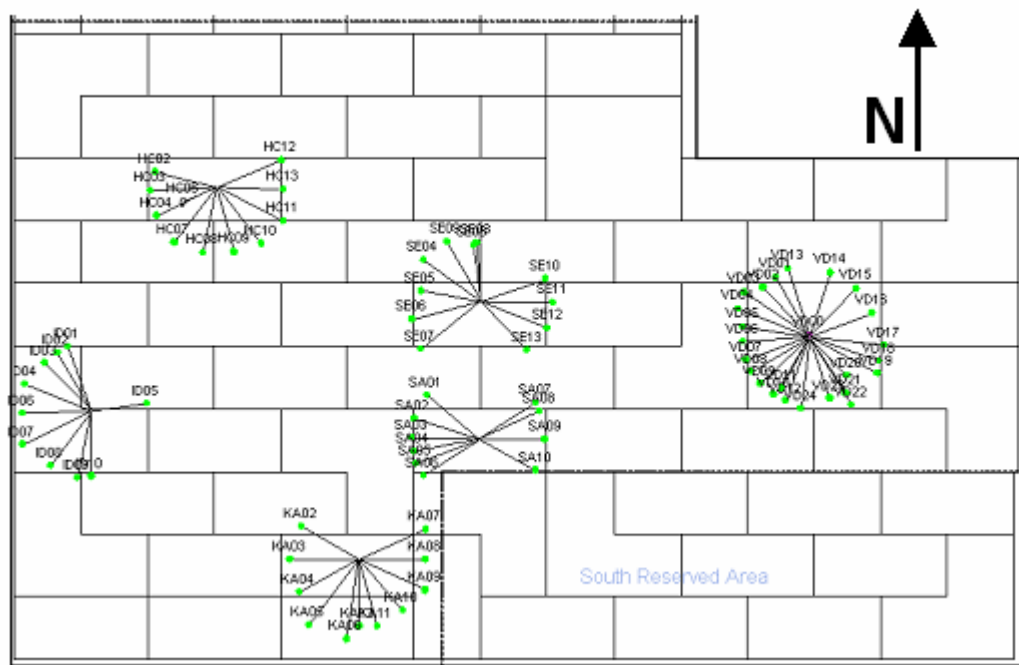


Figura 2.2 Distribución radial típica de los pozos horizontales en el campo SINCOR (Petrocedño) [2]

Para monitorear la actividad de perforación, SINCOR (Petrocedño) aplica una tecnología de comunicación innovadora, basada en un sistema integrado informático y técnico. Para ello, estableció un enlace vía satelital entre los emplazamientos de perforación y el software de geociencias en Caracas, mediante el cual se obtienen imágenes en tiempo real de los pozos que están siendo perforados. Con el control visual en tiempo real de las imágenes, los resultados de estudios y la comparación con

el modelo geológico y la trayectoria predefinida del pozo, los especialistas de la empresa pueden optimizar la trayectoria de las perforaciones en desarrollo, por medio de una técnica llamada “geonavegación”.

2.1.1 Características de los yacimientos pertenecientes al área principal de SINCOR (Petrocedeño)^[4]

Las acumulaciones de hidrocarburos que se encuentran en el campo asignado a SINCOR (Petrocedeño), son de petróleo extrapesado con una gravedad API que varía entre 7 y 9,5 °API, con una viscosidad promedio, a condiciones de yacimiento, de 1500 cp, un Rs de 62 PCN/BN y una presión de burbujeo aproximadamente igual a la presión inicial del campo ($P_b = P_i$).

Por su parte el yacimiento posee una porosidad promedio de 29%, con permeabilidades que varían entre los 5 y 40 darcys, debido a que son yacimientos de arenas poco consolidadas a no consolidadas. La presión de yacimiento es de aproximadamente 609 lpc y se encuentra a una temperatura promedio de 120 °F.

2.1.1.1 Modelo Estructural

A gran escala la dinámica de la faja corresponde a una tectónica de fallas normales sin evidenciar plegamientos definidos. En promedio los saltos verticales de las fallas no exceden los 200 pies, y persisten el tipo tensional normal, ya sean sintéticas o antitéticas.

El área bajo estudio, se encuentra sobre una serie de monoclinales apilados con rumbo NE - SO y un buzamiento muy suave al NO. La interpretación sísmica ha permitido inferir fallas que involucran al basamento Pre-cámbrico y en menor grado al Mioceno.

2.1.1.2 Modelo Estratigráfico

La sección presente en el área asignada corresponde a sedimentos que se depositaron desde el Paleozoico hasta el Reciente. El basamento de la columna corresponde a un complejo de rocas Igneo-Metamórficas pertenecientes al Escudo de Guayana de edad Precámbrica. Descansan en contacto discordante sobre el Basamento las areniscas de la Formación Hato Viejo del Paleozoico. Inmediatamente por encima de esta unidad yace concordante la Formación Carrizal. Hacia el NO y sobre la Formación Carrizal, se encuentra una secuencia de sedimentos clásticos pertenecientes al Grupo Temblador. Esta unidad se ha dividido en dos formaciones Canoa y Tigre.

La Formación Canoa presenta lutitas intercaladas con areniscas cuarzosas generalmente arcillosas; mientras que la Formación Tigre esta constituida por una sección predominantemente arenosa con intercalaciones de lutitas.

Por encima del Grupo Temblador está la Formación Oficina la cual está presente en toda el área Junín (antigua Zuata) y se divide en tres unidades: la Unidad I (Miembro Morichal) caracterizada por areniscas masivas progradantes y la intercalación de lutitas y areniscas transgresivas; la Unidad II (Miembro Yabo) representa una secuencia lutítica con intercalaciones ocasionales de areniscas y limonitas; la Unidad III (miembros Jobo y Pílon) es una secuencia predominantemente arenosa.

La Formación Oficina se encuentra en el área de estudio entre 500 y 1500 pies de profundidad bajo el nivel del mar. El contacto superior de la Formación Oficina es la Formación Freites, la cual se caracteriza por la presencia de lutitas de tonos verdosos de ambiente marino somero. Suprayace discordantemente a la Formación Freites la Formación Las Piedras constituida por una alternancia de areniscas y lutitas; esta formación representa uno de los acuíferos más importantes del área, ya que contiene

numerosas areniscas que forman excelentes recipientes para agua dulce. Finalmente se encuentra la Formación Mesa del Cuaternario, en contacto discordante y está aflorando en gran parte del área Junín.

En el área de estudio, el intervalo productor de hidrocarburos corresponde a la sección inferior de la Formación Oficina. El intervalo se encuentra presente en toda el área de Junín. Sin embargo, su tope solamente se encuentra preservado hacia la esquina NO del área, habiendo sufrido una erosión parcial de su parte superior, la cual alcanza niveles más profundos hacia el Sur y el Oeste. En la figura 2.3 se muestra el cuadro de correlación del área de la empresa y cada una de las formaciones descritas anteriormente.

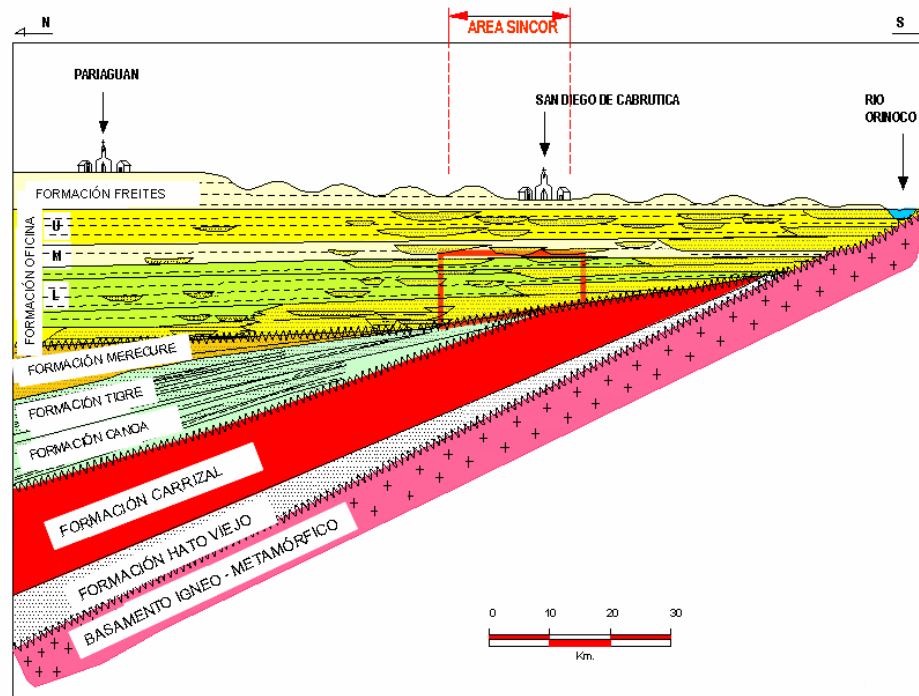


Figura 2.3 Cuadro de correlación del área SINCOR (Petrocedeno) ^[4]

2.1.1.3 Modelo Sedimentológico ^[4]

El área SINCOR (Petrocedeño) esta separada en varios cuerpos de diferentes características debido a la influencia predominante bajo la cual fueron depositados; en general las unidades se dividen en A, B, C, D, E y F, y como se muestra en la Figura 2.4, A y B pertenecen a la zona superior y fueron depositadas bajo un régimen deltaico, C pertenece a la zona media o la zona deltaica inferior, mientras que D, E y F pertenecen a la zona inferior y fueron depositadas bajo un régimen fluvial.

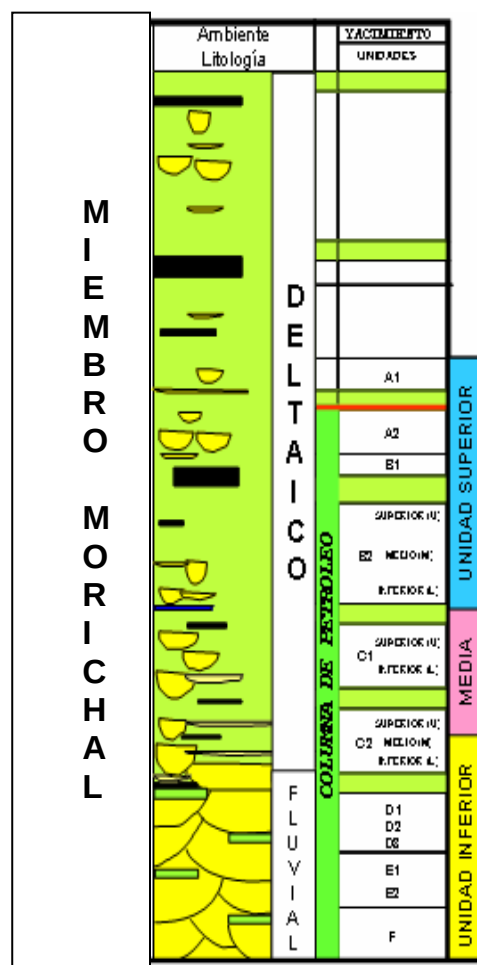


Figura 2.4 Modelo Sedimentológico de SINCOR (Petrocedeño) ^[5]

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Fases del proceso de ejecución de Proyectos de SINCOR (Petrocedño) y Requerimientos Legales asociados ^[6]

Para optimizar el desarrollo de los proyectos de perforación de la empresa, fue necesario realizar una investigación sobre la estructura diseñada por los especialistas para explotar el área asignada a SINCOR (Petrocedño), haciendo énfasis en los requerimientos legales para poder llevar a cabo cada una de las actividades que forman parte del proceso de ejecución de proyectos, el cual se divide en cuatro fases interdependientes, como se muestra en la Figura 2.5, en donde se detallan los ítems enmarcados en cuadros rojos, que representan algunos pasos previos, que son fundamentales y obligatorios para el cumplimiento global de todas las fases de los proyectos de la operadora.

Fase I: Construcción de la Macolla

Esta fase contempla el escenario de la perforación de una macolla nueva y las obras civiles correspondientes (carreteras, puentes, deforestación, etc.). En SINCOR (Petrocedño), el departamento de construcción prepara la ingeniería básica de detalles de la obra civil, es decir, vías de acceso, deforestación, construcción de la macolla, entre otras actividades necesarias. Por otro lado, dicho departamento de ingeniería también debe coordinar con el departamento de ambiente el estudio y la evaluación del impacto ambiental. Con esta información se prepara un informe cuya duración no debería exceder los 44 días hábiles asignados a este requisito y se solicita el permiso de afectación de los recursos naturales del área donde se va a construir, que una vez aprobado, en un lapso de aproximadamente cuatro (4) meses, se podrá dar inicio a la construcción de la plataforma.

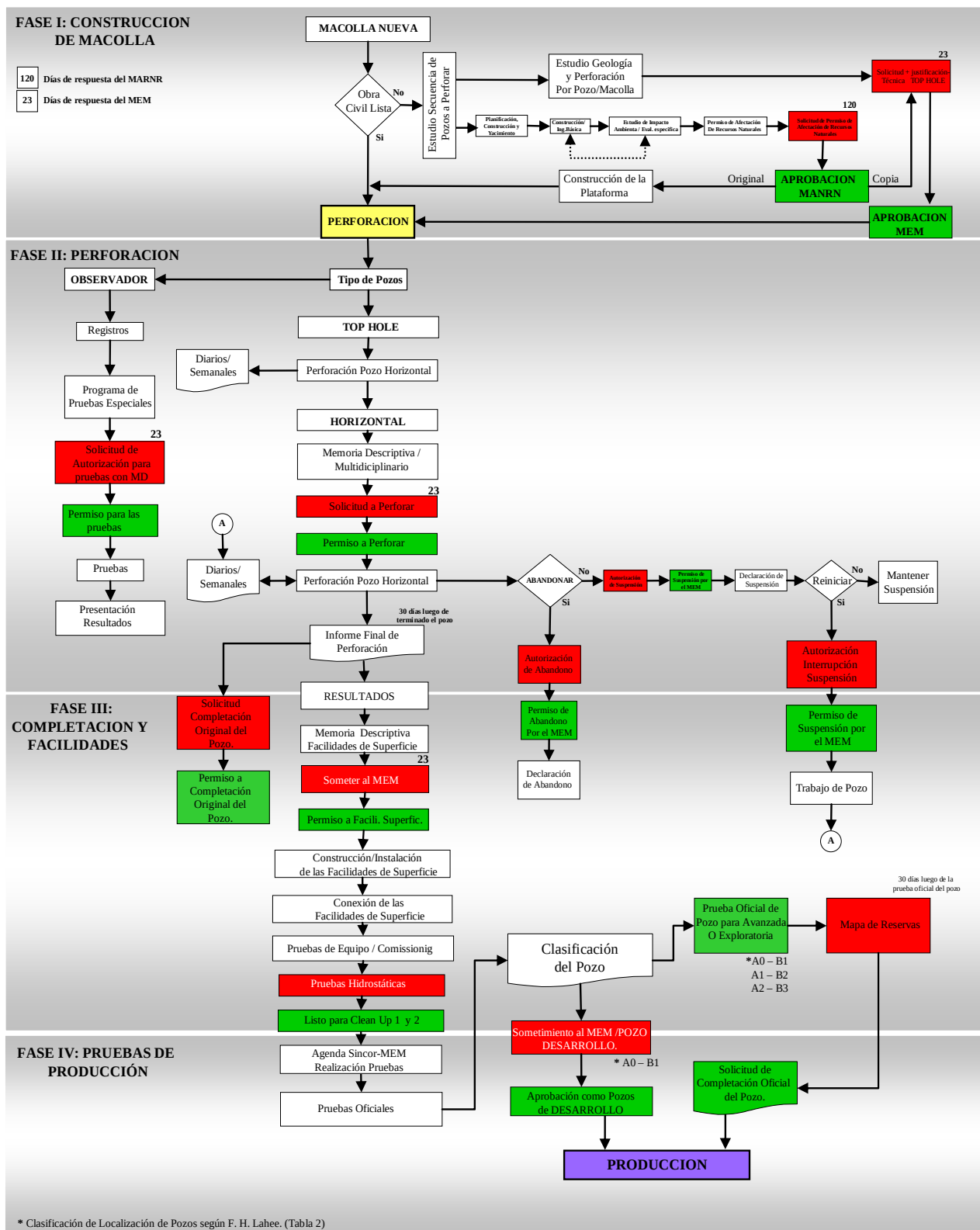


Figura 2.5 Fases del proceso de ejecución de Proyectos de SINCOR (Petrocedño) ⁶

Paralelamente, el departamento de petróleo a través de Permisología coordina la integración de la información suministrada por parte de los grupos de Geología, Geofísica, Yacimientos y WTO, los cuales aportan datos esenciales como son las coordenadas de los pozos, los mapas topográficos de la plataforma y la trayectoria de los hoyos superficiales e intermedios, los cuales son necesarios para preparar lo que se conoce como Memoria Descriptiva, requisito de carácter obligatorio que se debe presentar ante el MENPET cuando se desea realizar cualquier cambio, remodelación o simplemente construcción de una nueva instalación de superficie.

Se estima una duración de 24 días hábiles para la preparación y revisión de este informe que junto con la carta de solicitud correspondiente se envía al MENPET (San Tomé), en donde en un período aproximado de 22 días hábiles, deben aprobar dicha solicitud para poder dar comienzo a las actividades mencionadas anteriormente, en este caso la primera fase de perforación.

Fase II: Perforación

Esta fase se inicia con la perforación de los hoyos superficiales, intermedios y observadores, si se requiere. En el caso que se requiera perforar un pozo observador, una vez tomados los registros de rigor, se programan las pruebas especiales con las cuales obtendremos la información necesaria para preparar una presentación técnica o memoria descriptiva cuya elaboración debe abarcar 33 días hábiles aproximadamente. Posteriormente, se somete a la aprobación del MENPET (San Tomé) para lo cual se estima una duración de 22 días hábiles. Luego de obtener la debida aprobación se inicia formalmente la perforación de los pozos anteriormente planificados. Durante la perforación de estos hoyos y pozos observadores es necesario informar por medio de reportes diarios el avance de la perforación. Esta actividad se debe iniciar un día después del comienzo de la perforación de dichos hoyos y se entregará en la misma forma al MENPET como requisito legal. La duración depende del tiempo de perforación.

Para la fase de perforación de los pozos horizontales se solicita el permiso adecuado ante el MENPET (San Tomé), con la debida memoria descriptiva y una presentación técnica. Estas están basadas en el estudio multidisciplinario de la macolla, incluyendo los resultados de las pruebas de pozos observadores, es responsabilidad del departamento de petróleo invertir 66 días hábiles en la elaboración de estas exigencias. Una vez aprobada la perforación de los pozos horizontales en un tiempo aproximado de 23 días hábiles, estos se perforan, se informa diariamente del avance de la perforación y se prepara el Informe Final de Actividades de Perforación, 30 días continuos contados a partir de la fecha de terminación del pozo.

La finalidad de la presentación de este documento es exponer la secuencia final de la perforación del pozo, para poder establecer un estudio comparativo entre lo propuesto inicialmente y lo realizado, lo cual permite a la empresa visualizar el cumplimiento o no de los objetivos planteados, además de tener la oportunidad de justificar al Ministerio cualquier cambio realizado en el proceso de perforación.

El paso siguiente es proceder a la evaluación respectiva del pozo, esto se hace a través de un reporte que describe las características del proceso de perforación con el fin de ejecutar la Completación o Abandono Mecánico del mismo, cuya culminación se estima en un lapso de 22 días hábiles. Este requisito de carácter obligatorio debe ser realizado en un tiempo no mayor de 30 días continuos a la fecha de terminación del pozo, pudiéndose prolongar hasta 30 días más.

Cuando el pozo es clasificado como pozo de desarrollo (BO), de acuerdo a la clasificación Lahee (Ver Anexo 1), se realiza la Completación Oficial del Pozo solicitando con 15 días continuos previos a la realización, la aprobación ante el MENPET. En el caso de Abandono Oficial del pozo, deberá solicitarse su declaración ante dicho organismo, 15 días continuos a partir del abandono mecánico, este deberá ser realizado de acuerdo a la Normas Técnicas Aplicadas, según los artículos 116, 123 y 124 de la Ley Orgánica de Hidrocarburos.^[1]

Igualmente en el caso de Suspensión del Pozo es necesaria la notificación por escrito de las razones específicas de la suspensión y solicitar la autorización al MENPET indicando el plan de reanudación de actividades o de uso posterior, si lo hubiere, que se le pretenda dar al pozo, para poder declararlo como tal. Si fuera el caso de interrupción de la suspensión también será necesario solicitar el permiso y su aprobación por parte del MENPET.

Fase III: Completación Mecánica y Facilidades de Superficie

Una vez terminada la perforación de los pozos horizontales se solicita la aprobación al MENPET de la Completación Original del Pozo y se debe preparar la Memoria Descriptiva de Facilidades de Superficie, detallando la Ingeniería Básica (la construcción, instalación y operación de la macolla, línea de transmisión, área mecánica e instrumentación, sistemas auxiliares, electricidad etc.), con el fin de ser sometida a consideración ante el MENPET. Aprobada esta, se pueden construir e instalar las facilidades. Luego se hacen las conexiones de las mismas, que no son más que las conexiones de los pozos con la línea principal de producción, las cuales necesitan de una semana por pozo, de acuerdo a la información del departamento de proyectos. Posteriormente se realizan las Pruebas de Equipos ("Comissioning"), que son aplicadas a la instrumentación de los equipos superficiales de los pozos, macollas y tuberías de interconexión entre macollas, las cuales, tienen una duración aproximada de ocho (8) días por pozo.

