

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

CRITERIOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTAS DE INVERSIÓN EN EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
de Ingeniero de Petróleo
Por el Br. Jiménez O. Juver J.

Caracas, Octubre de 2002.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

CRITERIOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTAS DE INVERSIÓN EN EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Azpúrua Armando

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
de Ingeniero de Petróleo
Por el Br.: Jiménez O. Juver J.

Caracas, Octubre de 2002.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso

A mis padres: Juan J. Jiménez y

Angela E. Oropeza M.

A mis hermanos, sobrinos y demás familiares,

En especial a mi cuñado Ramón Zambrano y

A mi primo Willy Oropeza

quienes no alcanzaron a ver mi meta realizada

A mis amigos, quienes influyeron de manera decisiva en la culminación de esta importante
tarea.

Su perseverancia, preocupación y estímulo han estado siempre presentes en mi vida
de estudiante.

AGRADECIMIENTOS

A mi Tutor Académico Armando Azpúrua por su valiosa colaboración, de manera desinteresada y a todas aquellas personas que contribuyeron a que esta investigación llegara a feliz término.

Br. Juver J. Jiménez O.

**CRITERIOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE
PROPUESTAS DE INVERSIÓN EN EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE
PETRÓLEO Y GAS NATURAL.**

Tutor Académico: Armando Azpúrua.

Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Petróleo. Año 2002, 138 p.

Palabras Claves: Criterios, Técnicas de Evaluación, Propuestas de Inversión, Herramientas de Evaluación, Indicador Económico.

RESUMEN. Los resultados de hoy son consecuencias de gestiones anteriores, nuestras o de otros. Todas las decisiones que tomamos tienen impacto en eventos futuros o los resultados se verán a futuro. Inmediatamente tendremos las consecuencias y más tarde las secuelas. El propósito de la siguiente investigación es determinar los criterios y técnicas utilizadas por las empresas petroleras de Venezuela y el Mundo para la toma de decisiones sobre inversiones de exploración y explotación de petróleo y gas natural. Se realizó una revisión de: libros, revistas, manuales, guías, paper SPE, boletines AAPG, páginas WEB de las empresas petroleras, contratistas y asociadas, etc., con el fin de determinar el “estado de arte” de la toma de decisiones en exploración y explotación de petróleo y gas natural. Las herramientas utilizadas para evaluar propuestas de inversión son: MATLAB, @RISK, Crystal Ball, Precision Tree, Software diseñados por las empresas petroleras, contratistas y asociadas. Las principales conclusiones que se obtuvieron son: los indicadores tradicionales no son aplicables a la evaluación de alternativas de inversión en exploración ya que los patrones no han sido diseñados para el tipo de problemas que en este caso tiene que enfrentar. Se cumplió la revisión de las referencias necesarias para iniciar una Línea de Investigación en materia de Evaluación de Propuestas de Inversión en Exploración y Producción de Petróleo y Gas Natural. La jerarquización de áreas prospectivas, se hace más en función de relaciones costo expectativas con parámetros tales como: el costo del barril descubierto, la reserva que de la rentabilidad o el flujo de efectivo generado.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE ECUACIONES	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
INTRODUCCIÓN	iv
EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE INVERSIÓN	1
PROPUESTAS DE INVERSIÓN	1
MÉTODO DE FLUJO DE CAJA DESCONTADO	4
1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTAS	4
2. FLUJO DE CAJA	4
3. HORIZONTE ECONÓMICO	5
3.1. El Activo Principal de la Propuesta	6
3.2. El Tipo de Propuesta	6
3.3. Las Condiciones Económicas - Políticas - Sociales del País	6
4. TASA DE DESCUENTO	7
4.1. Método de Costo Ponderado de Capital	8
4.1.1. Financiamiento Propio	8
4.1.2. Financiamiento Externo o Apalancamiento	9
4.2. Método de Equilibrio de Activos Financieros (CAPM)	10
4.2.1. Tasa Libre de Riesgo	11
4.2.2. Beta (β)	11
5. EVALUACIÓN EN TÉRMINOS REALES Y TÉRMINOS NOMINALES	12
5.1. Términos Reales o Constantes	12
5.2. Términos Nominales o Corrientes	13
6. DIAGRAMAS DE FLUJO DE CAJA	13
6.1. Comparación de Flujo de Caja	13
INDICADORES ECONÓMICOS	17
7. INDICADORES CUANTITATIVOS	19
7.1. Inversión (I)	19
7.2. Máxima Exposición de Capital (MEC)	20
7.3. Ganancia (G)	20
7.4. Valor Presente Neto (VPN)	21
8. INDICADORES CUALITATIVOS	26
8.1. Ingresos y Costos Unitarios	26
8.2. Relación Ganancia / Inversión	28
8.3. Período de Recuperación de la Inversión (PRI)	28
8.4. Período de Recuperación de la Inversión Descontado o Dinámico (PRID)	31
8.5. Eficiencia de la Inversión (EI)	34
8.5. Eficiencia de la Inversión Mejorada (EIM)	34
8.6. Tasa Interna de Retorno o Rendimiento (TIR)	35
8.7. Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	43
9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS INDICADORES	43
9.1. Perfil del Valor Presente Neto (PVPN)	43