Paralelamente, la empresa contratista elabora la Memoria Descriptiva para realizar las pruebas hidrostáticas de las líneas, entre la macolla y la línea de producción principal. Siendo requisito indispensable presentarlas al MENPET. Además, de ser obligatoria la presencia de un inspector técnico de dicho organismo en la prueba de 24 horas, quien certificará la misma si es satisfactoria. Luego de establecida la fecha de la prueba por parte del MENPET, esta tiene una duración de 2 días por prueba. A partir de este paso se puede realizar la operación de limpieza de los pozos ("clean up").

Fase IV: Pruebas de producción

En esta fase, luego de acordar agenda SINCOR (Petrocedeño)-MENPET, se realizan las Pruebas Oficiales de los Pozos (pruebas de 24 horas), las cuales por ley deben realizarse dentro de los 30 días siguientes a la terminación original del pozo, en presencia de un representante del MENPET, la cual debe ser sellada y firmada por él, como aval de la realización de la prueba.

Seguidamente, se debe presentar la clasificación del pozo de acuerdo a la clasificación Lahee, se somete al MENPET la aprobación de los pozos de desarrollo y la Prueba Oficial de Completación y 30 días continuos después de la completación oficial se presentaran las Reservas Asociadas al mismo. Al recibir la aprobación como pozo de desarrollo y la oficialización de la prueba de completación, el pozo estaría listo para iniciar la etapa de producción.

2.2.2 Bases Legales ^[1,7,8]

La clave del éxito en los procesos de planificación y ejecución de proyectos de la industria petrolera, es el cumplimiento de los requerimientos legales expuestos en las diferentes leyes que intervienen en el desarrollo de dichos procesos, es decir, se va a obtener una menor cantidad de riesgos en la continuidad de las operaciones, si desde la planificación de las actividades primarias se considera el efecto legal y el impacto negativo que puede ocasionar si es obviado. Es por ello, que entre los fundamentos teóricos de éste Trabajo Especial de Grado se incluyen las disposiciones mas relevantes del estado para la realización de las actividades involucradas a los procesos en estudio.

2.2.2.1 Lineamientos Legales

Las personas que ejerzan las actividades señaladas en la Ley están obligadas a cumplir las normas contables generalmente aceptadas y aplicables a la actividad, así como las establecidas en las resoluciones del MENPET, a fines de propiciar la transparencia del ejercicio de las mismas y facilitar su control. De tal forma que dicho organismo, podrá establecer las formas, procedimientos, términos y condiciones para la presentación de las solicitudes con los recaudos e informes requeridos. Además, de los requisitos establecidos en la Ley para obtener las licencias o permisos, las personas interesadas deberán también cumplir con las exigencias de otros organismos competentes de conformidad con la Ley.

Para no entrar en detalle de todos y cada uno de los requisitos necesario dentro del desarrollo de la industria petrolera, podemos definir tres (3) lineamientos básicos:

- Requerimientos de espaciamento: donde se disponen las distancias mínimas entre pozos, tanques de almacenamientos, oleoductos, instalaciones de superficie entre otros.

- Solicitud de aprobación: Las empresas operadoras deberán someter a la consideración del Ministerio de Energía y Minas, para su aprobación lo siguiente:

- Antes del 15 de noviembre de cada año, presentaran todos los programas de exploración que se propongan realizar durante el año siguiente. Así como cualquier modificación, actividad u operación a realizarse durante dicho programa.
- Completación y abandono oficial de pozos, así como los cambios de objetivos en la realización de estas.

- Durante el mes de enero, se deberá presentar el programa de explotación de los yacimientos que deseen desarrollar el resto del año.
- Perforación de cualquier pozo de desarrollo o de avanzada y cualquier intervención que a estos se les haga.
- La suspensión y cambio de plan en el programa de perforación.
- A partir del descubrimiento de un yacimiento, se deberá someter el programa de delimitación, así como la realización del estudio técnico y económico del mismo.
- Construcción, ampliación, remodelación de instalaciones de superficie.
- Efectuar estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos.
- Proyectos pilotos y planes de desarrollo.

- Notificación: aquellos informes, declaraciones que se deben hacer al Ministerio pero que no necesitan aprobación. Por ejemplo:

- Una vez finalizada la perforación del pozo presentar un informe final de actividades.
- En caso de suspensión de perforación, informar por escrito las razones de dicha suspensión.
- Declaración del abandono oficial del pozo.
- Presentar luego de la completación oficial del pozo, las reservas asociadas al mismo.

2.2.2.2 Detalle de los Requisitos Básicos en el Área de Petróleo y Perforación

A partir del descubrimiento del yacimiento, las empresas operadoras deberán solicitar al MENPET la aprobación para el programa de delimitación del mismo y la cuantificación de reservas.

Las empresas operadoras no podrán dar inicio a ninguna actividad primaria mientras no reciban la aprobación correspondiente del MENPET, por lo que deberán solicitar y justificar oportunamente las autorizaciones para efectuar estudios geofísicos, geológicos y geoquímicos y para la perforación de pozos con sus actividades inherentes y para la construcción de instalaciones en superficie. Así como requerirán la transferencia de los derechos para el ejercicio de las actividades por parte del ejecutivo nacional y deben asegurar que se apliquen las mejores técnicas operacionales y científicas a fin de:

- Obtener la máxima extracción y aprovechamiento de los hidrocarburos al menor costo ambiental, social y económico.
- Evitar daños o peligros a personas, propiedades, recursos naturales, ambiente y a sitios arqueológicos, religiosos o turísticos.

Una vez delimitado el yacimiento las empresas operadoras solicitaran del MENPET la aprobación previa del estudio técnico económico que justifique el espacio seleccionado entre pozos, distancia, área y volumen referido al subsuelo. Dicha solicitud debe incluir reservas estimadas a incorporar y tipos de pozos de desarrollo a perforarse (horizontal, multilateral, vertical...).

Al instalar el equipo requerido y antes de terminar la construcción del pozo las empresas deberán realizar las pruebas necesarias a fin de obtener la mayor cantidad de información posible tanto del pozo como del subsuelo.

Por otra parte, las empresas operadoras deberán someter a la consideración del MENPET, antes del 15 de noviembre de cada año, para su aprobación, todos los programas de exploración que se propongan realizar durante el año siguiente, los cuales deberán incluir los siguientes requisitos:

- Justificación técnica y económica.
- Una representación cartográfica del área por explorar utilizando las especificaciones del Sistema Cartográfico Nacional.
- Indicación del tipo de exploración a realizar.
- Magnitud de las operaciones expresadas en medidas usuales, tales como cuadrillas – mes, kilómetros de líneas sísmicas u otras unidades aceptadas por el Ministerio de Energía y Petróleo.
- Programa de pozos exploratorios, en los que se detallen los objetivos primarios y secundarios, diseño, construcción y completación.
- Cualquier otra información que requiera el Ministerio de Energía y Petróleo.

Y podrán someter en cualquier momento a la consideración de mencionado organismo, aquellos programas de exploración que se propongan realizar con posterioridad al 15 de noviembre de cada año, siempre que tales programas de exploración sean sometidos a la aprobación del Ministerio de Energía y Petróleo por lo menos con sesenta (60) días de anticipación a su ejecución.

Cualquier modificación al programa exploratorio anual deberá ser sometida a la consideración del MENPET, para su aprobación. Además, las empresas operadoras someterán ante el Ministerio una solicitud de aprobación para cada actividad u

operación que deba ser ejecutada en relación al programa exploratorio anual aprobado, con sus respectivos recaudos e igualmente, deberán informar los resultados obtenidos al Ministerio de Energía y Petróleo, dentro de un lapso de treinta (30) días continuos, contados a partir de la culminación de la respectiva operación.

Las empresas operadoras por su parte también tendrán que solicitar la autorización al MENPET para la completación oficial del pozo con una antelación de quince días (15) continuos a la fecha de realización, del mismo modo para el abandono oficial deberán solicitarse en un lapso no mayor a quince días contados a partir del abandono mecánico. Igualmente cualquier cambio en el objetivo de la completación o abandono del pozo así como en la reintervención de los mismos también debe ser solicitado una previa autorización al Ministerio.

El MENPET, como ente competente de la administración de las actividades referentes a hidrocarburos, podrá ordenar el abandono del pozo o suspensión temporal cuando exista algún riesgo que ponga en peligro a las personas, bienes, ambiente o aprovechamiento y uso racional de los hidrocarburos. Además las empresas operadoras le deberá presentar:

- Diariamente los avances de perforación.
- En caso de suspender la actividad de perforación, informar por escrito las razones específicas de tal suspensión.
- Las reservas asociadas al pozo, en un lapso no mayor de 30 días luego de la completación oficial del pozo.
- Un informe final de actividades, en un lapso no mayor a 30 días luego de la terminación del pozo.

En la perforación de pozo, las empresas operadoras deberán cumplir con los requisitos de la conservación de hidrocarburos así como guardar entre estos las distancias mínimas siguientes:

- treinta metros (30m) de los linderos o área determinada para ser desarrollada.
- Sesenta metros (60m) de los otros pozos de perforación o en producción cuando dichos pozos se destinen a producir de un mismo estrato.
- Cincuenta metros (50m) de los talleres, calderas y de los demás establecimientos e instalaciones.
- Cien metros (100m) de las casa de habitación
- El espaciado entre pozos a nivel de yacimientos no será menor de:
 - trescientos metros (300m) en el Mioceno
 - Seiscientos metros (600m) en el Eoceno
 - Mil doscientos metros (1200m) en el Cretáceo.
- En las áreas marítimas, lacustre, densamente pobladas o que su uso lo exija, se propenderá a la realización de las instalaciones superficiales, mediante el empleo de localizaciones múltiples o macollas de pozos.

Dichas distancias podrán ser reducidas a solicitud de las empresas operadoras previa autorización del MENPET, mediante las Inspecciones Técnicas de Hidrocarburos a cuya jurisdicción pertenezca, justificando las razones para tal petición. Dichas inspecciones deberán informar a la unidad competente del MENPET, en relación con

estos casos. Una copia de todo el expediente deberá ser remitida a la unidad competente.

Para la perforación de cualquier pozo de desarrollo o de avanzada, la solicitud de aprobación deberá enviarse a las Inspecciones Técnicas de Hidrocarburos de la respectiva jurisdicción, la cual deberá contener la justificación técnica – económica, así como expresar la información siguiente:

- Identificación del lote donde se va a realizar la perforación del pozo, así como sus coordenadas de superficie y de fondo en el sistema geodésico nacional.
- Identificación de Municipio y el Estado donde se encuentra ubicada el área geográfica delimitada.
- Mapa oficial de Reservas probadas.
- Las profundidades en las que se supone se encuentran los estratos productores de petróleo, gas natural y manto de agua. Los diámetros, longitudes y pesos de la tubería que van a emplearse.
- La denominación que se dará al pozo, la cual no podrá modificarse una vez aprobada por el MENPET.
- Información sobre el yacimiento, materiales y equipos a ser utilizados.
- Los pozos desviados o multilaterales deberán tener información direccional detallada de la trayectoria del hoyo y pozos vecinos ubicados a distancias críticas.
- Un plano topográfico que muestre el perímetro del lote donde se vaya a efectuar la perforación y ubicación de este, con indicación de los lotes colindantes.

- Cualquier otra información que considere necesaria el MENPET.

En términos generales, para realizar cualquiera de las actividades de exploración, explotación y refinación, se deberá obtener el permiso correspondiente. Una vez aprobado se dará inicio a las obras dentro de un lapso de seis meses contados a partir de la fecha de aprobación, este lapso es prorrogable solo una vez por un lapso no mayor al otorgado y por causas justificadas. La culminación de las obras se debe participar por escrito a fin de verificar que se han cumplido los requisitos establecidos en el Decreto Ley.

Los titulares de permisos interesados en cederlos o traspasarlos deberán dirigir la solicitud al MENPET, con indicación de la información referente al posible cesionario que permita su evaluación técnica, jurídica, administrativa y financiera, de acuerdo con los requisitos establecidos en el presente Reglamento.

Una vez otorgada la correspondiente autorización y efectuada la cesión o traspaso, el cesionario está en la obligación de cumplir con cada uno de los términos y condiciones en que el permiso original fue otorgado de conformidad con la Ley y el presente Reglamento.

Las cesiones o traspasos que se realicen en contravención a lo dispuesto, no surtirán efecto alguno frente a la República, sin perjuicio de la revocatoria de los mismos de acuerdo a lo establecido en la Ley, en el presente Reglamento y los respectivos permisos.

En el caso de traspaso forzoso por ejecución deberá notificarse de inmediato al MENPET el inicio del proceso, a los fines previstos en la ley. El MENPET deberá verificar la existencia o no de infracciones a la Ley Orgánica de Hidrocarburos, el presente Reglamento y las disposiciones que se dicten al respecto. Para el caso en que

se notaren fallas, se levantará un acta a la persona que haya incurrido en cualquiera de las infracciones a la que se refiere el artículo 66 de la mencionada Ley. Dicha acta deberá contener una exposición sucinta de los hechos y del derecho, incluyendo la infracción con todas sus circunstancias, la cual deberá ser remitida a la Unidad competente del MENPET para que, sin perjuicio a lo dispuesto, se proceda a la imposición de la sanción a que hubiere lugar, mediante resolución que se dicte al efecto.

En los casos en que algún otro funcionario de la jurisdicción correspondiente sea quien detectare la infracción, deberá levantar el acta antes menciona, la cual deberá remitir, a la brevedad posible, a la Inspección Técnica de quien dependa, a fin de que éste la envíe a la Unidad competente del MENPET debidamente acompañada de un informe detallado acerca del asunto.

Los autores, coautores, cómplices, encubridores e instigadores de hechos violatorios de las disposiciones establecidas en la Ley y su Reglamento, responderán solidariamente por las infracciones en que incurrieren.

La cuantía de la sanción a que se refiere la Ley, se fijará atendiendo a la gravedad de la infracción, para lo cual se tendrá en cuenta:

- La modalidad y alcance de la conducta.
- La dimensión y los efectos que ella produzca.
- La participación que tenga el sujeto en el mercado.
- El tiempo de duración de la conducta.
- La reincidencia en la realización de las conductas prohibidas.

Además de las sanciones, del mismo modo como un permiso puede ser otorgado, también podrán ser revocados en los siguientes casos:

- Incumplimiento grave o reincidente de las condiciones previstas en los correspondientes permisos y de las disposiciones impartidas por el MENPET.
- Cuando se infrinjan las Normas Técnicas Aplicables y de seguridad que causen perjuicio a la seguridad a las personas y a los bienes.
- Cuando exista competencia desleal y que vaya en perjuicio de otras empresas que ejerzan la misma actividad y así sea declarado por el organismo competente.
- Cuando las empresas que se dediquen al ejercicio de las actividades objeto del permiso suministren al MENPET informaciones falsas.
- Cuando la actividad sea ejercida en perjuicio del usuario o consumidor.
- La quiebra, disolución o liquidación de las personas jurídicas que ejercen cualquiera de las actividades objeto del permiso.
- La interrupción en la prestación del servicio referido en el permiso, sin la autorización previa del MENPET.
- El cambio del objeto principal de la actividad económica de la persona jurídica que ejerce la actividad referida en el permiso, sin la autorización del MENPET.

- En los casos de venta, cesión o traspaso, por cualquier título de los activos esenciales que conforman las instalaciones referidas en los permisos sin la autorización del MENPET.
- El incumplimiento de las tarifas de transporte y distribución fijadas en las resoluciones del MENPET.
- Cuando no se hubieren iniciado las obras dentro del término de seis (6) meses consecutivos contados a partir de la fecha de otorgamiento del permiso o de la prórroga respectiva. Igual sanción tendrá la paralización de los trabajos de dicha obra durante un lapso de seis (6) meses acumulados si no hubiere mediado prórroga en los términos previstos en este reglamento.
- Por cualquier otra causa establecida expresamente en el respectivo permiso.
- Corregir la situación planteada.

2.2.3 **Riesgo** ^[9,10]

El riesgo es una medida de la desviación de un resultado esperado o deseado que afecta de manera adversa la ejecución de proyectos. En sentido económico, el riesgo indica las probabilidades que tiene un proyecto dado de no resultar rentable.

Debido a esto, el análisis de riesgo en la industria petrolera ha sido considerado una fase de estudio de mayor importancia en los últimos años, ya que el objetivo principal del negocio es producir mayor valor al menor costo posible.

2.2.3.1 Atributos del Riesgo

Se dice que existe riesgo, si se presentan los siguientes tres elementos: primero, la posibilidad de que algo suceda (el evento); segundo, que dicho evento contenga cierta incertidumbre (probabilidad de una pérdida o de una menor ganancia a la esperada en una inversión) y finalmente la espera de un resultado por una inversión. En este sentido los atributos esenciales del riesgo se pueden caracterizar de la siguiente manera:

✓ ***El evento***

Los posibles resultados que se pueden obtener en una situación particular.

✓ ***La probabilidad asociada al evento***

Es una medida que cuantifica la posibilidad de que ocurra un evento y debe estar sobre una escala de 0 a 1. De tal manera, el evento que se considera como imposible de ocurrir presenta un valor de cero; aquel evento que es seguro que ocurra tendrá un valor de uno, y el resto de los eventos le corresponde un valor entre 0 y 1.

✓ ***Impacto***

Este atributo se refiere al impacto que puede tener el riesgo, originado por la ocurrencia de un evento particular, sobre un proyecto de inversión. En general, los efectos del impacto se pueden relacionar con el costo asociado a la pérdida, a la calidad de lo obtenido y/o a la duración del efecto sobre el proyecto. Para todos los casos, el impacto se asocia fundamentalmente al costo.

2.2.3.2 Etapas de un Estudio de Riesgo ^[10, 11,12]

Un estudio de riesgo es un proceso cuantitativo o cualitativo que permite evaluar los riesgos que se pueden presentar a lo largo de la vida de un proyecto, con el propósito de lograr los objetivos propuestos en el mismo. Esto involucra una estimación de incertidumbre del riesgo y su impacto, lo que posteriormente permitirá a la empresa seleccionar el proyecto con mayor cantidad de ventajas, además de obtener estimaciones más reales de costo y de periodos de tiempo para la ejecución del proyecto. En un análisis de riesgo intervienen cuatro procesos que deben ser considerados, tal como se muestra en la figura 2.6:

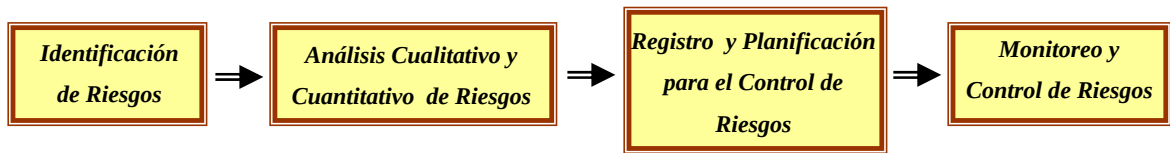


Figura 2.6 Etapas de un análisis de riesgo

✓ *Identificación de Riesgos*

La identificación de riesgos es el proceso a través del cual se pueden determinar los eventos que podrían dañar o mejorar potencialmente a un proyecto en particular con la finalidad de evitar incidentes inesperados. La identificación debe desarrollarse regularmente a lo largo del proyecto. Se cuenta con varias herramientas y técnicas para identificar riesgos. Los responsables del proyecto a menudo empiezan el proceso de identificación revisando la documentación, y la información reciente e histórica relacionada a la organización, y los supuestos que pueden afectar el proyecto, como por ejemplo: los componentes del proyecto (personal, infraestructura, equipos, entre otros), el desarrollo de varios proyectos al mismo tiempo, cambios organizacionales, parámetros externos e internos y demás factores que puedan ocasionar cambios no planificados.

✓ *Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Riesgos*

El estudio de la posibilidad de riesgo y el impacto potencial de los mismos si llegasen a ocurrir, vendrá de la experiencia y conocimiento de las partes interesadas en el proyecto. Generalmente, los expertos comienzan con un análisis cualitativo del riesgo cuyo fin es evaluar la probabilidad y el impacto de la identificación de los mismos, para determinar su magnitud y prioridad. Posteriormente, se realiza un análisis cuantitativo que exige la recolección de datos, la aplicación de técnicas cuantitativas, y técnicas de modelamiento.

Sin embargo, ambos procesos pueden ser aplicados por separado o en forma simultanea. En algunos proyectos, el equipo puede solamente ejecutar el análisis cualitativo. La naturaleza del proyecto y la disponibilidad de tiempo y dinero influyen en el tipo de técnica a utilizar. Los proyectos grandes y complejos que involucran tecnología de punta la mayoría de las veces requieren la aplicación de técnicas cuantitativas.

✓ *Registro y Planificación para el Control de Riesgos*

Una vez identificados y cuantificados los riesgos en el proyecto, es importante registrar sus características, entre las que destacan:

- Descripción del riesgo
- Posibilidad de que ocurra
- Impacto potencial del riesgo
- Responsable de velar por el riesgo
- Detalle de las acciones a tomar
- Identificación de algún mecanismo de alerta que indique que el riesgo esta apunto de ocurrir

- Detalles de un plan de contingencia

A partir de las características registradas se deben formular acciones para evitar o frenar el impacto de los riesgos, desarrollando estrategias que permitan cambiar dichas situaciones. En el estudio de riesgos se debe incluir:

- Transferencia del riesgo: se basa en asignar el riesgo a alguien que sea capaz de tratarlo lo más eficientemente posible.
- Reducción del riesgo: se basa en reducir la probabilidad de que el riesgo ocurra o su impacto.
- Aceptar el riesgo: se basa en aceptar las consecuencias que tiene la ocurrencia del evento de riesgo. Puede ser activa (ejemplo: poniendo en práctica un plan de contingencia) o pasiva (ejemplo: aceptando una ganancia menor si algunas actividades se desprograman).
- Evitar el riesgo: eliminando la posibilidad de que este ocurra (por ejemplo empleando tecnologías alternativas).