9.2. Flujo de Efectivo Acumulado Versus el Tiempo.....	49
10. ANÁLISIS.....	50
11. UNA PROPUESTA NO ES UNA CAJA NEGRA.....	52
EL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN EL ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS INVERSIONES.....	54
12. DEFINICIONES DE RIESGO.....	54
13. CASO DE LA INDUSTRIA PETROLERA.....	56
14. TIPOS DE RIESGOS:.....	58
14.1. Riesgo Político.....	59
14.2. Riesgo Económico.....	59
14.3. Riesgo Técnico.....	60
15. CARACTERÍSTICAS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE.....	62
16. TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO EN LAS PROPUESTAS DE INVERSIÓN.....	65
17. TÉCNICAS NO PROBABILÍSTICAS.....	65
17.1. Tasa de Descuento Ajustada a Riesgo.....	66
17.2. Análisis de Sensibilidad.....	67
17.2.1. Procedimiento para la Técnica Análisis de Sensibilidad.....	68
17.2.2. Limitaciones del Análisis de Sensibilidad.....	69
18. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN LA INDUSTRIA PETROLERA.....	70
18.1. Objetivos.....	70
18.2. Procedimiento para la Elaboración del Diagrama Araña.....	71
18.3. Diagrama Araña e Interpretación.....	74
18.3. Diagrama Tornado.....	75
18.5. Análisis de una Propuesta según Diferentes Escenarios.....	76
18.6. Análisis del Punto de Equilibrio.....	76
19. TÉCNICAS PROBABILÍSTICAS.....	78
19.1. Valor Presente Neto Esperado.....	78
19.2. Varianza y Desviación Estándar.....	80
19.3. Simulación Montecarlo.....	83
19.3.1. Procedimiento para la Técnica Simulación Montecarlo.....	84
19.3.2. ¿Qué Simulación Montecarlo no puede hacer?.....	85
19.3.3. Futuro de la Simulación Montecarlo.....	86
19.3.4. Mal uso de la simulación.....	87
19.4. Árboles de Decisión (véase siguiente punto para mayor información).....	87
20. ÁRBOL DE DECISIÓN.....	87
20.1. Procedimiento para la Técnica Diagrama de Árbol.....	89
20.2. Pros y Contras de los Árboles de Decisión.....	90
20.3. Interpretación de Árboles de Decisión.....	91
21. MATRIZ DE DECISIÓN.....	92
22. JERARQUIZACIÓN DE LA CARTERA DE INVERSIONES.....	93
22.1. Jerarquización por el Indicador Tasa Interna de Rendimiento.....	97
22.2. Jerarquización por el Indicador Eficiencia de la Inversión.....	99
23. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTAS DE EXPLORACIÓN PETROLERA.....	100
23.1. LA EXPLORACIÓN, UN CASO DE TOMA DE DECISIONES BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE.....	101

23.2. LA EXPLORACIÓN, UN ELEMENTO DE COSTO DEL BARRIL COMERCIAL.....	101
24. HERRAMIENTAS.....	102
ANÁLISIS.....	104
CONCLUSIONES.....	105
RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS.....	108
ABREVIATURAS.....	112
GLOSARIO DE TÉRMINOS PETROLEROS Y FINANCIEROS.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de Flujo de Caja, Caso 1.	14
Figura 2. Diagrama de Flujo de Caja, Caso 2.	14
Figura 3. Diagrama de Flujo de Caja, Caso 3.	15
Figura 4. Clasificación de las inversiones de acuerdo al signo del flujo de efectivo.....	37
Figura 5. Perfil del VPN para una propuesta (caso 1).	45
Figura 6. Perfil del VPN para dos propuesta (caso 2).	45
Figura 7. Perfil del VPN para una propuesta acelerada (caso 3).	46
Figura 8. Perfil del VPN para las propuestas A y B.	47
Figura 9. Diagrama de Flujo de Efectivo Acumulado Vs. Tiempo.	50
Figura 10. Relación entre el Riesgo Técnico, Económico y Político.	60
Figura 11. Representación del Diagrama Araña.	73
Figura 12. Diagrama Tornado.	75
Figura 13. Punto de Equilibrio con precio constante.	76
Figura 14. Diagrama de Árbol de Decisión con Consecuencias Económicas.	89
Figura 15. Clasificación del presupuesto de capital para propuestas de inversión de acuerdo al indicador Tasa Interna de Rendimiento.	98
Figura 16. Clasificación del presupuesto de capital para propuestas de inversión de acuerdo al indicador Eficiencia de la Inversión.	99