✓ **Monitoreo y Control de Riesgos**

El monitoreo y control de riesgos, involucra la ejecución de procesos que permitan la identificación de dichos riesgos, además de evaluar tanto la probabilidad de ocurrencia de los mismos como su impacto en el desarrollo de un proyecto. Ejecutar los procesos de administración de riesgo significa asegurar que el reconocimiento de los riesgos es una actividad permanente ejecutada por todos los miembros del equipo a lo largo de la vida del proyecto.

2.2.3.3 Técnicas utilizadas para la evaluación, análisis y control del riesgo.^[13]

Son numerosas y sofisticadas las herramientas que permiten comprender, evaluar y mitigar los riesgos e incertidumbres asociados a las operaciones de la industria petrolera. Sin embargo, dichas técnicas no se utilizan al máximo de su potencial, debido a que las grandes compañías, se basan usualmente en la intuición y experiencia en lugar de recurrir a la ciencia a la hora de evaluar oportunidades de inversión o decidir la disposición de fondos en determinados proyectos. Por tanto, la construcción de modelos, es decir, la representación de la realidad mediante conceptos, variables y procesos que describan relaciones, asociaciones o dependencias entre ellas, juega un papel fundamental en la planificación y ejecución de proyectos.

Entre las herramientas de mayor uso en la actualidad, @Risk para Microsoft Excel es considerada una de las mejores opciones en el mercado para el análisis de operaciones económicas y situaciones técnicas afectadas por el factor riesgo, ya que con el uso de ésta herramienta informática se podrá incluir la incertidumbre presente en las estimaciones para generar resultados que mostrarán todos los valores posibles, lo cual resulta ser una limitante para la tradicional hoja de Excel, que representa un modelo estándar donde los análisis combinaban las estimaciones de un solo “punto” de las variables de un modelo para predecir un solo resultado.

2.2.3.3.1 Características de @Risk para Microsoft Excel^[13]

@Risk utiliza una técnica denominada “simulación” para combinar todos los factores inciertos identificados en la situación que se desea modelar, descartando la necesidad de reducir a un solo número todo lo que se conoce de una determinada variable, es decir, rango completo y ciertas medidas de probabilidad de cada valor posible. Esta herramienta informática utiliza toda esta información, junto con el modelo de Excel,

para analizar todos los resultados posibles al mismo tiempo. Por lo tanto, con el uso de éste sistema se podrá configurar, ejecutar y analizar los resultados del análisis de riesgo a través de representaciones gráficas fáciles de comprender.

✓ **Antecedentes** ^[12]

La primera técnica cuantitativa utilizada en el área de análisis de riesgo relacionada con los tiempos o plazos del proyecto fue el diagrama de Gantt, desarrollada por Henry Gantt en 1917. La técnica proporciona un resumen gráfico del progreso de un listado de actividades que son mostradas verticalmente, representando el inicio y la duración de cada actividad por una línea horizontal a lo largo de una escala de tiempo, tal como se muestra en la Figura 2.7. De esta manera se muestra el inicio de cada tarea y el estatus actual de su ejecución. Sin embargo, el diagrama de Gantt tiene una limitación para el estudio de proyectos complejos, ya que no muestra la interrelación entre las actividades.

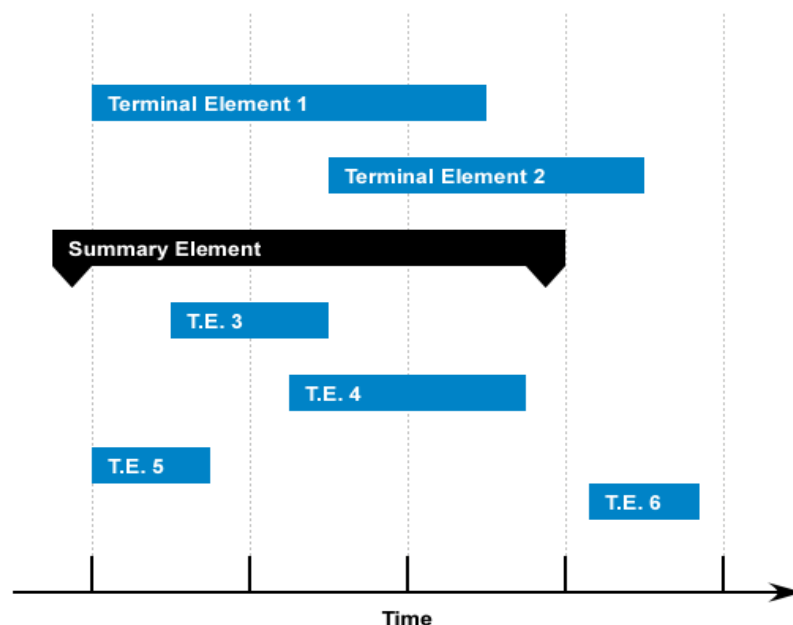


Figura 2.7 Diagrama de Gantt ^[14]

Ante esta limitación, y en la búsqueda de nuevas herramientas, a mediados de los años 1950, la Oficina de Proyectos Especiales Polaris desarrolló la Técnica de Evaluación de Programas, (PERT, siglas en inglés). La base del PERT fue un detallado diagrama de todas las tareas anticipadas en un proyecto, organizadas en una red, la cual representa la dependencia de cada tarea con relación a aquellas tareas que las preceden. Además, los planificadores estimarían o asumirían una distribución de probabilidades para el tiempo, que tomaría realizar cada una de las tareas. Para cada estimación del tiempo se tenía que proponer tres escenarios: pesimista, optimista, y el más probable.

Por otro lado, en los mismos años 1950, Du Pont desarrolló una nueva técnica de planificación y análisis de riesgo (CPM, siglas en inglés). Esta técnica también utiliza la representación de una red, pero inicialmente no utilizaba distribuciones de probabilidades para determinar la duración o el plazo de las tareas. Con el avance de las capacidades de las computadoras, la técnica CPM fue mejorada utilizando el método de simulación de Monte Carlo. De esta manera la estimación de los tiempos o plazo de cada tarea aplicando la técnica de Monte Carlo dio lugar a la técnica CPM estocástica, la cual es ahora la metodología preferida para evaluar el riesgo en la estimación del tiempo de un proyecto.

Al igual que la técnica CPM, se han creado otras herramientas que se basan en la simulación de Monte Carlo para cuantificar incertidumbre asociada a procesos de planificación de proyectos, entre las cuales se encuentra @Risk para Microsoft Excel.

✓ ***Funciones de @Risk para Microsoft Excel*** ^[13]

@Risk incorpora una serie de funciones nuevas a las funciones de Excel, cada una de las cuales permite especificar un tipo de distribución diferente para los valores de una celda. Las funciones de distribución se pueden añadir a tantas celdas y fórmulas como desee en una hoja de cálculo, y pueden incluir argumentos que hacen referencia a

otras celdas o expresiones, lo cual permite hacer especificaciones de incertidumbre extremadamente sofisticadas. Para ayudarle a asignar distribuciones a los valores inciertos, la herramienta cuenta con una ventana gráfica en la que puede ver las distribuciones y añadirlas a las fórmulas.

Las distribuciones de probabilidad que se ofrecen con @Risk permiten la especificación de casi cualquier tipo de incertidumbre en los valores de una celda de la hoja de cálculo. Las funciones de distribución sólo son invocadas durante una simulación, lo mismo que ocurre en Excel antes de incorporar la herramienta.

Todas las distribuciones se pueden truncar para que sólo se contemplen muestras de un rango determinado de valores de esa distribución. Además, muchas de las distribuciones también pueden usar parámetros de percentil alternativos. Esto permite especificar valores de localizaciones específicos de percentiles de una distribución de entrada en lugar de los argumentos tradicionales utilizados por la distribución.

Los resultados de las distribuciones de salida de las simulaciones de @Risk se pueden presentar en gráficos de alta resolución. Los histogramas, las curvas acumulativas y los gráficos de resumen de rangos de celdas convierten este programa en una poderosa herramienta para la presentación de resultados. Además, todos estos gráficos se pueden abrir en Excel para modificarlos o imprimirlos. Una sola simulación puede generar un número ilimitado de distribuciones de salida, lo cual permite el análisis de cualquier hoja de cálculo, incluyendo las más complicadas y extensas.

Debido a la importancia de la Simulación de Monte Carlo, para el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado, se realizaron investigaciones sobre la aplicación de dicha técnica, cuyo resumen y detalles se muestran a continuación:

✓ **Modelos Estocásticos/Simulación de Monte Carlo** ^[9,15]

Hoy en día la simulación es ampliamente aceptada tanto en el ámbito académico como en el mundo de los negocios, para predecir, explicar, entrenar y ayudar a identificar soluciones óptimas.

Ciertas herramientas de simulación brindan sustanciales mejoras en cuanto a riqueza y profundidad de análisis a la hora de evaluar una situación de incertidumbre. No sólo permiten obtener un análisis y comprensión más completo de la situación y del riesgo involucrado sino que también se superan algunas limitaciones propias de lo que llamaremos “enfoque tradicional” en el cual no se utilizan estas herramientas. Como ejemplo podemos mencionar el hecho de que en el mejor de los casos, bajo el enfoque tradicional, se puede obtener una idea sobre el rango de valores que puede tomar una determinada variable aleatoria que se desee estudiar pero sin considerar la probabilidad de ocurrencia de cada uno de esos valores, es decir, no se llega a describir el comportamiento de dicha variable en términos de una distribución de probabilidad (al menos de un modo riguroso).

Existen dos aspectos que son clave para la aplicación exitosa de la simulación, el primero de ellos radica en identificar cuales son las distribuciones de probabilidad adecuadas que deben utilizarse para simular cada una de las variables aleatorias de un modelo y el segundo consiste en definir adecuadamente las interdependencias que describen el comportamiento esperado de dichas variables, esto último se realiza a través de un análisis y definición de las covarianzas y correlaciones entre las variables.

Una de las aplicaciones con mayor aceptación en la actualidad, es el modelo de *Simulación de Monte Carlo*, ya que considera el riesgo y la incertidumbre como factores integrales en los cálculos y no como factores secundarios, además de tener una importancia particular que es la incorporación del concepto de probabilidad, lo

que permite que dicha aplicación pueda funcionar como una técnica estadística que responde a diversas preguntas mediante la generación de rangos asociados a los posibles resultados. Este método, basado en la *Ley de los Grandes Números* (Ver Anexo 2) consiste en muestrear aleatoriamente a la función de densidad probabilística de las variables de interés para obtener los valores requeridos en el cálculo o análisis dado.

La habilidad de generar una cadena de números aleatorios que sea reproducible posteriormente es crucial para el éxito de la simulación. Es de hacer notar que, una secuencia de números aleatorios posee tres propiedades importantes: Primero, todos los números se distribuyen uniformemente entre 0 y 1. Segundo, los números en la secuencia no tienen correlación serial; y finalmente la secuencia de números aleatorios tiene un ciclo largo, es decir, que existen suficientes números en la secuencia antes de que algunos se repitan nuevamente. Si estas propiedades no se cumplen, la simulación puede estar sesgada y arrojar resultados erróneos.

Entre los usos más comunes de la simulación de Monte Carlo en la industria petrolera, está la valoración de las reservas recuperables de un yacimiento, pronosticando las corrientes de la producción y las ganancias para un pozo o un campo en estudio, la evaluación de una perspectiva del proyecto de inyección de agua y la comparación de los valores actuales netos de inversiones alternativas. En cada caso, el usuario debe describir las distribuciones estadísticas para los parámetros de entrada, es decir, trazar una curva que describa la probabilidad de que ocurra un valor determinado, para cada variable ingresada. Seleccionar estas distribuciones es a menudo el aspecto más complejo de la simulación.

En una simulación de Monte Carlo, cada uno de los datos se muestrean en forma arbitraria y los valores individuales se multiplican entre sí (procedimiento conocido como una “prueba”). Este muestreo arbitrario de cada distribución de datos ingresados arroja un valor de salida como resultado. Así, la simulación es una

sucesión de centenares o de millares de pruebas, durante los cuales se almacenan los valores de la salida. Con tantas pruebas, la simulación tomará los resultados más posibles de cada distribución, en lugar de los extremos, porque existen más ejemplos dentro de ese rango. Como respuesta final se obtiene una nueva distribución y dichos valores de la salida se agrupan en un histograma o una función de distribución acumulativa.

En un mundo ideal, las curvas de distribución individual se deberían basar en muchas mediciones. Pero, en la práctica, a menudo existe un mínimo de datos disponibles. Los expertos en las distintas disciplinas aportan su experiencia y principios fundamentales, y sugieren la forma de la curva que concuerda con la limitada cantidad de datos disponibles. Sin embargo, la data histórica del campo en estudio podría insinuar el tipo de distribución y los parámetros necesarios para describirla.

La forma de las distribuciones que se muestran en la Figura 2.8, puede variar en una gran proporción, y la habilidad del geólogo o del ingeniero, reside en decidir cual de las curvas es la que mejor describe la situación que se esta examinando. Una distribución triangular, por ejemplo, se podría elegir para la porosidad si los expertos pudieran asegurar que conocen los valores de porosidad mínima, máxima y más probable. Una distribución lognormal, podría parecer mas apropiado para el volumen total de la roca (GRV, por sus siglas en ingles), lo cual indicaría que los expertos consideran que el rango es mayor para los valores altos que para los valores bajos.

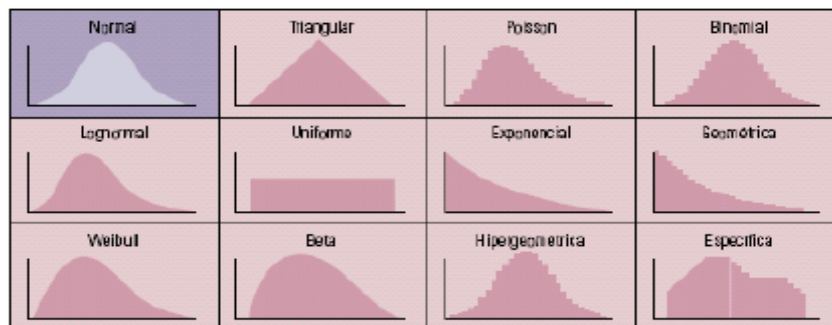


Figura 2.8 Curvas de distribución ^[9]

Finalmente, la simulación de Monte Carlo es una alternativa para la estimación puntual (determinista) y para los tres posibles escenarios que se pueden presentar en un caso de estudio: lo menos probable, lo más probable y lo óptimo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos de este Trabajo Especial de Grado, se elaboró una metodología de investigación de un número definido de etapas que permitieron sistematizar las técnicas y los métodos utilizados en la búsqueda de estrategias para la optimización de los procesos de planificación y ejecución de proyectos de perforación, las cuales pueden ser representadas en orden secuencial, según el esquema que se muestra en la Figura 3.1:

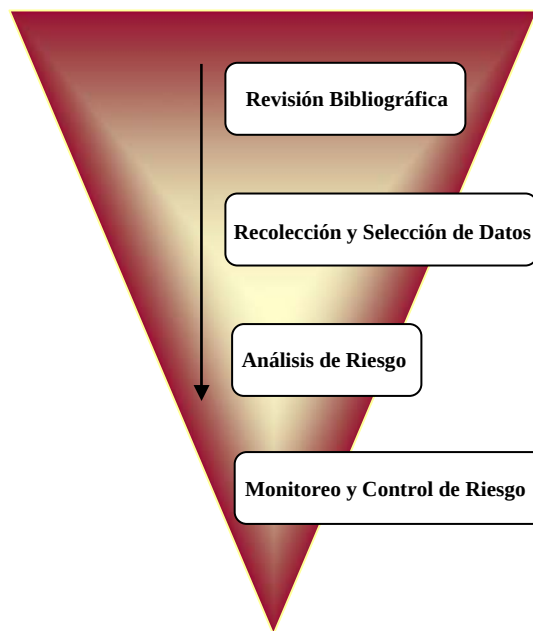


Figura 3.1: Esquema Metodológico

3.1 Revisión Bibliográfica

Como primera fase del estudio, se llevo a cabo la búsqueda y la recopilación de información relacionada con los objetivos de este Trabajo Especial de Grado, lo cual sirvió como base del enfoque teórico desarrollados en el mismo.

Para facilitar la investigación fue necesaria la consulta de distintas fuentes de material de carácter bibliográfico, abarcando los siguientes aspectos:

3.1.1 Bases Legales/Ordenamiento Jurídico

Se consultaron las diferentes Leyes relacionadas con las actividades primarias de la Industria Petrolera, entre ellas, la Ley Orgánica de Hidrocarburos y su Reglamento con la finalidad de extraer los artículos relacionados y requisitos más importantes del Estado para el desarrollo de las actividades de perforación. Además de esta Ley, se consultaron otras como la Ley Orgánica para la Planificación y Gestión de la Ordenación del Territorio, Ley Orgánica del Ambiente y la Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos y su Reglamento, debido a que estas intervienen en el desarrollo de las operaciones.

3.1.2 Trabajos realizados sobre Análisis de Riesgo en las Operaciones de la Industria Petrolera

Para el desarrollo de esta sección, se consultaron diversos artículos técnicos seleccionados a través de la página oficial de la Sociedad de Ingenieros de Petróleo (SPE, siglas en inglés). Asimismo, se revisaron algunos trabajos especiales de grado realizados en la Universidad Central de Venezuela e investigaciones publicadas en Internet; todas estas consultas fueron enfocadas en la búsqueda de técnicas de análisis de riesgo con menor grado de incertidumbre para evaluar el comportamiento de la información reciente e histórica en el tiempo. Además, se realizaron diversas

consultas de material bibliográfico sobre conceptos estadísticos como Probabilidad y su importancia particular en los estudios de Análisis de Riesgo. Finalmente, se establecieron las pautas de la investigación y los tópicos que deben ser referidos para poder comprender la problemática del estudio.

3.2 Recolección y Selección de Datos

El objetivo principal de esta etapa, fue la búsqueda y la selección de datos de interés que permitan identificar los factores que afectan el desenvolvimiento de las actividades que forman parte del proceso de permisología para la planificación y ejecución de proyectos de perforación. Además de los riesgos a los cuales dichas actividades se exponen frecuentemente.

3.2.1 Estado del Arte de los Requerimientos Legales

Esta etapa consistió en el análisis de los artículos más importantes de las bases legales que rigen las actividades primarias de la industria petrolera, con la finalidad de identificar cada uno de los requerimientos del Estado, además de evaluar el marco metodológico utilizado por la empresa operadora para cumplir con cada uno de ellos.

Es importante destacar que dentro de los lineamientos básicos de la industria, se encuentran diversos procesos que deben ser aprobados por el Estado. Sin embargo para el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado dichos requerimientos legales fueron clasificados considerando principalmente aquellos cuyo riesgo asociado generen un mayor impacto en la continuidad de las operaciones, con la finalidad de poder orientar la investigación en la identificación de factores de riesgos de mayor potencia.

En la tabla 3.1, se muestran los requerimientos legales de mayor importancia, clasificados según las fases en las que se divide el proceso de ejecución de proyectos de la empresa.

Tabla 3.1 Clasificación de los Requerimientos Legales según las Fases del proceso de ejecución de Proyectos de SINCOR (Petrocedño)

Fases de la Secuencia de Perforación	Requerimientos Legales
Construcción de la Macolla	1.- Autorización para la Ocupación de Territorio (AOT). 2.- Autorización para la Afectación de los Recursos Naturales (AARN). 3.- Solicitud para la Construcción de Macollas.
Perforación	1.- Solicitud y Justificación Técnica de Pozos Observadores. 2.- Solicitud de Autorización para Pruebas de Pozos Observadores. 3.- Solicitud y Justificación Técnica de Pozos Estratigráficos. 4.- Solicitud y Justificación Técnica de Hoyos Superficiales. 5.- Solicitud y Justificación Técnica de Hoyos Intermedios/Horizontales. 6.- Diarios/Semanales de Perforación para Pozos Observadores. 7.- Informe Final de Perforación. 8.- Completación Mecánica del Pozo. 9.- Autorización de Abandono, Suspensión o Reactivación de Pozos.
Completación Mecánica y Facilidades de Superficie	1.- Solicitud de Aprobación de la Completación Original de Pozo. 2.- Solicitud para la Construcción de Facilidades de Superficie. 3.- Solicitud para Construcción, Reemplazo e Instalación de Equipos: red de tuberías, tanques, plantas, equipos mayores, instrumentos. 4.- Solicitud para la realización de las Pruebas Hidrostáticas. 5.- Limpieza del Pozo.
Pruebas de Producción	1.- Pruebas Oficiales.

3.2.2 Análisis del comportamiento de la información reciente e histórica de la empresa.

Una vez identificadas las actividades de mayor importancia en el proceso de permisología de los proyectos planificados por la empresa operadora, fueron consultadas las diferentes fuentes de datos y controles de la empresa con la finalidad de poder reconocer parámetros que pudieran estar influyendo en las frecuentes interrupciones de la secuencia de perforación o en fuertes desequilibrios del proceso legal reglamentario, que requirieron un mayor esfuerzo por parte del personal del Departamento de Relaciones Técnicas para evitar retrasos o en un caso extremo la suspensión de las actividades primarias.

Es importante resaltar, que aunque no fue posible el acceso a toda la información, debido principalmente a la confidencialidad en los datos y a la falta de actualización de los mismos en los controles correspondientes, los datos utilizados para el desarrollo del presente estudio se consideran suficientes para lograr una análisis adecuado del riesgo que presentan los requerimientos legales sobre las operaciones de la empresa.

3.2.3 Identificación de Factores de Riesgo

Existen diversos factores que pueden afectar la continuidad de las actividades operacionales planificadas por la empresa, sin embargo para el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado se tomaron en cuenta aquellos con mayor frecuencia y por ende con una mayor probabilidad de ocurrir.

Una de las causas de retraso de mayor impacto en los procesos de planificación y ejecución de proyectos de perforación, es el incumplimiento de los requerimientos legales que deben ser sometidos ante el MENPET. Es por ello, que para poder optimizar el tiempo establecido para el desarrollo de los proyectos de perforación, se

debe hacer énfasis en la búsqueda de los factores o parámetros que provocan las faltas con las exigencias del estado. Para esto, se debe considerar el tiempo destinado para la realización de cada actividad que forma parte de la permisología de los proyectos de perforación, los componentes que intervienen directamente en los proyectos, es decir, disponibilidad y capacidad del personal, construcción de infraestructuras, disponibilidad de equipos, contratos con las empresas suplidoras de servicio, entre otros; además de otros factores que no dependen de la empresa pero que afectan directamente el desarrollo de la misma, entre ellos se puede mencionar el precio del petróleo, inconvenientes en la comunidad de trabajo y factores políticos.

Para facilitar el estudio y la evaluación de los factores que inducen al riesgo de las operaciones de la empresa, dichos parámetros fueron divididos en dos grupos:

✓ ***Factores internos***

Los elementos considerados en este grupo, son aquellos parámetros que dependen del buen aprovechamiento de los activos de la empresa y que influyen directamente sobre el desempeño de la misma y del éxito de sus proyectos.

✓ ***Factores externos:***

Para la formación de este grupo, se seleccionaron aquellos factores que a pesar de no depender de los activos de la empresa pueden influir en un porcentaje considerable en el buen desenvolvimiento de la misma. El estudio de este tipo de parámetros fue generalizado ya que por razones de tiempo fue imposible el análisis de cada uno de ellos.

Los factores o riesgos descritos anteriormente pueden no tener el mismo impacto en la continuidad de la secuencia de perforación, siendo algunos más relevantes que otros. Debido a esto, surgió la necesidad de ponderar y priorizar la presencia de los

mismos, lo cual se puede realizar a través de un análisis cualitativo y cuantitativo de dichos riesgos.

Es necesario resaltar, que no solo se detectaron parámetros influyentes en los proyectos de perforación de la empresa, sino que también se estudiaron las posibles causas de fallas o retrasos en las actividades previas o posteriores a la fase de perforación. Esto con la finalidad, de verificar si las causas de su retraso eran consecuencia de las fallas en los proyectos de perforación o en caso contrario, si eran las causas de estos proyectos las que provocaban desequilibrios en esta fase.

3.3 Análisis de Riesgo

En el desarrollo de ésta etapa, se clasificaron cada uno de los eventos que afectaron los proyectos de la empresa en los últimos años, según su impacto en los procesos de planificación y ejecución de dichos proyectos, con la finalidad de poder establecer los riesgos de mayor potencia y con mayor probabilidad de ocurrir y por ende poder establecer las estrategias pertinentes para el control de la presencia de los mismos en futuros proyectos.

Para poder realizar el estudio de riesgo, se debieron llevar a cabo las siguientes actividades:

3.3.1 Análisis Estadístico

Una vez determinada la presencia de eventos riesgosos, se comprobó la frecuencia con la cual estos se presentaban en los procesos de planificación y ejecución de proyectos de la empresa, con el objetivo principal de poder valorizar la probabilidad de ocurrencia de dichos factores. Para ello, se utilizó el concepto clásico de probabilidad que viene dado por:

$$P(x) = \frac{n}{n_T} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

n = Número de veces que sucedió el evento, adimensional.

n_T = Número total de casos, adimensional.

3.3.2 *Análisis Cualitativo del Riesgo*

Esta etapa se realizó con la finalidad de priorizar los riesgos encontrados, evaluando la probabilidad de ocurrencia y el impacto ocasionado por dichos riesgos. Inicialmente, se utilizó la siguiente ecuación para determinar el riesgo asociado a los requerimientos legales en estudio.

$$\text{Riesgo} = P(x) \times \text{impacto} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

P(x) = Probabilidad de ocurrencia del evento.

Impacto = consecuencias generadas por la presencia del elemento (en este caso, el impacto esta representado por los días de retrasos ocasionados por la presencia de factores ajenos al proceso).

Posteriormente, se establecieron las causas de riesgo de mayor impacto utilizando como base el principio de Pareto (Ver Anexo 3), con la finalidad de orientar las estrategias de los especialistas a dar solución a las causas que ocasionan la mayoría de los retrasos de la empresa con el MENPET.

3.3.3 Análisis Cuantitativo del Riesgo

Esta fase del estudio tuvo como objetivo, el poder analizar numéricamente el efecto de los riesgos presentes en el desarrollo de proyectos de SINCOR (Petrocedeno). Para ello, se utilizó la herramienta informática llamada @Risk que se basa en las simulaciones de Monte Carlo.

Una de los requerimientos iniciales para el uso de la herramienta, es la definición de una función objetivo, que relacione las variables de entrada que desean ser estudiadas. Dichas variables deben ser representadas por distribuciones probabilísticas. Por lo cual, fue necesario la graficación de la probabilidad de ocurrencia de cada una de las causas de riesgo en función de la frecuencia con la cual estas se presentan.

Debido a que las variables de entrada son consideradas variables aleatorias discretas (Ver Anexo 4), la distribución de probabilidad obtenida del paso anterior, se compara con las distribuciones de probabilidad para variables aleatorias discretas, entre ellas la distribución de Poisson (Ver Anexo 5).

3.3.3.1 Datos para la construcción del Modelo de Simulación

Para dar comienzo a la simulación de Monte Carlo, fue necesario crear una función objetivo que tomara en cuenta la interdependencia entre las variables, tal como fue mencionado anteriormente. Para esto, se utilizó la frecuencia con la cual se presentaban los retrasos de los requerimientos legales, los días de retraso y la pérdida monetaria por día, todas estas se definieron como variables de entrada, en donde la primera fue representada a través de la función de distribución de probabilidad correspondiente y las demás se mantuvieron constantes. La variable de salida obtenida de la simulación para cada uno de los riesgos identificados, viene dada por:

$$Perdidas_{(RiesgoX)} = P_{(RiesgoX)} \times \text{Im pacto} \times \text{Perdidas / día} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

$P_{(Riesgos)}$ = Probabilidad de ocurrencia del Riesgo X, adimensional.

Impacto = Días de Retraso, ocasionados por la presencia del Riesgo X, días.

Pérdidas/día = Pérdidas monetarias por día, ocasionadas por el Riesgo X, Bs./día.

Debido a que se desea estudiar el comportamiento a futuro de los procesos de planificación y ejecución de proyectos de la empresa, se aumentó la desviación estándar de la distribución probabilística utilizada en las variables de entrada, una unidad por cada periodo (valor que aumentaría en el mejor de los casos) para un total de cinco periodos, ya que dicho parámetro controla la posible variación del valor en el tiempo.

Posteriormente, se determinaron las pérdidas totales para cada periodo a través de la siguiente relación:

$$Perdidas_{Totales} = \sum_{x=1}^n Perdidas_{(RiesgoX)} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

$Pérdidas_{(Riesgo X)}$ = Representa las pérdidas monetarias de cada uno de los riesgos identificados, Bs.

3.3.3.2 Familiarización con la herramienta de simulación

Esta etapa consistió en la identificación de las principales secciones de la herramienta de simulación @Risk usada en este Trabajo Especial de Grado.

@Risk para Microsoft Excel cuenta con una ventana modelo (Ver Anexo 6), en la cual se activaron los subprogramas que permitieron establecer la función objetivo necesaria para iniciar la simulación. A través del uso de la barra de herramientas incorporada en la Hoja de Calculo de Excel, con la instalación de @Risk, fue posible la introducción de todos los datos en los principales módulos que se presentan a continuación:

- **Risk view:** en esta sección se pudo asignar una distribución de probabilidad a cada una de las variables de entrada.
- **Risk Output:** se utilizó para identificar las celdas de salida seleccionadas en la hoja de cálculo.

De igual forma, la herramienta cuenta con funciones que permiten visualizar los resultados de una manera práctica y sencilla. Inicialmente, se genera una ventana de resultados (Ver Anexo 6), donde se puede visualizar rápidamente algunos parámetros, tales como la media y la desviación estándar generadas aleatoriamente en cada iteración. Sin embargo, para detallar los resultados de las simulaciones se cuenta con el siguiente módulo:

- **Risk Resultados:** este modulo del programa permitió visualizar los resultados de la simulación de una forma detallada, a través de una hoja de cálculo de Excel.

3.3.3.3 Simulación de Monte Carlo

Seguidamente, se iniciaron las simulaciones de 100 iteraciones cada una, las cuales permitieron la creación de escenarios que representaban el comportamiento a futuro del desarrollo de las actividades primarias de la operadora. Con el análisis de estos escenarios, se pudo determinar el impacto ocasionado por cada una de las causas de retraso, lo cual permitirá a los especialistas identificar rápidamente los riesgos de mayor impacto en el proceso de permisología.

3.4 Monitoreo y Control de Riesgo

En ésta etapa se establecieron diversas estrategias que permitirán mejorar la planificación del proceso de perforación y por ende evitar o disminuir eventos inesperados en la ejecución de los mismos. Para lograrlo, se construyeron diversas matrices de riesgo e impacto, que permitieran a la empresa visualizar los riesgos asociados a los requerimientos legales y el impacto de los mismos en el proceso de permisología de los proyectos de perforación.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Proceso de Jerarquización de Riesgos

Basándose en el Principio de Pareto, se consideró el 20% de las causas que impactan en una forma notable el proceso de permisología en la segunda campaña de perforación de SINCOR, en aras de simplificar la metodología y de buscar las soluciones pertinentes para evitar la mayoría de los retrasos con el MENPET. Dichas causas pueden ser observadas en la Tabla 4.1, en donde se puede notar que estas son frecuentes en la fase de Construcción de la Plataforma, en la Perforación de Hoyos Superficiales, Intermedios y Horizontales y en los Reportes de Rutina entregados al ente regulador. El resto de los riesgos identificados en este Trabajo Especial de Grado se muestran en el Anexo 7.

Tabla 4.1 Riesgos de Mayor Impacto en la ejecución de Proyectos de SINCOR

Riesgo	Causas de Retraso de mayor Impacto en la ejecución de Proyectos de SINCOR	Frecuencia
1	Retrasos en la tramitación de los permisos necesarios para la construcción de la plataforma	5
2	Retrasos en la elaboración de la Memoria Descriptiva de la Solicitud y Justificación Técnica para perforar Hoyos Superficiales	46
3	Cambios de datos esenciales (coordenadas, mapas topográficos, trayectorias) en la Solicitud y Justificación Técnica para perforar Hoyos Superficiales	35
4	Cambios en datos esenciales después de la aprobación del MENPET de la Solicitud y Justificación Técnica para perforar Hoyos Intermedios/Horizontales	38
5	Discrepancia en la Información	22
6	Eventos extraordinarios en la perforación de los pozos (por ejemplo: huelga en la comunidad)	16
7	Retrasos en el suministro de información, necesaria para la elaboración de reportes de rutina	56

A pesar de que el valor de frecuencia más alto lo representa el incumplimiento en la entrega de información necesaria para la elaboración de Reportes de Rutina, por parte de las disciplinas que participan para alcanzar los objetivos planteados por la empresa, esta causa no ha limitado al proceso de una forma directa. Sin embargo, el Ministerio lo ha tomado como un punto negativo y no permite procesar ninguna de las propuestas de perforación hasta no haber recibido los Reportes Finales de Perforación, la Completación Mecánica, entre otros reportes que forman parte de esta categoría, por lo que los primeros pozos de una campaña de perforación no necesariamente presentaran problemas de permisología por esta causa, pero los pozos a perforar 30 días después de haber finalizado los pozos anteriores, presentan problemas con las autorizaciones del MENPET.

La segunda causa de mayor impacto son los retrasos en la entrega de la propuesta de perforación de los Hoyos Superficiales, ya que estos deben someterse 70 días antes aproximadamente de la fecha de perforación de dichos hoyos. Esto se debe, principalmente a las incertidumbres geológicas y al diseño de las macollas, además de la estrategia de taladro, ya que después de haber construido un número determinado de fosas en una macolla, se observa que se encuentran en una posición que podría generar posibles colisiones al ubicar los hoyos horizontales, lo cual provoca cambios en el modelo geológico y por ende en las trayectorias y coordenadas propuestas en solicitudes ya aprobadas por el Ministerio.

La tercera, la cuarta y la quinta causa, son ocasionadas por factores similares a la segunda, ya que mientras que el permiso se esta tramitando, la perforación continúa y el modelo de yacimiento se va mejorando, lo que impone ajustes en las trayectorias, coordenadas y azimut de los pozos, entre otros parámetros. Por lo tanto, es necesario introducir mejoras en las propuestas de perforación, ya que estos cambios son producto del manejo de incertidumbre del modelo geológico propuesto inicialmente.

En la sexta y en la séptima causa, se puede observar la influencia de factores externos dentro de las actividades internas de la empresa, debido a que las mismas obedecen principalmente a retrasos en la continuidad de las operaciones por la falta de aprobación de permisos tanto del MINAMB como del MENPET, lo cual es consecuencia de la carga de trabajo de ambos entes gubernamentales y de la falta de coordinación de estos con la empresa. Además de los factores descritos anteriormente, existen otros que han provocado cambios, retrasos y hasta la paralización de las actividades, como lo son los problemas con la contratación de cuadrillas, de empresas suplidoras de servicios y las condiciones ambientales.

4.2 Análisis del Comportamiento de los Riesgos asociados a los Procesos de Planificación y Ejecución de Proyectos de SINCOR (Petrocedeño).

4.2.1 Definición de las Variables de Entrada utilizadas en la Simulación de Monte Carlo

Desde la Figura 4.1 hasta la Figura 4.7, se demuestra que las curvas obtenidas al graficar la distribución de probabilidad de cada uno de los riesgos encontrados, son muy similares al patrón establecido en la distribución de Poisson. Por tal razón, la varianza y la desviación estándar de las distribuciones probabilísticas de dichos riesgos que serán utilizadas en la simulación de Monte Carlo, se determinaron utilizando los principios de Poisson.

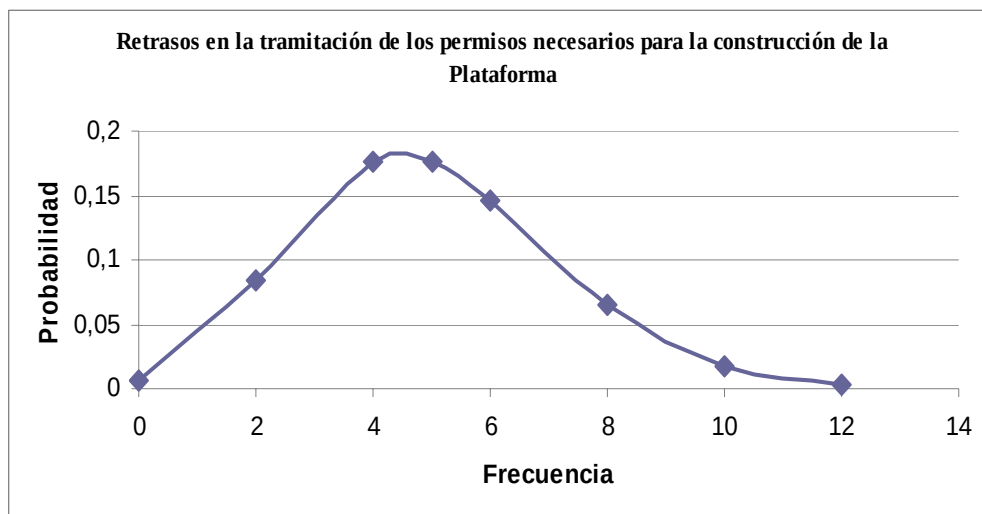


Figura 4.1 Distribución de Probabilidad del Riesgo 1

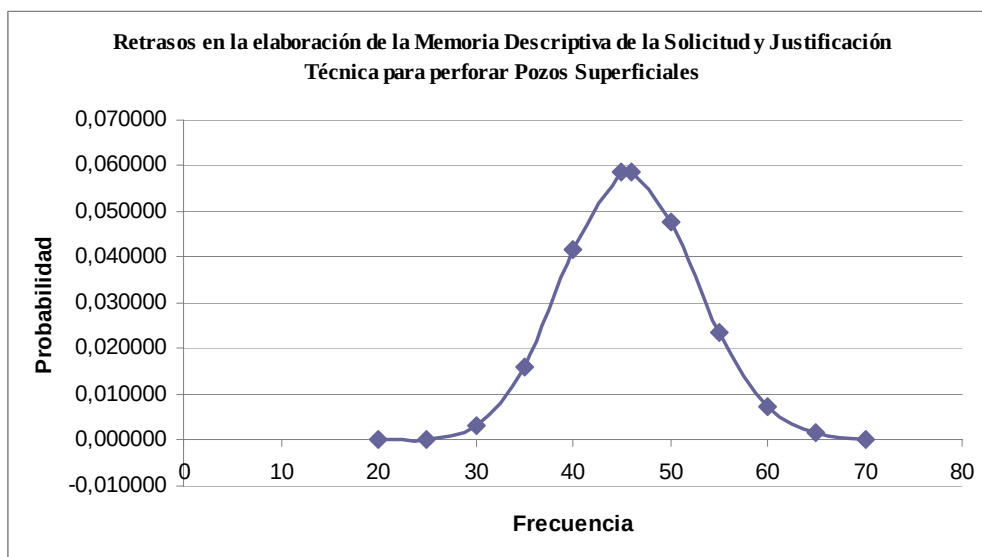


Figura 4.2 Distribución de Probabilidad del Riesgo 2

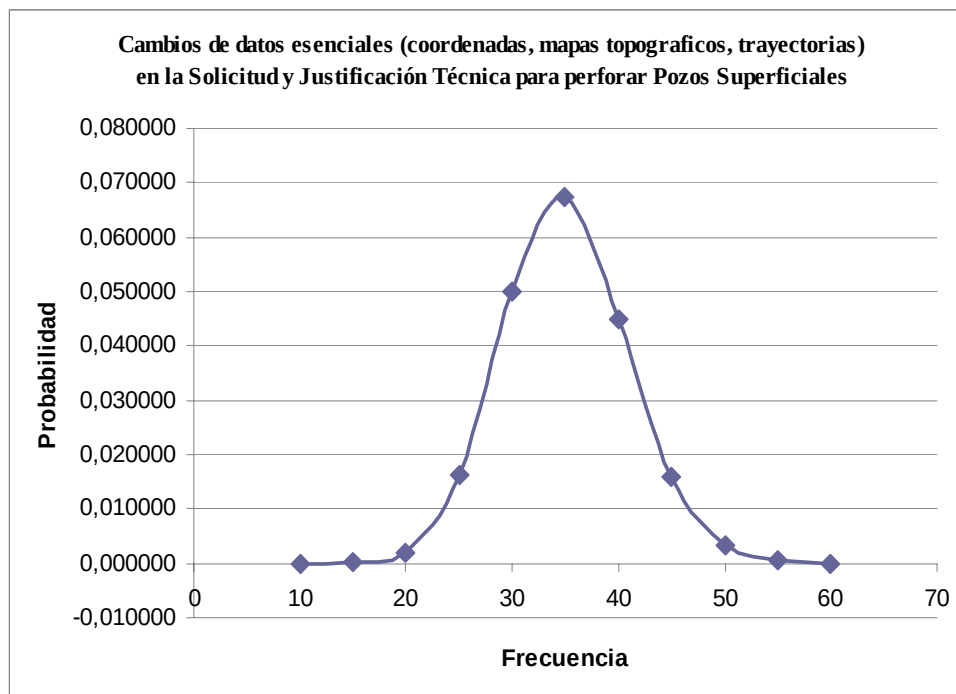


Figura 4.3 Distribución de Probabilidad del Riesgo 3

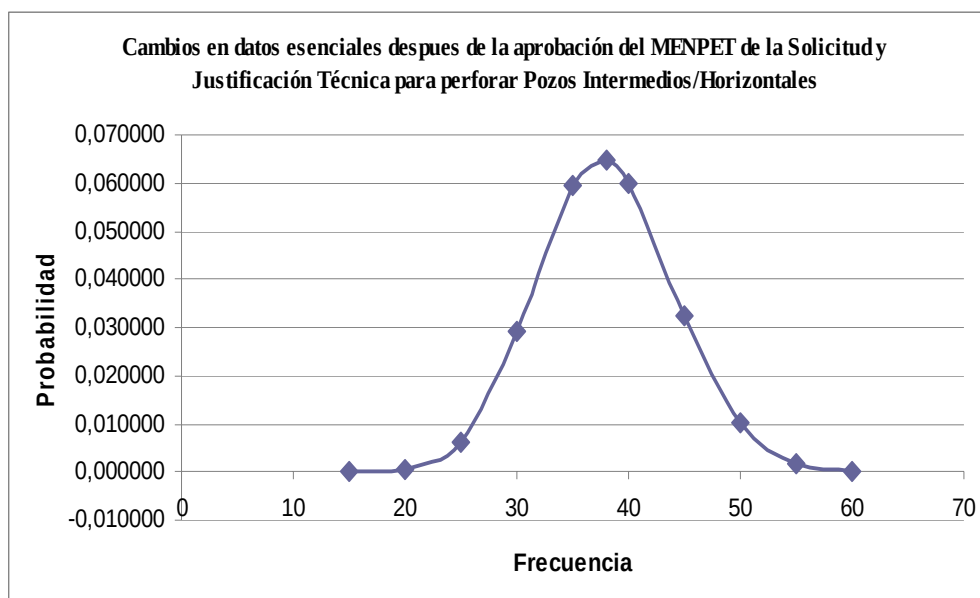


Figura 4.4 Distribución de Probabilidad del Riesgo 4

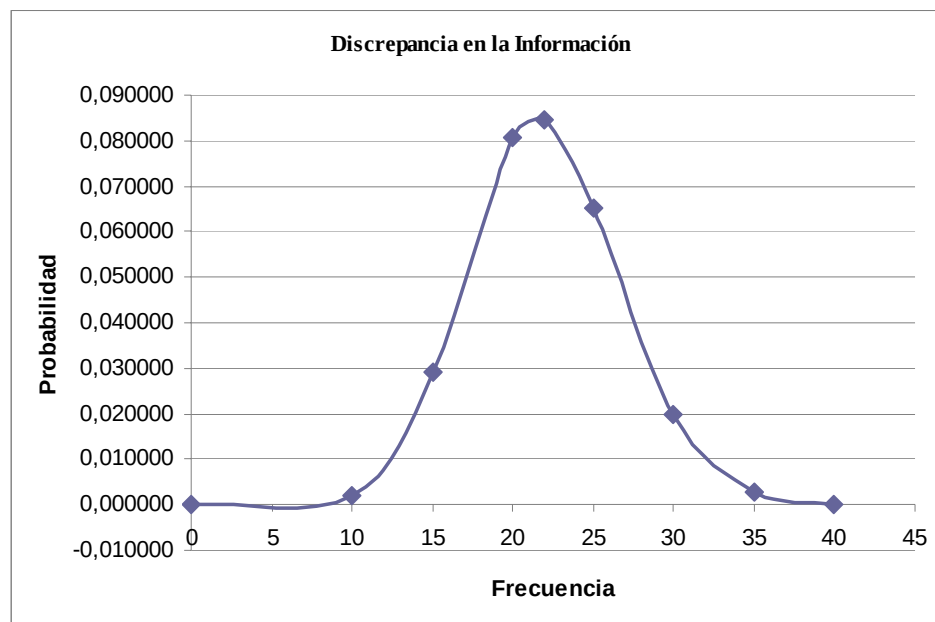


Figura 4.5 Distribución de Probabilidad del Riesgo 5

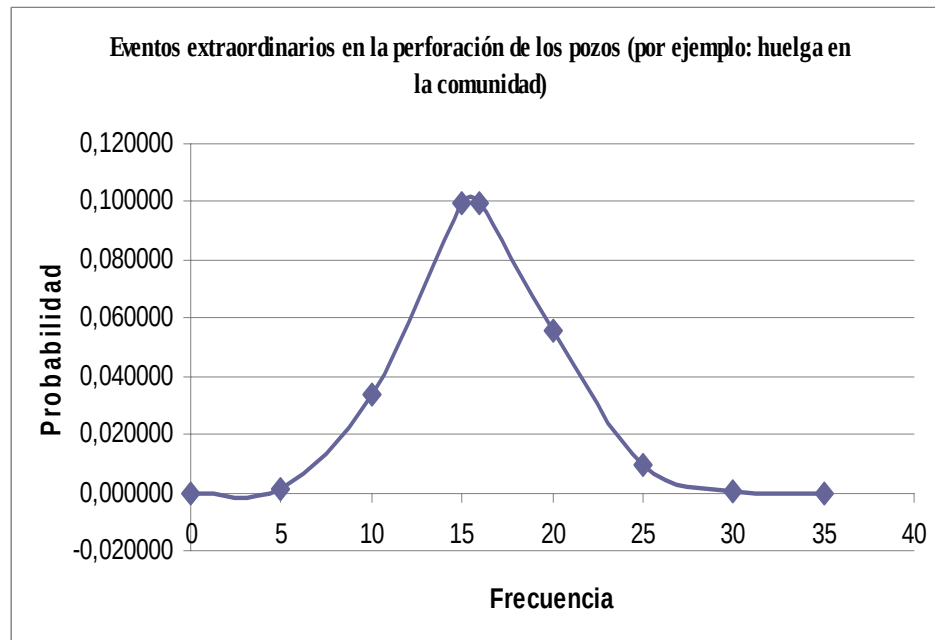


Figura 4.6 Distribución de Probabilidad del Riesgo 6

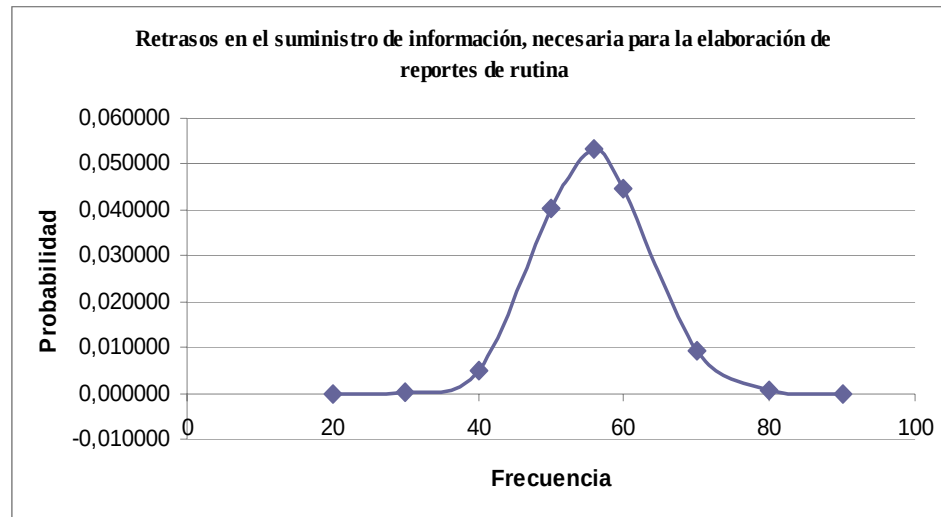


Figura 4.7 Distribución de Probabilidad del Riesgo 7

En la Tabla 4.2, se muestran los valores de la varianza y la desviación estándar utilizadas para definir las distribuciones probabilísticas a partir de las cuales se daría comienzo a la Simulación de Monte Carlo, las cuales formaron el modelo base para predecir el comportamiento de los riesgos presentes en la permisología de los proyectos de la empresa.

Tabla 4.2 Varianza y Desviación Estándar de los Riesgos Presentes

Riesgo	Varianza	Desviación Estándar
1	5	2,24
2	38	6,16
3	46	6,78
4	22	4,69
5	35	5,92
6	16	4
7	56	7,48

5.2.2 Análisis de los Resultados de la Simulación de Monte Carlo

A través de la simulación se obtuvo una determinada cantidad de gráficos, en los cuales se observó el aumento de la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos presentes en las actividades primarias de la empresa, tomando en cuenta que dicho aumento comienza a considerarse significativo a partir del segundo de los cinco años, bajo los cuales se realizaron las predicciones del presente estudio. En las Figuras 4.8, 4.10, 4.12, 4.14, 4.16, 4.18 y 4.20 se indica el valor promedio de la desviación estándar de los riesgos identificados, correspondientes al primer año de predicción, que comparado con el valor inicial resulta ser insignificante en el análisis de riesgo desarrollado, lo cual representa una ventaja para la compañía, ya que de ser considerado en la planificación de los nuevos proyectos, se podría evitar la presencia de dichos riesgo o disminuir el impacto asociado a los mismos.

En caso contrario, el riesgo y las pérdidas generadas aumentarían progresivamente, lo cual puede ser concluido al observar la inclinación de las rectas que se forma en los gráficos de frecuencia acumulada, mostrados en las Figuras 4.9, 4.11, 4.13, 4.15, 4.17 4.19 y 4.21.

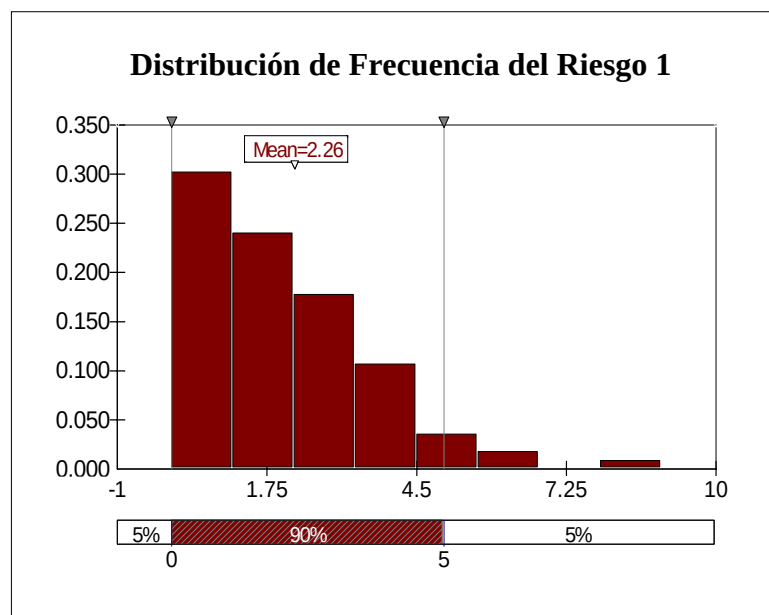


Figura 4.8 Distribución de Frecuencia del Riesgo 1

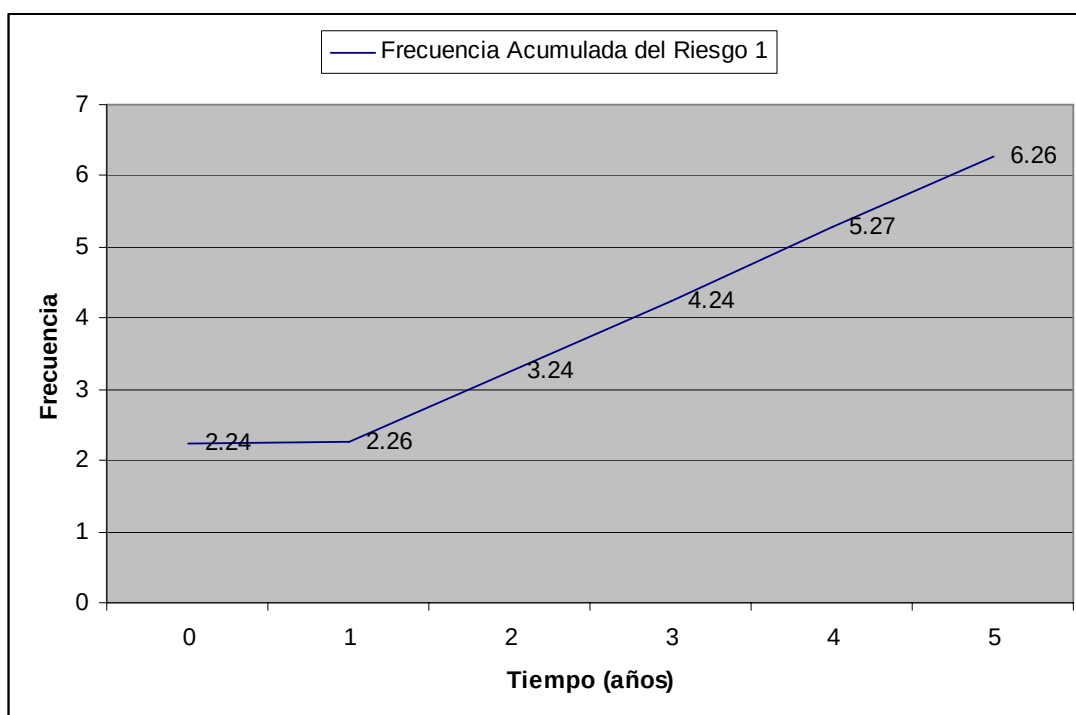


Figura 4.9 Frecuencia Acumulada del Riesgo 1

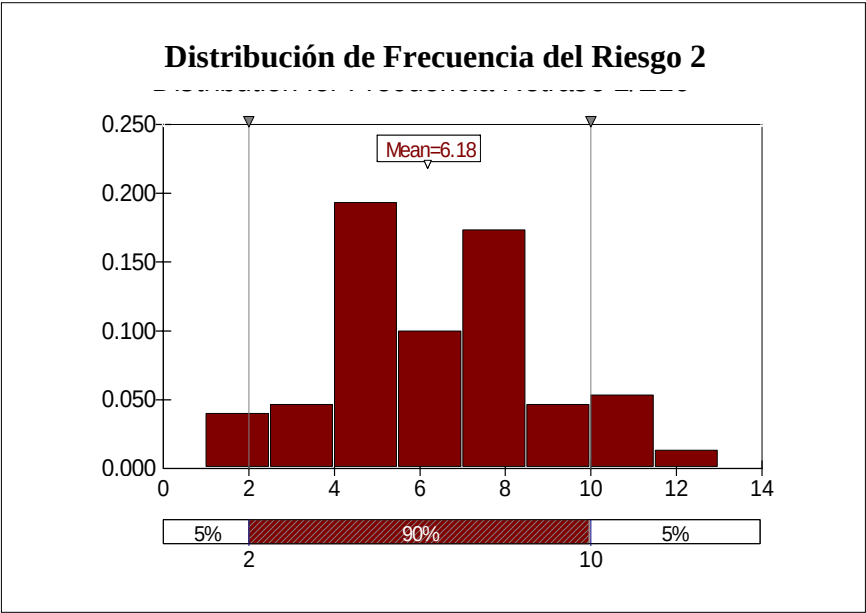


Figura 4.10 Distribución de Frecuencia del Riesgo 2

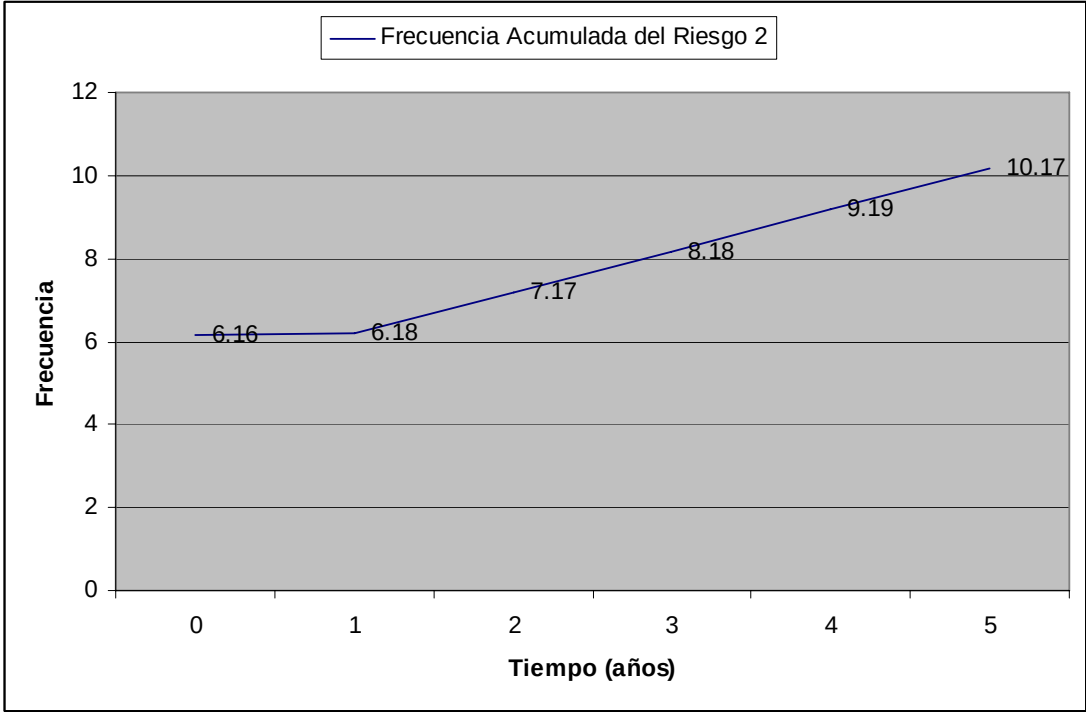


Figura 4.11 Frecuencia Acumulada del Riesgo 2

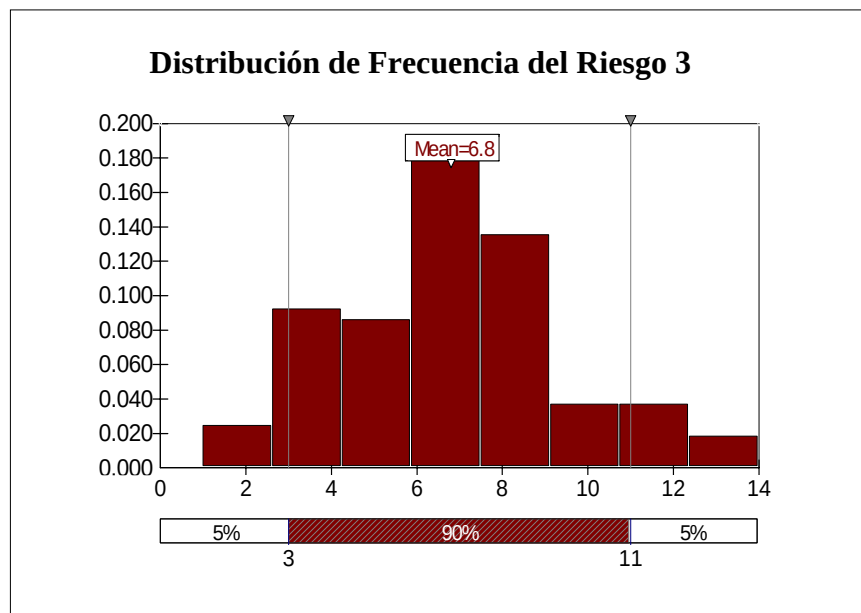


Figura 4.12 Distribución de Frecuencia del Riesgo 3

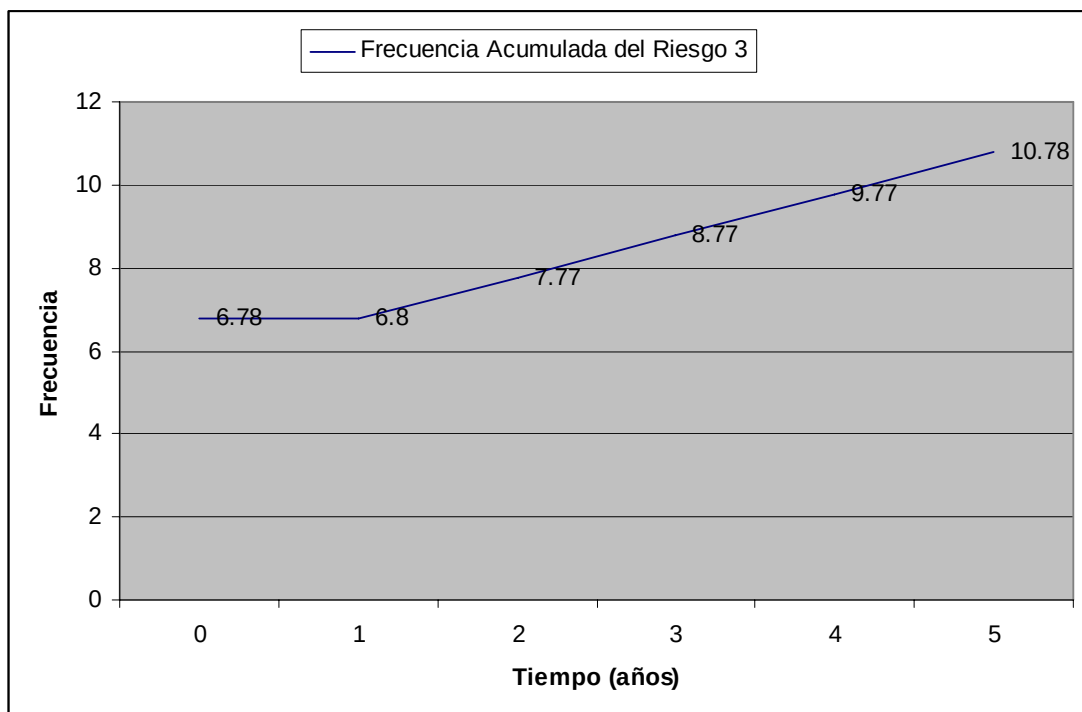


Figura 4.13 Frecuencia Acumulada del Riesgo 3

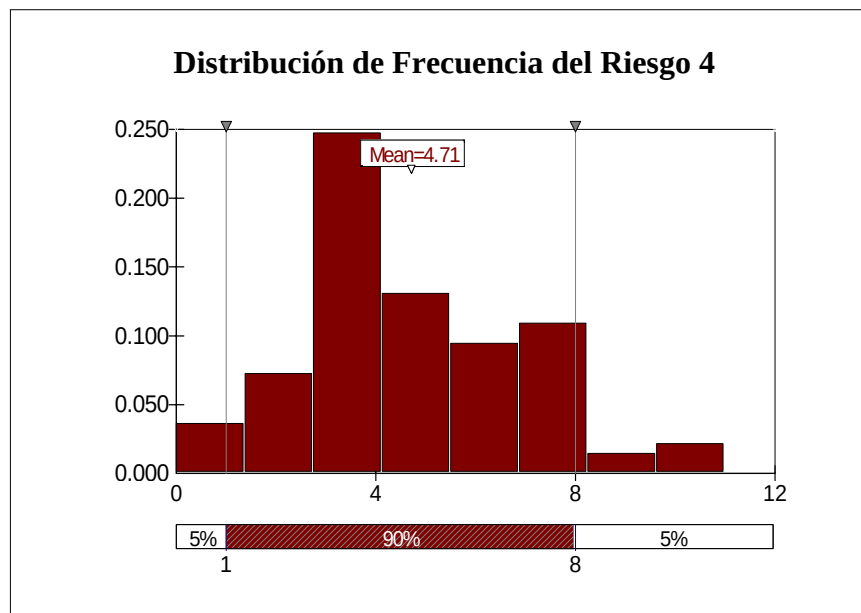


Figura 4.14 Distribución de Frecuencia del Riesgo 4

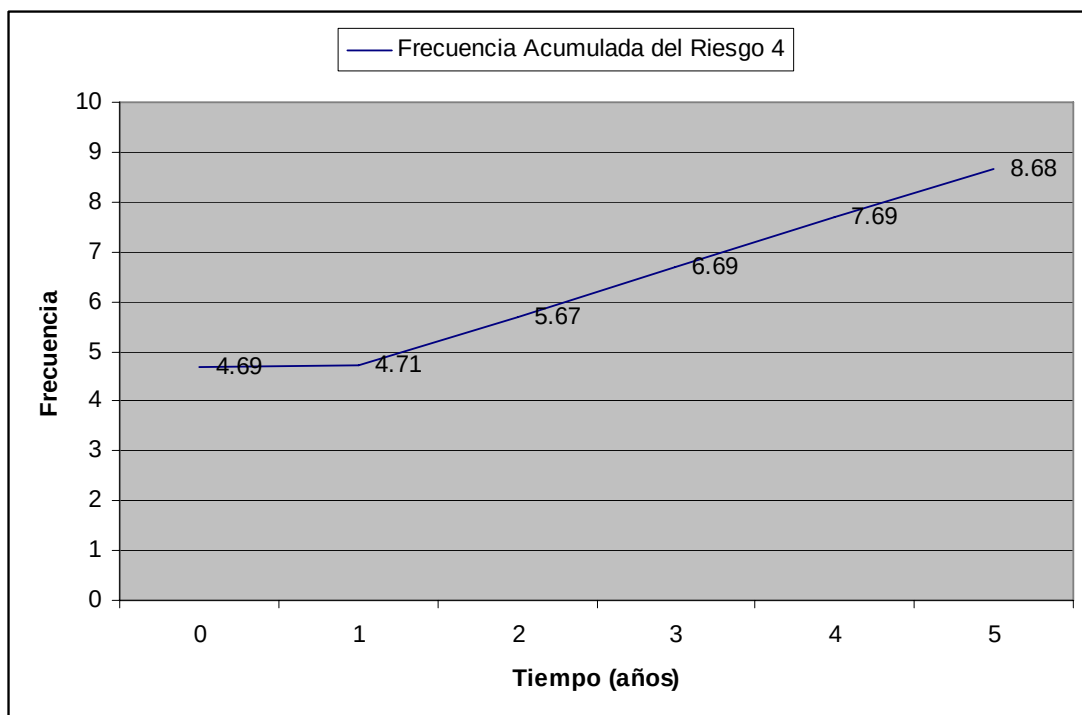


Figura 4.15 Frecuencia Acumulada del Riesgo 4

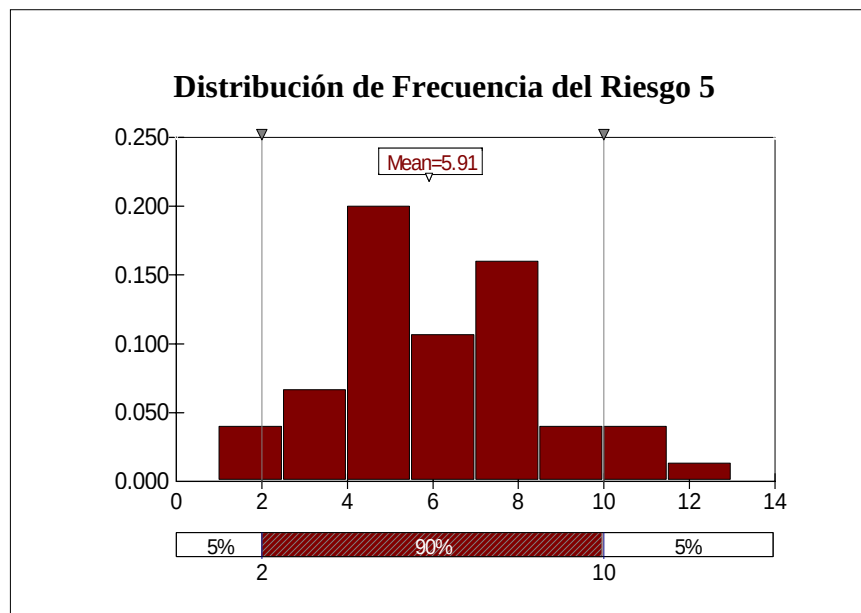


Figura 4.16 Distribución de Frecuencia del Riesgo 5

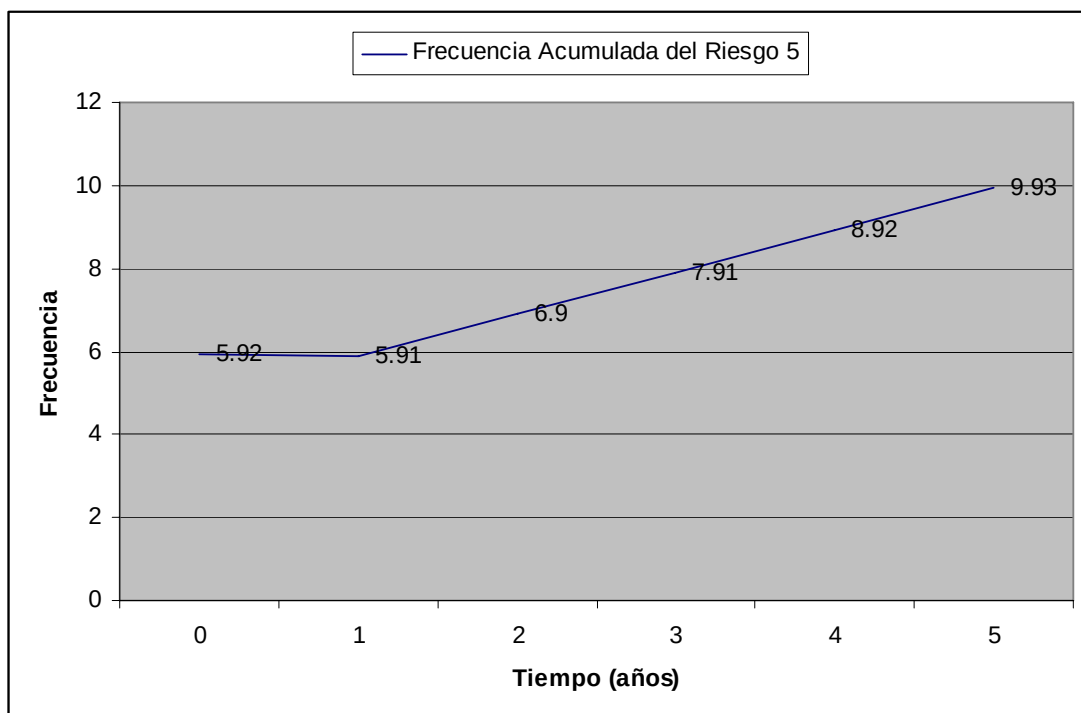


Figura 4.17 Frecuencia Acumulada del Riesgo 5

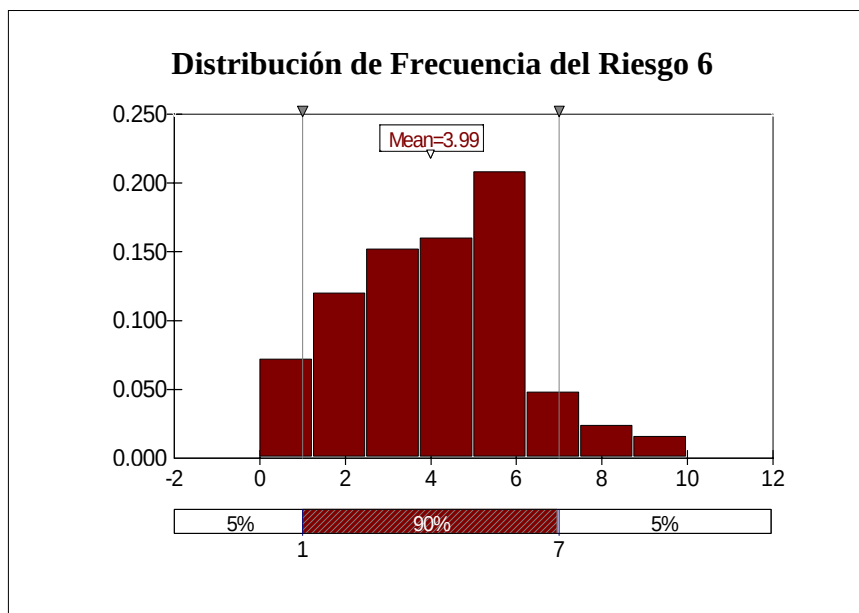


Figura 4.18 Distribución de Frecuencia del Riesgo 6

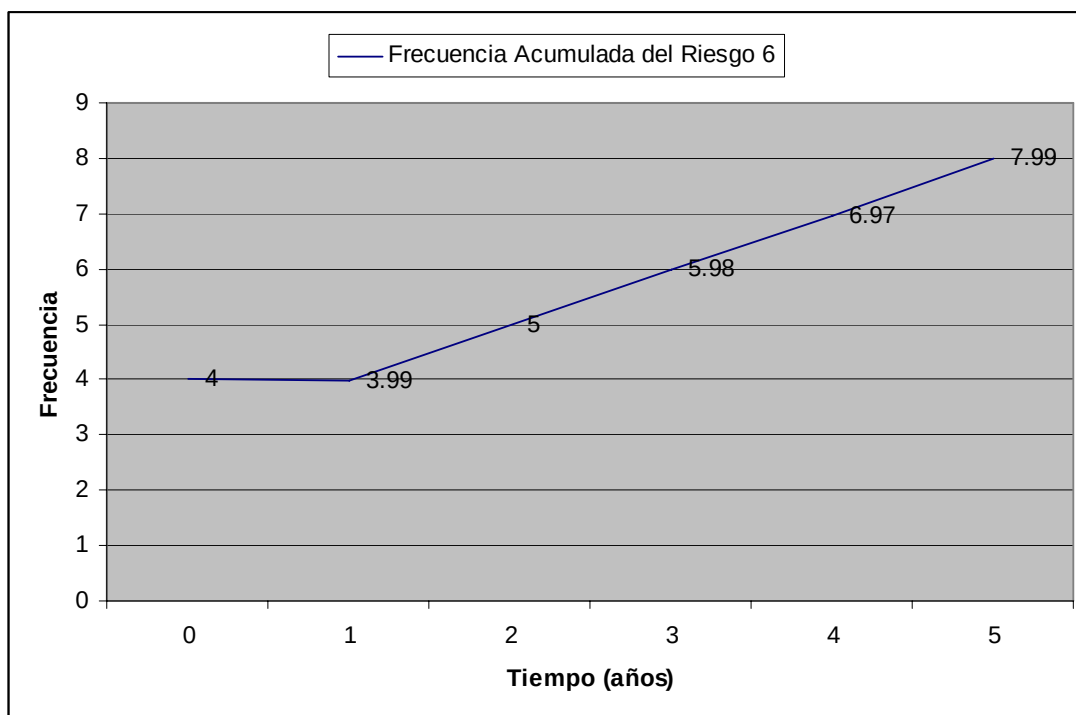


Figura 4.19 Frecuencia Acumulada del Riesgo 6

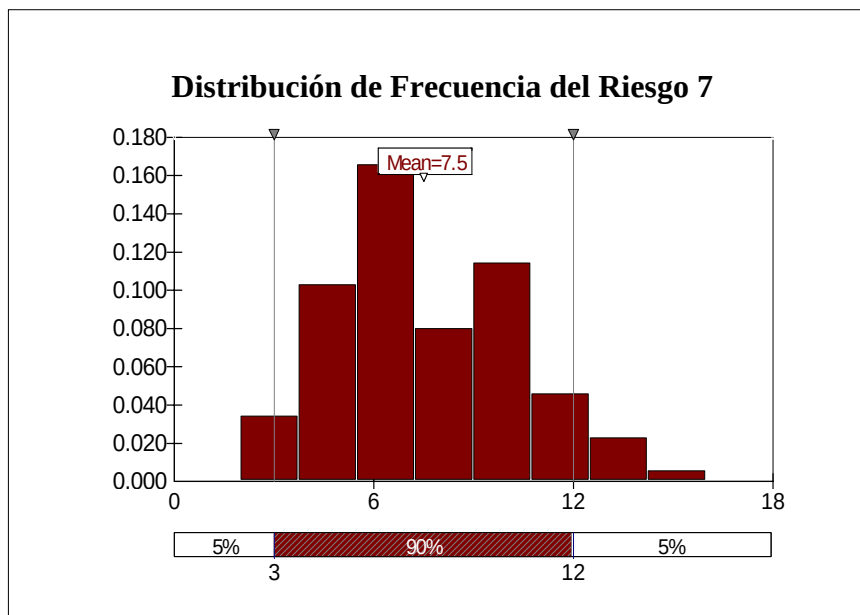


Figura 4.20 Distribución de Frecuencia del Riesgo 7

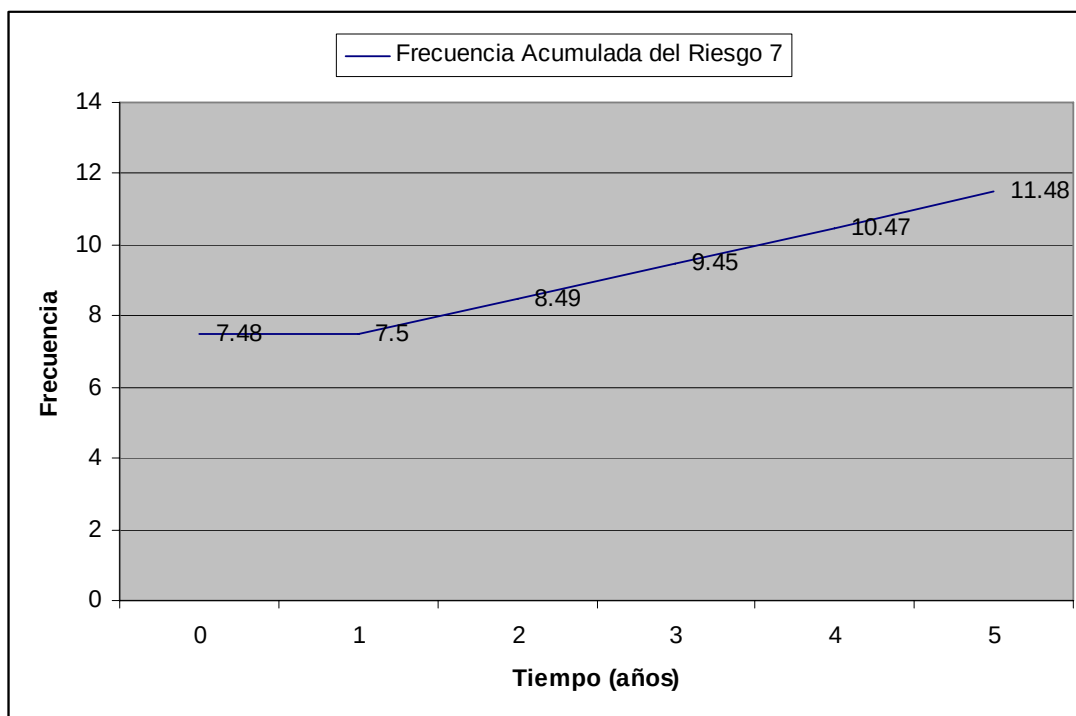


Figura 4.21 Frecuencia Acumulada del Riesgo 7

Tomando como base, el proceso de jerarquización de riesgos descrito en el comienzo de este capítulo, se determinó la influencia de cada uno de los riesgos por separado, en el total de pérdidas generadas a la empresa, utilizando la sensibilidad de regresión mostrada en la Figura 4.22, de donde se observa que al aumentar una unidad en la desviación estándar del caso inicial, se obtiene que los riesgos de mayor impacto, es decir, las causas de retraso que generan mayores pérdidas a la empresa serán los retrasos en los Reportes de Rutina, retrasos en la entrega de la Justificación Técnica para la perforación de Hoyos Superficiales y los cambios realizados frecuentemente tanto en ésta solicitud como en la solicitud de perforación de Hoyos Intermedios y Horizontales, además de la influencia de factores externos en las actividades internas de la empresa.

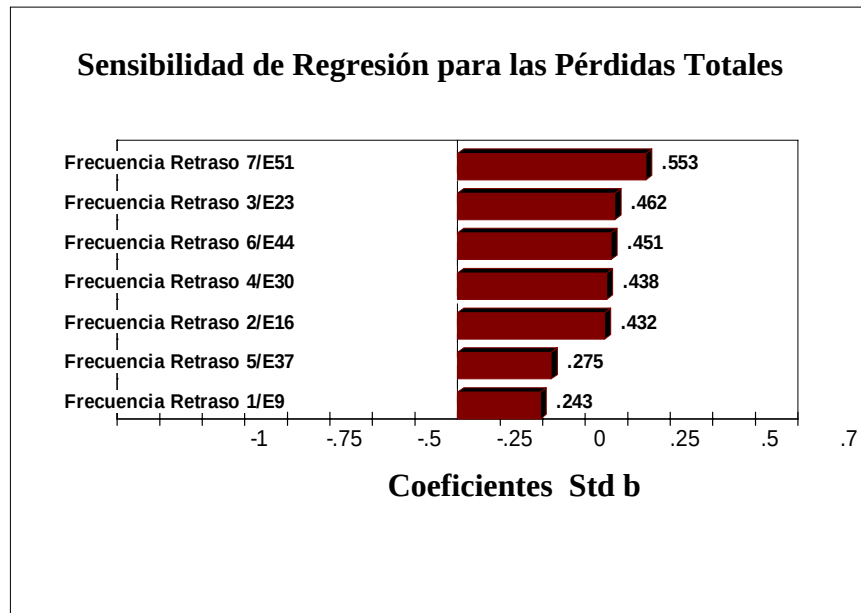


Figura 4.22 Sensibilidad de Regresión para las Pérdidas Totales

Para el estudio del resto de los cuatro años se utilizó la Figura 5.23, en donde se observó lo siguiente:

- La demora en la entrega de Reportes de Rutina seguirá siendo la principal causa de riesgo que intervendrá en la continuidad de las operaciones de la empresa.
- A partir del segundo año, la influencia de los factores externos aumenta hasta el punto de convertirse en la segunda causa de mayor impacto en la empresa.
- Los cambios en las solicitudes de perforación de Hoyos Superficiales, Intermedios y Horizontales seguirán ocasionando graves problemas en la secuencia de perforación.

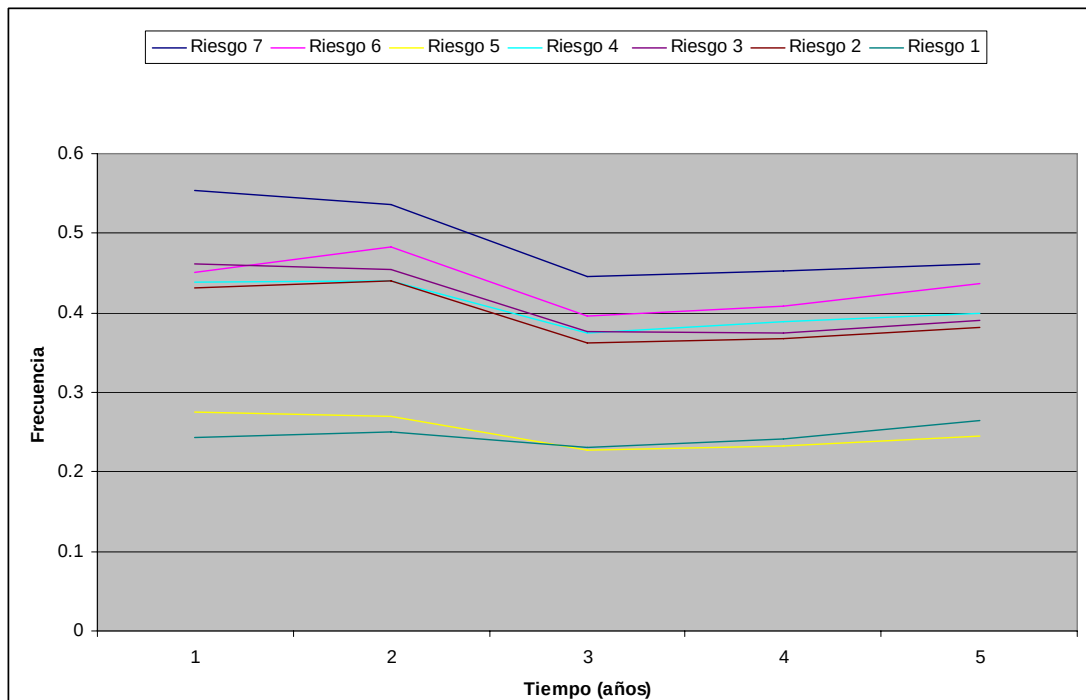


Figura 4.23 Frecuencia Acumulada de los Riesgos presentes en los Proyectos de SINCOR.

Para facilitar la interpretación del comportamiento de los riesgos asociados a la ejecución de proyectos de la empresa, fueron utilizados los gráficos de resumen obtenidos de la herramienta de simulación, en donde se demuestra como cambiará el factor riesgo en el transcurso de los próximos cinco años. Cuanto más estrecha sea la banda, menor será la incertidumbre en la estimación de pérdidas ocasionadas por cada uno de los riesgos. Por el contrario, cuanto más ancha sea esta banda, mayor será la posible variación de dichas pérdidas y, por lo tanto, el riesgo será mayor.

En la Figura 4.24, se puede visualizar como aumenta el factor de riesgo cuando se presentan retrasos en la tramitación de los permisos necesarios para la construcción de la plataforma. Esto se debe, principalmente a que dicho retraso puede provocar la paralización de todo el proceso de ejecución del proyecto. A pesar de no ser muy frecuente, posee la mayor cantidad de días de retraso provocados en la secuencia de perforación.

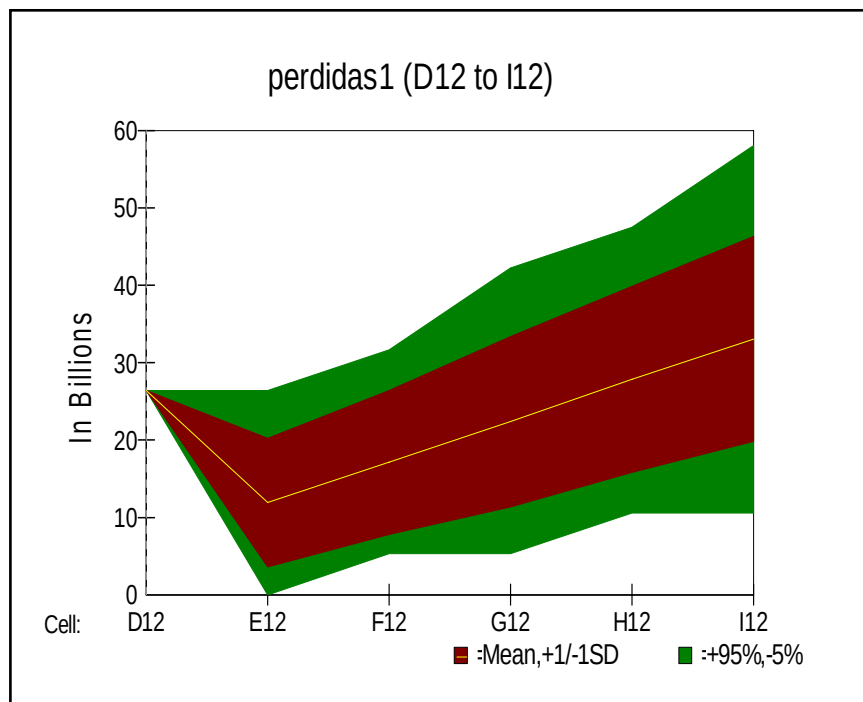


Figura 4.24 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 1

Por otra parte, en la Figuras 4.25 y 4.26 se observa que el factor de riesgo aumenta pero no logra tener un impacto en la empresa como la presencia del riesgo asociado a la causa de retraso 1. Esto se debe, a que los retrasos en la elaboración de la Memoria Descriptiva de la Solicitud y Justificación Técnica para perforar Hoyos Superficiales y los cambios efectuados frecuentemente en las mismas, no generan la misma cantidad de perdidas ya que los días de retraso ocasionados a la secuencia de perforación son menores. Además, que la presencia de dichas causas de retraso muy pocas veces ha provocado la petición de nuevas solicitudes al MENPET, debido a que han podido ser solucionadas a través de notificaciones.

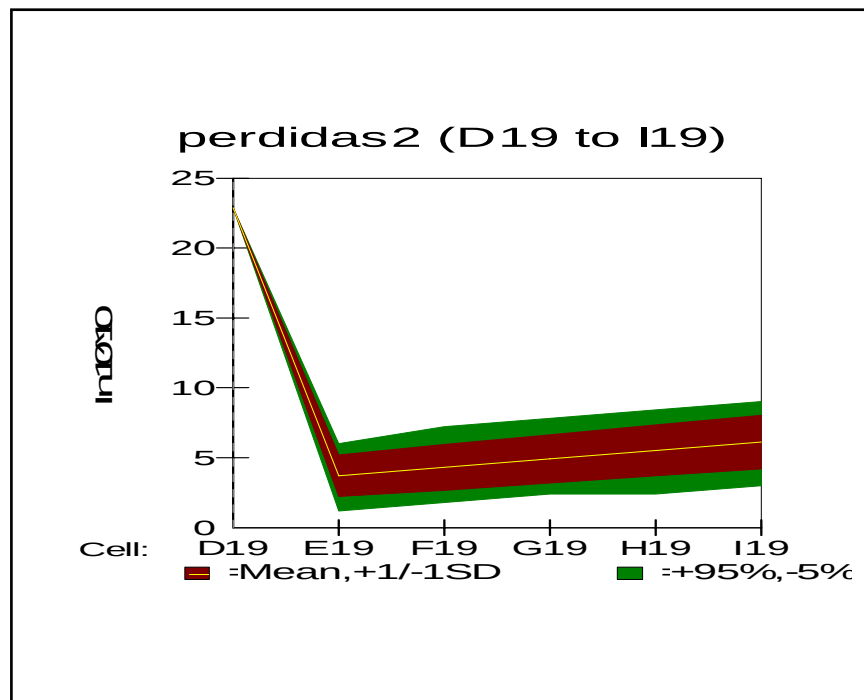


Figura 4.25 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 2

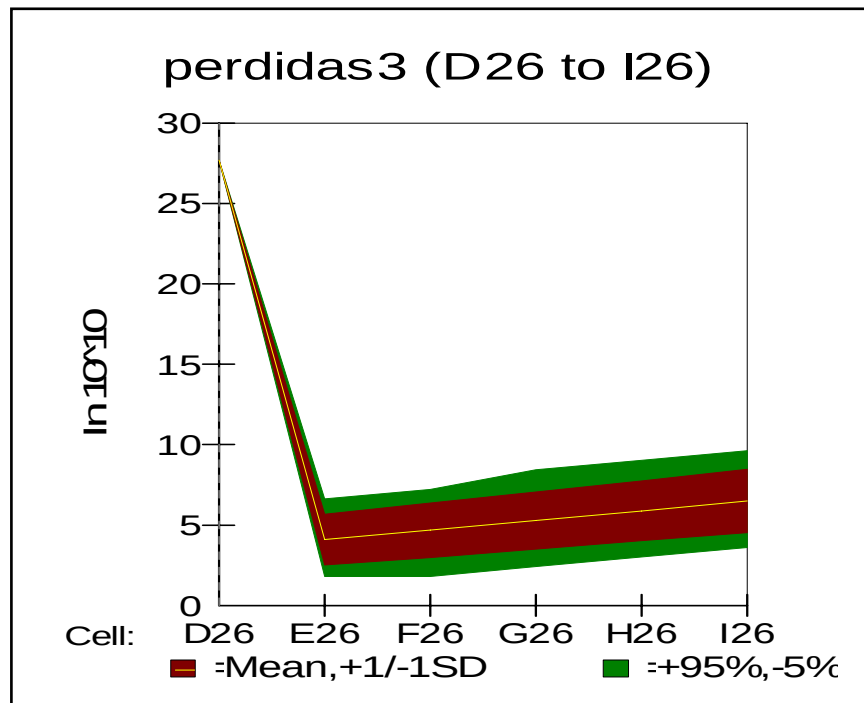


Figura 4.26 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 3

En la Figura 4.27, se puede notar como cambia el factor de riesgo cuando se realizan cambios en las solicitudes para perforar Hoyos Intermedios y Horizontales después de haber sido aprobadas por el MENPET. Esto se debe, a que en estos casos dicho ente gubernamental, exige que el proceso de permisología para estas solicitudes sea realizado nuevamente, lo cual provoca mayores pérdidas que las solicitudes que no se han sometido o no han sido aprobadas por el Ministerio.

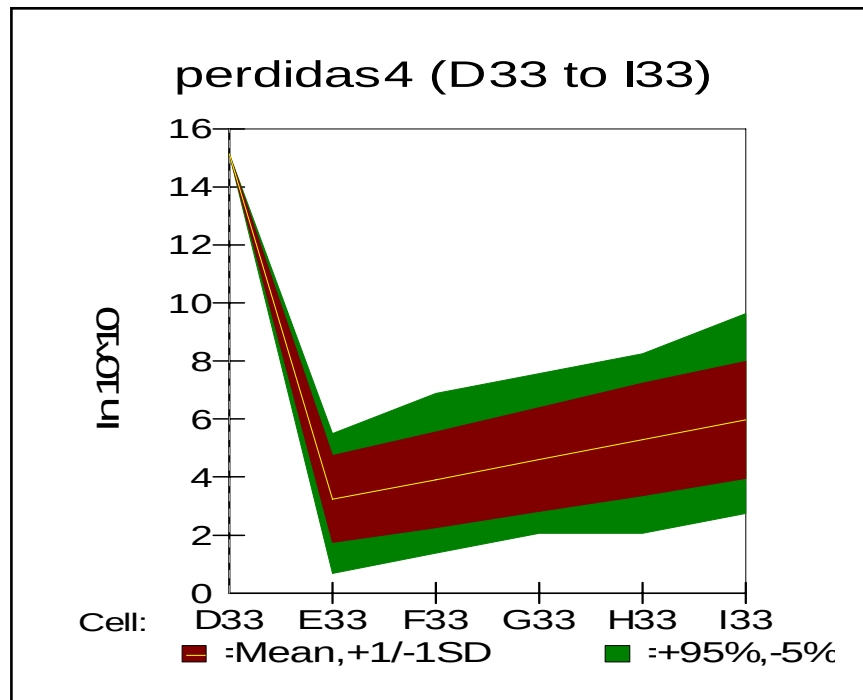


Figura 4.27 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 4

En las Figuras 4.28 y 4.29, se observa el aumento de las pérdidas ocasionadas por las discrepancias y retrasos en la información suministrada por las diferentes disciplinas que participan para lograr los objetivos de los proyectos de SINCOR (Petrocedño). Dichas pérdidas no tienen un impacto grave en el desarrollo de las operaciones de la empresa debido a que frecuentemente dicho riesgo es mitigado antes de que las propuestas sean enviadas al MENPET.

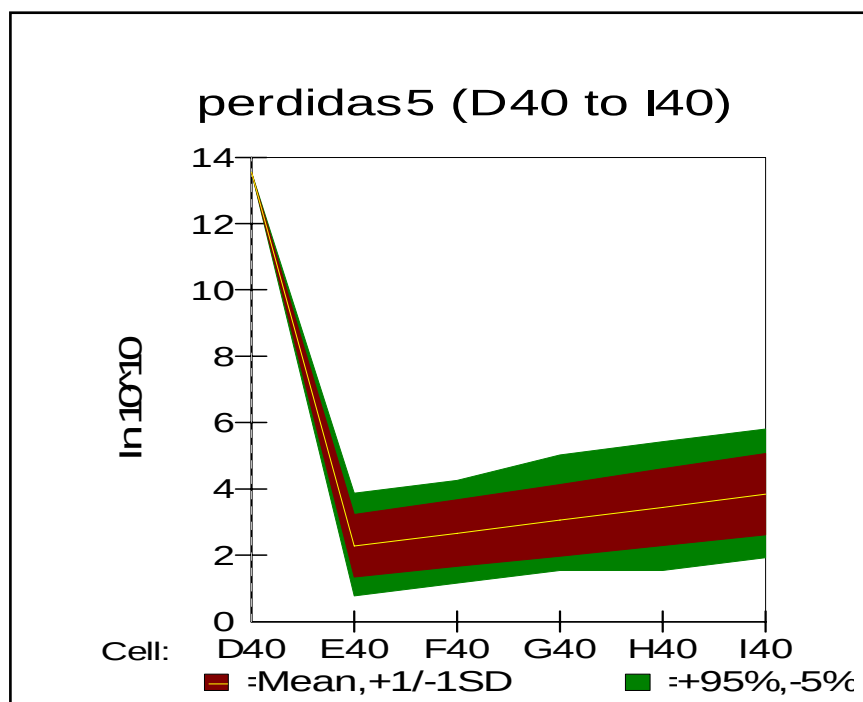


Figura 4.28 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 5

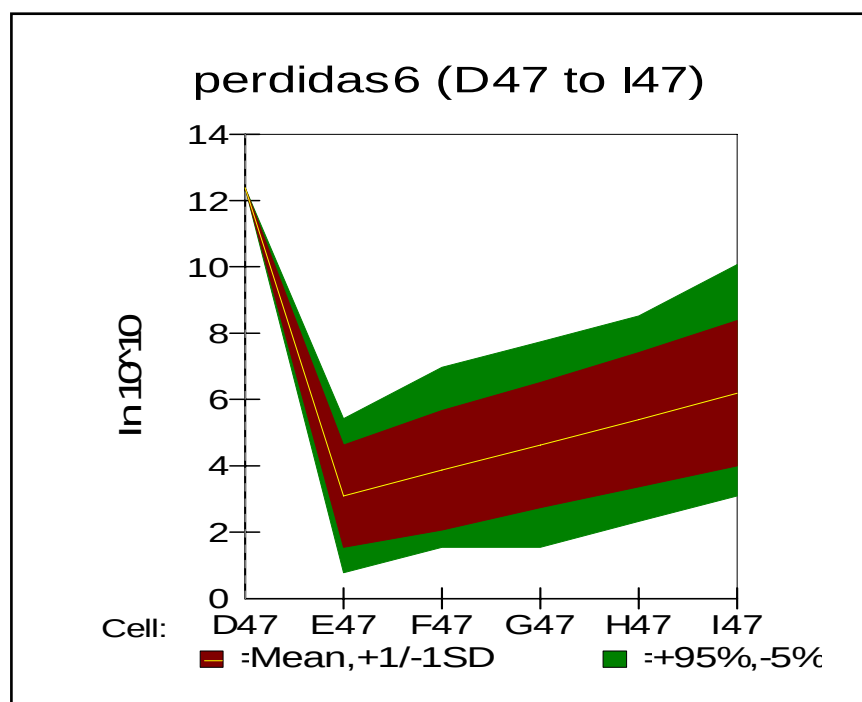


Figura 4.29 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 6

La Figura 4.30, es ejemplo de cómo los factores externos influyen en la organización de la empresa. Se puede notar que eventos extraordinarios en la perforación de los pozos tales como huelga de los trabajadores, falta de personal, contratos no concretados con las empresas suplidoras de servicio, entre otros, genera grandes pérdidas a la operadora, lo cual aumenta el riesgo asociado a los procesos de planificación y ejecución de proyectos de SINCOR.

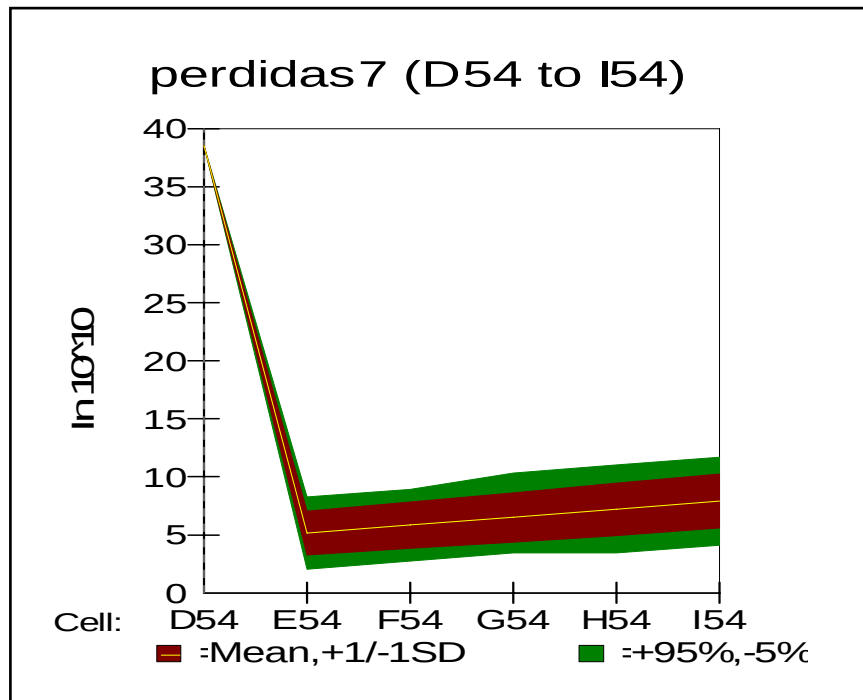


Figura 4.30 Gráfico de Resumen de las pérdidas ocasionadas por el Riesgo 7

5.3 Elaboración de Matrices de Riesgo e Impacto

Debido a que uno de los principales objetivos de este Trabajo Especial de Grado, era la determinación de las causas de riesgo de mayor impacto y la priorización de las mismas, se elaboró la matriz que se muestra en la Figura 4.31, basándose en los resultados discutidos en las secciones anteriores de este capítulo, en donde se

demuestra que la probabilidad de ocurrencia de cada factor de riesgo aumentará progresivamente y por ende el riesgo asociado a las actividades primarias será mayor al actual.

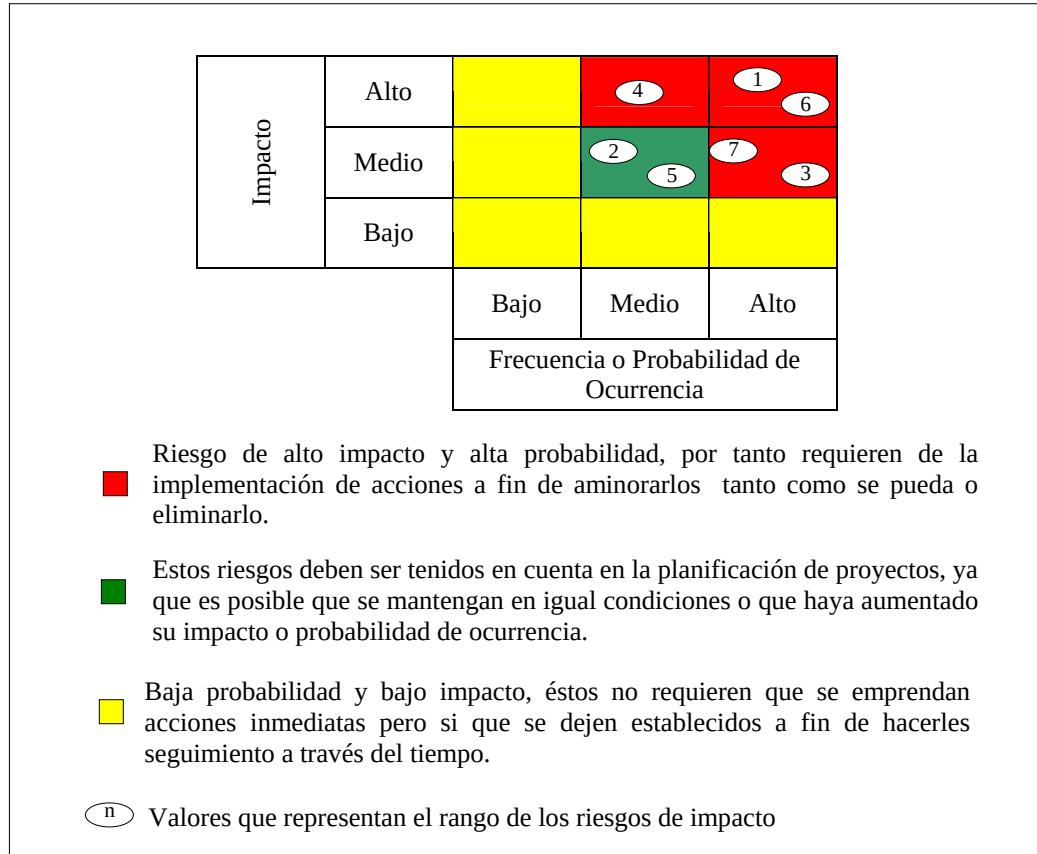


Figura 4.31 Matriz de Riesgo e Impacto

CONCLUSIONES

- El riesgo asociado a las actividades primarias de la operadora aumentará en el transcurso de los próximos años, por tanto, deben ser buscadas estrategias adecuadas para mitigar la presencia de dichos riesgos.
- La incertidumbre geológica es el parámetro que presenta mayor influencia sobre los procesos de Planificación y Ejecución de Proyectos de Perforación de la empresa.
- La segunda causa de retraso de mayor impacto en la Planificación y Ejecución de Proyectos de la empresa, es la influencia de los Factores Externos en el desenvolvimiento de la misma, tales como huelgas en la comunidad, fallas en la contratación de empresas suplidoras de servicios y factores políticos.
- Las que le siguen en importancia que deben ser tomadas en cuenta son los retrasos en la tramitación de permisos, son consecuencia de incumplimientos con el suministro de información de las áreas de Geología, Petrofísica y Perforación, lo cual la mayoría de las veces afecta la secuencia de perforación.
- Existen factores de riesgo que a pesar de no ser considerados de alto riesgo deben ser tomados en cuenta en la planificación anual de la empresa, ya que pueden mantenerse en las mismas condiciones o puede aumentar su impacto en las actividades primarias de la operadora.
- Se elaboró una matriz de riesgos e impacto que permitió cumplir con el objetivo general propuesto.

RECOMENDACIONES

- Elaborar dos o tres propuestas por cada solicitud sometida ante el MENPET, de tal manera que cuando se presenten los cambios discutidos en el presente Trabajo Especial de Grado solo se escriba una notificación informando la opción mas factible de los tres escenarios propuestos.
- Insertar matrices de riesgo e impacto en todas las propuestas sometidas ante el MENPET, con la finalidad de que dicho organismo pueda visualizar los riesgos a los cuales están expuestos las solicitudes, por lo que se podrían presentar cambios que serán informados a través de notificaciones sin necesidad de realizar el proceso nuevamente.
- Considerar los resultados obtenidos en este Trabajo Especial de Grado en la planificación de los proyectos a ser ejecutados en el próximo año, con la finalidad de retroalimentar los proyectos y realizar las modificaciones pertinentes al plan de trabajo establecido.
- Realizar estudios de Análisis de Riesgo continuamente, tanto para la planificación como en el proceso de ejecución de los proyectos de la empresa, con la finalidad de poder detectar rápidamente parámetros que limiten la culminación de dichos proyectos.
- Informar a todos los especialistas de la empresa, sobre el uso de herramientas de análisis de riesgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Decreto con Fuerza Ley Orgánica de Hidrocarburos N° 1.510, publicado en Gaceta Oficial N° 37323 el 13 de Noviembre del año 2001.

- [2] Mapas oficiales SINCOR (2005).

- [3] SINCOR (2006) Producción en frío de petróleo pesado con arena. Proyecto piloto Fase I. Memoria descriptiva.

- [4] Calderón, E. (2002). Construcción de modelos geoestadísticos a escala centimétrica de las facies heterolíticas en las secciones informales C1 y C2 de la formación oficina, Campo San Diego, Zuata (Edo. Anzoátegui). Trabajo especial de grado. Inédito Universidad Central de Venezuela.

- [5] SINCOR (2004) Presentación. Sedimentological Analysis of Oficina Reservoirs (Overview of "Upper" Section)

- [6] Zerpa, L., Gauna, E. y Betancourt, M. (2004) Requerimientos de Permisología ante el MENPET Campaña de Perforación, 1era ed. Caracas: Sincor. 29 p.

- [7] Ley Orgánica para la Planificación y Gestión de la Ordenación del Territorio, publicada en Gaceta Oficial N° 38279 el 23 de Septiembre del año 2005.

- [15] Da Silva, A. (2005). Simulación y Análisis Estadístico. Seminario de Ingeniería de Yacimientos de Petróleo y Gas. Modulo III: Análisis del comportamiento de los Yacimientos. Inédito Universidad Central de Venezuela.
- [16] Barberii, E. (2001) El pozo ilustrado, 5ta ed. Caracas: Pdvsa.
- [17] Colaboradores de Wikipedia. (2007). Ley de los Grandes Números. [Artículo en Línea]. Disponible: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ley de los grandes n%C3%BAmoros&oldid=12194525](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ley_de_los_grandes_n%C3%BAmoros&oldid=12194525). [Consulta: 2007, Abril].
- [18] Colaboradores de Wikipedia. (2007). Principio de Pareto. [Artículo en Línea]. Disponible: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Principio de Pareto&oldid=12475012](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Principio_de_Pareto&oldid=12475012). [Consulta: 2007, Abril].
- [19] Colaboradores de Wikipedia. (2007). Distribución de Poisson. [Artículo en Línea]. Disponible: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Distribuci%C3%B3n de Poisson&oldid=11812564](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Distribuci%C3%B3n_de_Poisson&oldid=11812564). [Consulta: 2007, Abril].

- [8] Ley Orgánica del Ambiente, publicada en Gaceta Oficial N° 31004 el 16 de Junio del año 1976.

- [9] Sánchez, Mónica. Análisis De Riesgos En Operaciones De Exploración Y Producción: Una Aplicación Estadística. Trabajo Especial de grado. Facultad de Ingeniería, UCV. 2007

- [10] Amendola, L., Palacios, E., Depool, T., González, M. Aplicación del Risk Management en la Dirección y Gestión de Proyectos con Soporte de Tecnología de la Información. Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación UPV.

- [11] Gaete, A. (2002). Análisis de riesgos. [Artículo en línea]. Disponible: http://www.ingenieria.cl/escuelas/industrial/archivos/umayor_admproy_Julio2002_capitulo_5.pdf [Consulta: 2007, Febrero].

- [12] Del Carpio Gallegos, J. (2006). Análisis del riesgo en la administración de proyectos de tecnología de información. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.scielo.org.pe/pdf/id/v9n1/a13v9n1.pdf> [Consulta: 2007, Enero].

- [13] Guía para el uso de Risk. (2006). Programa auxiliar para el análisis y la simulación de riesgo en Microsoft Excel. [Guía en Línea]. Disponible: <http://www.palidase.com>. [Consulta: 2007, Marzo].

- [14] Colaboradores de Wikipedia. (2007). Diagrama de Gantt. [Artículo en Línea]. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Gantt. [Consulta: 2007, Marzo].

GLOSARIO

API: American Petroleum Institute, formada en 1917 para organizar la industria petrolera, a fin de ordenar la demanda de petróleo durante la primera guerra mundial. Es una organización sin fines de lucro, que sirve para coordinar y promover el interés de la industria petrolera en su relación con gobierno y otros.

Desviación estándar: Es una medida (cuadrática) que informa de la media de las distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable.

Distribuciones de frecuencias: representan una herramienta útil para el análisis de conjuntos de datos cuantitativos de gran magnitud. En este tipo de presentación los datos brutos se organizan en categorías o clases definidas por un límite inferior y un límite superior. Cada una de dichas clase exhibe la frecuencia de ocurrencia de los datos, siendo este tipo de agrupación un incentivo para la pérdida de identidad del dato como tal.

Estadística: es el estudio de los métodos y procedimientos para recoger, clasificar, resumir y analizar datos y para hacer inferencias científicas partiendo de tales datos

Escenario: se puede definir como el conjunto de circunstancias que se consideran en torno a un suceso o evento. Los escenarios se usarán para evaluar universos diferentes posibles, todo escenario tiene los siguientes atributos: Un escenario de planificación no es una herramienta de predicción, debe ser realista y consistente.

Histogramas: el método gráfico más popular y tradicional para describir datos cuantitativos es el Histograma, el cual se construye con rectángulos adyacentes cuya

altura representa la frecuencia de clase y su base abarca a las sucesivas fronteras de clase o límites.

Incertidumbre: es un parámetro asociado al resultado de la medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente atribuirse a la cantidad medida.

Modelo: un modelo es definido como una representación de un sistema y sus límites así como también de las relaciones o asociaciones existentes dentro de él mediante alguna técnica estructurada de análisis.

Muestra: cualquier subconjunto o parte del universo.

Pozo: perforación para el proceso de búsqueda o producción de petróleo crudo gas natural o para proporcionar servicios relacionados con los mismos. Los pozos se clasifican de acuerdo a su objetivo y resultado como: pozos de aceite y gas asociado, pozos de gas seco y pozos inyectoros.

Pozo de Desarrollo: Pozo que se perfora dentro o cerca del área probada de un yacimiento de gas o petróleo y cuyo objetivo es desarrollar yacimientos parcialmente explotados.

Pozo exploratorio: perforación realizada en un área en donde al momento no existe producción de aceite y/o gas, pero que los estudios de exploración petrolera establecen probabilidad de contener hidrocarburos. La perforación exploratoria es una técnica directa que consiste en hacer un pozo a través de las diferentes estructuras del subsuelo, tomando datos y muestras del mismo en forma sistemática, de los cuales se puede derivar información precisa de las características de cada capa rocosa y de la posibilidad de encontrar acumulaciones explotables de hidrocarburos.

Pozo improductivo: Pozo terminado hasta el objetivo sin lograr obtener producción por encontrarse seco, por ser no comercial, por columna geológica imprevista o por invasión de agua.

Precisión: cualidad global de un instrumento que le permite dar indicaciones que coinciden con mucha aproximación con el valor verdadero de la magnitud que debe medirse.

Probabilidad: número de veces en las que un suceso o evento ocurre a lo largo de una serie prolongada de observaciones.

Sensibilidad: se denomina sensibilidad al estudio de la influencia resultante de cambiar el valor de una sola variable o de variables con correlación o dependencia y evaluar la influencia que dicho cambio tienen sobre el resultado general.

Simulación: en general, se puede definir simulación como el proceso de construir un modelo lógico matemático de un sistema o proceso de decisión, y experimentar con el modelo para comprender el comportamiento del sistema y así poder ayudar en la toma de decisiones. La simulación es particularmente útil en problemas o procesos que involucran incertidumbre o riesgos que pueden ser manejados estocásticamente.

Universo: conjunto de individuos o cosas cuyas características se han de analizar.

Variabilidad: se refiere a las diferencias observadas que pueden atribuirse a la verdadera heterogeneidad o diversidad de una población.

Varianza: Constante que representa una medida de dispersión media de una variable aleatoria X , respecto a su valor medio o esperado. Puede interpretarse como medida de "variabilidad" de la variable.

ANEXOS

ANEXO 1: Clasificación Lahee ^[16]

Para catalogar la perforación y terminación de pozos, de acuerdo al objetivo, al área donde se perfora y otras condiciones dentro de los campos y yacimientos, el MENPET utiliza la clasificación Lahee elaborada por el doctor Frederick Henry Lahee, la cual se puede observar en la Figura A.1:

OBJETIVO ORIGINAL	AREA DONDE SE PERFORA	CLASIFICACIÓN ANTES DE LA PERFORACIÓN	CLASIFICACIÓN DESPUES DE LA PERFORACION	
		PRODUCTORES Y SECOS POR EL OBJETIVO AL COMIENZO DE LA PERFORACIÓN	PRODUCTORES POR EL OBJETIVO AL FINAL DE LA PERFORACIÓN	SECOS POR EL OBJETIVO AL COMIENZO DE LA PERFORACION
PARA DESARROLLAR Y EXTENDER YACIMIENTOS	DENTRO DEL AREA PROBADA	A - 0 DESARROLLO	B - 0 DE DESARROLLO PRODUCTOR	C - 0 DE DESARROLLO SECO
	FUERA DEL AREA PROBADA	A - 1 DE AVANZADA	B - 1 DE EXTENSION	C - 1 DE AVANZADA SECO
PARA DESCUBRIR NUEVOS YACIMIENTOS EN ESTRUCTURAS O FORMACIONES YA PRODUCTIVAS	DENTRO DEL AREA PROBADA	A - 2A EXPLORATORIO DE YACIMIENTOS SUPERIORES	B - 2A DESCUBRIDOR DE YACIMIENTOS SUPERIORES	C - 2A EXPLORATORIO DE YACIMIENTOS
		A - 2B EXPLORATORIO EN PROFUNDIDAD	B - 2B DESCUBRIDOR DE YACIMIENTOS MAS* PROFUNDOS	C - 2B EXPLORATORIO EN PROFUNDIDAD SECO
	FUERA DEL AREA PROBADA	A - 2C EXPLORATORIO DE NUEVOS YACIMIENTOS	B - 2C DESCUBRIDORES DE NUEVOS YACIMIENTOS	C - 2C EXPLORATORIO DE NUEVOS YACIMIENTOS SECO
PARA DESCUBRIR NUEVOS CAMPOS	AREAS NUEVAS	A - 3 EXPLORATORIO DE NUEVOS CAMPOS	B - 3 DESCUBRIDORES DE NUEVOS CAMPOS	C - 3 EXPLORATORIO DE NUEVOS CAMPOS SECOS

Figura A.1 Clasificación Lahee

ANEXO 2: Ley de los Grandes Números ^[17]

Se dice que una sucesión de variables aleatorias definidas sobre un espacio de probabilidad común obedece la ley de los grandes números cuando la media de las muestras de variables tiende a la media de las esperanzas de las variables aleatorias de la sucesión, según el número total de variables aumenta.

En un contexto estadístico, las leyes de los grandes números implican que el promedio de una muestra al azar de una población de gran tamaño tenderá a estar cerca de la media de la población completa.

En el contexto de teoría de probabilidad, varias leyes de grandes números dicen que el promedio de una secuencia de variables elegidas al azar con una distribución de probabilidad común, converge (en los sentidos explicados abajo) a su valor esperado común, en el límite mientras el tamaño de la secuencia se aproxima al infinito. Varias formulaciones de la ley de los grandes números (y sus condiciones asociadas) especifican la convergencia de formas distintas.

La frase "ley de los grandes números" es también usada ocasionalmente para referirse al principio de que la probabilidad de cualquier evento posible (incluso uno improbable) ocurra al menos una vez en una serie incrementa con el número de eventos en la serie. Por ejemplo, la probabilidad de que un individuo gane la lotería es bastante baja; sin embargo, la probabilidad de que alguien gane la lotería es bastante alta, suponiendo que suficientes personas comprasen boletos de lotería.

ANEXO 3: Principio de Pareto ^[18]

El Principio de Pareto es también conocido como la regla del 80:20 y recibe este nombre en honor a Vilfredo Pareto, quien lo enunció por primera vez.

Pareto observó que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los «pocos de mucho» y los «muchos de poco», dividiéndose así en dos grupos de proporciones 80:20 tales que uno el grupo minoritario, formado por un 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de algo. Estas cifras son meramente descriptivas, no siendo exactas y pudiendo variar. Su aplicación reside en la descripción de un fenómeno y como tal son aproximadas y ligeramente adaptables a cada caso particular. En otras palabras, el

principio de Pareto dice que el 20% de cualquier cosa producirá el 80% de los efectos, mientras que el 80% restante sólo cuenta para el 20% de los efectos.

El principio de Pareto se ha aplicado con éxito a los ámbitos de la política y la economía. Se describió cómo una población de aproximadamente el 20% ostentaba el 80% del poder político y la abundancia económica, mientras que el otro 80% de población, lo que Pareto denominó «las masas», se repartía el 20% restante de la riqueza y tenía poca influencia política. Así sucede aproximadamente en el reparto de los bienes naturales y la riqueza mundial.

ANEXO 4: Variables aleatorias discretas ^[9]

Se dice que una variable aleatoria x es discreta cuando únicamente puede tomar un determinado número de valores en un intervalo.

Una tabla, fórmula o gráfica que proporcione las probabilidades $f(x)$ asociadas a los valores que puede asumir una variable aleatoria discreta x será una distribución de probabilidad que generalmente se basa en experimentos o procesos en los que se realiza una secuencia de pruebas llamadas pruebas de Bernoulli. Entre las distribuciones de probabilidad discretas se pueden indicar: Distribución de Bernoulli, Binomial, Multinomial, Hipergeométrica y la distribución de Poisson.

ANEXO 5: Distribución de Poisson ^[19]

En teoría de probabilidad y estadística, la distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta. La distribución fue descubierta por Siméon-Denis Poisson (1781–1840) que publicó, junto con su teoría de probabilidad, en 1838 en su trabajo *Recherches sur la probabilité des jugements en matières criminelles et matière civile* ("Investigación sobre la probabilidad de los juicios en materias criminales y civiles"). El trabajo estaba enfocado en ciertas variables aleatorias N que cuentan, entre otras

cosas, un número de ocurrencias discretas (muchas veces llamadas "arribos") que tienen lugar durante un intervalo de tiempo de duración determinada. Si el número esperado de ocurrencias en este intervalo es λ , entonces la probabilidad de que haya exactamente k ocurrencias (siendo k un entero no negativo, $k = 0, 1, 2, \dots$) es igual a:

$$f(k; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \times \lambda^k}{k!} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

K = es el número de ocurrencias de un evento, adimensional.

λ = es un número real positivo, equivalente al número esperado de ocurrencias durante un intervalo dado. Por ejemplo, si los eventos ocurren de media cada 4 minutos, y se está interesado en el número de eventos ocurriendo en un intervalo de 10 minutos, se usaría como modelo una distribución de Poisson con $\lambda = 2.5$.

Su media y su varianza son: $\mu = \lambda \quad \sigma^2 = \lambda$

En la Figura A.2, se muestra la curva obtenida en una distribución de Poisson para diferentes valores de λ :

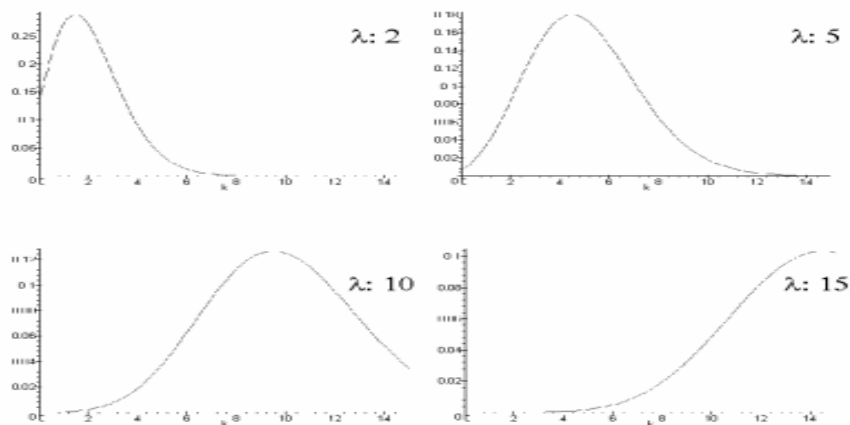


Figura A.2 Distribución de Poisson



Principales Requerimientos del Proceso de Permisología	Causas de Retrasos Encontrados	Disciplina Responsable		Frecuencia	Días de Retraso	Probabilidad	FR=Factor de Riesgo
Estudio de Impacto Ambiental	Incumplimiento de la compañía encargada de realizar el estudio	Construcción		1	240	0.004149378	0.995850622
Solicitud de Permiso de Afectación de Recursos Naturales	Retrasos en envío de la solicitud del permiso de afectación ambiental	Construcción		1	240	0.004149378	0.995850622
Construcción de Cellars	Retrasos en la tramitación de los permisos necesarios	Construcción		5	240	0.020746888	4.979253112
Solicitud y Justificación Técnica para perforar Pozos Superficiales	Retrasos en la elaboración de la Memoria Descriptiva	WTO (40%)	Geología & Operaciones (60%)	46	70	0.190871369	13.36099585
	Cambios de datos esenciales (coordenadas, mapas topográficos, trayectorias)	WTO		35	45	0.145228216	6.53526971
	Nuevos Requerimientos en Areas ya Construidas	Geología & Operaciones		6	45	0.024896266	1.12033195
	Discrepancia en la Información	Geología & Operaciones		6	80	0.024896266	1.991701245
Solicitud de Autorización para pruebas con Memoria Descriptiva para Pozos Observadores	Retrasos en la ejecución de la prueba por problemas de coordinación con representante del MENPET	Permisología		10	15	0.041493776	0.622406639
	Falta de Insumos (sensores de fondo)	WTO		7	15	0.029045643	0.435684647
Solicitud y Justificación Técnica para perforar Pozos Intermedios/Horizontales	Problemas operacionales	WTO		9	8	0.037344398	0.298755187
	Contratos no concretados con las compañías de taladro	WTO		5	15	0.020746888	0.31120332
	Cambios en datos esenciales después de la aprobación del MENPET	Geología & Operaciones		38	70	0.157676349	11.0373444
	Cambios en la Solicitud	Geología & Operaciones		8	70	0.033195021	2.323651452
	Discrepancia en la Información	WTO		22	80	0.091286307	7.302904564
	Eventos extraordinarios en la perforación de los pozos (por ejemplo: huelga en la comunidad)	WTO		16	90	0.066390041	5.975103734
Reportes de Rutina	Retrasos en las correcciones en las solicitudes	Permisología		20	15	0.082987552	1.244813278
	Solicitud de Permisos ya aprobados	Permisología		1	5	0.004149378	0.020746888
	Por falla en alguno de los procedimientos de envío (falta firma, sello o estampillas)	Permisología		5	8	0.020746888	0.165975104
	Retrasos en el suministro de información, necesaria para la elaboración de reportes de rutina	Geología & Operaciones		56	80	0.232365145	18.58921162
Autorización de Suspensión/Abandono de Pozos	No hay retrasos reportados						
Solicitud de Autorización de Facilidades de Superficie con Memoria Descriptiva	No hay retrasos reportados						
Solicitud de Completación Original del Pozo	No hay retrasos reportados						
Pruebas Hidrostáticas	No hay retrasos reportados						
Pruebas Oficiales	No hay retrasos reportados						

Principales Requerimientos del Proceso de Permisología		Causas de Retrasos Encontrados		Disciplina Responsable		Frecuencia	Días de Retraso	Probabilidad	FR=Factor de Riesgo
Estudio de Impacto Ambiental		Incumplimiento de la compañía encargada de realizar el estudio		Construcción		1	240	0.004149378	0.995850622
Solicitud de Permiso de Afectación de Recursos Naturales		Retrasos en envío de la solicitud del permiso de afectación ambiental		Construcción		1	240	0.004149378	0.995850622
Construcción de Cellars		Retrasos en la tramitación de los permisos necesarios		Construcción		5	240	0.020746888	4.979253112
Solicitud y Justificación Técnica para perforar Pozos Superficiales	Retrasos en la elaboración de la Memoria Descriptiva	WTO (40%)	Geología & Operaciones (60%)	46	70	0.190871369	13.36099585		
	Cambios de datos esenciales (coordenadas, mapas topograficos, trayectorias)	WTO		35	45	0.145228216	6.53526971		
	Nuevos Requerimientos en Areas ya Construidas	Geología & Operaciones		6	45	0.024896266	1.12033195		
	Discrepancia en la Información	Geología & Operaciones		6	80	0.024896266	1.991701245		
Solicitud de Autorización para pruebas con Memoria Descriptiva para Pozos Observadores	Retrasos en la ejecución de la prueba por problemas de coordinación con representante del MENPET	Permisología		10	15	0.041493776	0.622406639		
	Falta de Insumos (sensores de fondo)	WTO		7	15	0.029045643	0.435684647		
Solicitud y Justificación Técnica para perforar Pozos Intermedios/Horizontales	Problemas operacionales	WTO		9	8	0.037344398	0.298755187		
	Contratos no concretados con las compañías de taladro	WTO		5	15	0.020746888	0.31120332		
	Cambios en datos esenciales despues de la aprobación del MENPET	Geología & Operaciones		38	70	0.157676349	11.0373444		
	Cambios en la Solicitud	Geología & Operaciones		8	70	0.033195021	2.323651452		
	Discrepancia en la Información	WTO		22	80	0.091286307	7.302904564		
	Eventos extraordinarios en la perforación de los pozos (por ejemplo: huelga en la comunidad)	WTO		16	90	0.066390041	5.975103734		
Reportes de Rutina	Retrasos en las correcciones en las solicitudes	Permisología		20	15	0.082987552	1.244813278		
	Solicitud de Permisos ya aprobados	Permisología		1	5	0.004149378	0.020746888		
	Por falla en alguno de los procedimientos de envío (falta firma, sello o estampillas)	Permisología		5	8	0.020746888	0.165975104		
	Retrasos en el suministro de información, necesaria para la elaboración de reportes de rutina	Geología & Operaciones		56	80	0.232365145	18.58921162		
Autorización de Suspensión/Abandono de Pozos		No hay retrasos reportados							
Solicitud de Autorización de Facilidades de Superficie con Memoria Descriptiva		No hay retrasos reportados							
Solicitud de Completación Original del Pozo		No hay retrasos reportados							
Pruebas Hidrostáticas		No hay retrasos reportados							
Pruebas Oficiales		No hay retrasos reportados							