ÍNDICE DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Costo Ponderado de Capital por el Método WACC.	9
Ecuación 2. Costo de Capital por el Método CAPM.	11
Ecuación 3. Ganancia.	21
Ecuación 4. Valor Presente Neto.	22
Ecuación 5. Valor Presente Neto en forma compacta.	22
Ecuación 6. Valor Presente Neto, otra forma de expresarlo.	22
Ecuación 7. Costos Unitarios.	27
Ecuación 8. Ingresos Unitarios.	27
Ecuación 9. Relación G / I.	28
Ecuación 10. Eficiencia de la Inversión.	34
Ecuación 11. Eficiencia de la Inversión Mejorada.	35
Ecuación 12. Tasa Interna de Retorno.	36
Ecuación 13. TIR primera expresión.	38
Ecuación 14. TIR segunda expresión.	38
Ecuación 15. TIR tercera expresión.	38
Ecuación 16. TIR cuarta expresión.	38
Ecuación 17. TIR expresada con sumatoria.	39
Ecuación 18. Factor de Incertidumbre R_F	62
Ecuación 19. Valor Esperado.	62
Ecuación 20. Tasa de Descuento Ajustada al Riesgo.	66
Ecuación 21. Margen.	78
Ecuación 22. Equilibrio en dólares.	78
Ecuación 23. Equilibrio en unidades.	78
Ecuación 24. Esperanza matemática del VPN.	79
Ecuación 25. Ecuación general de la esperanza matemática.	79
Ecuación 26. Desviación estándar respecto a la media.	80
Ecuación 27. Varianza del flujo de caja de año t.	80
Ecuación 28. Varianza del VPN.	81
Ecuación 29. Desviación Estándar.	81
Ecuación 30. Coeficiente de Variación.	82

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valor Presente Neto para la Propuesta A.	25
Tabla 2. Valor Presente Neto para la Propuesta B.	25
Tabla 3. Flujos Netos de Efectivo para las Propuestas A y B.....	30
Tabla 4. Flujo Neto de Efectivo Acumulado de las Propuestas A y B.	30
Tabla 5. Propuesta A descontado a una tasa de 10%.....	32
Tabla 6. Propuesta B descontado a una tasa de 10%.....	32
Tabla 7. Clasificación de una Inversión de acuerdo a los signos del flujo de caja.....	37
Tabla 8. Resultado del VPN y la TIR usando la herramienta Excel.	41
Tabla 9. Flujo de caja anual de las Propuestas A y B.	47
Tabla 10. VPN de los Propuestas A y B, a diferentes tasas de descuento.....	47
Tabla 11. Matriz de Decisión.....	92
Tabla 12. Indicadores Económicos para tres Propuestas de Inversión.	96
Tabla 14. Jerarquización de 3 Propuestas de Inversión.	96
Tabla 15. Jerarquización de Propuestas con el indicador TIR.	97

INTRODUCCIÓN

El objetivo general de la investigación es determinar los criterios y técnicas utilizadas por las empresas petroleras de Venezuela y el Mundo para la toma de decisiones sobre inversiones de exploración y explotación de petróleo y gas natural.

Se ha pretendido realizar un trabajo que inicie una línea de investigación en la Escuela de Ingeniería de Petróleo en el área de Evaluación Económica de Propuestas de Inversión.

El trabajo ha sido estructurado en capítulos. El capítulo 1, define el enfoque que en esta tesis se le da a la evaluación de propuestas de inversión y se explica la metodología del flujo de caja descontado, el cual es casi universalmente utilizado para valorar propuestas de inversión. En el capítulo 2, se explican los indicadores económicos. En el capítulo 3, se aborda el tema del riesgo y la incertidumbre. En el capítulo 4, se presentan las técnicas probabilísticas y no probabilísticas más usuales para el análisis de riesgo e incertidumbre. En el capítulo 5, es dedicado a la jerarquización de propuestas. En el capítulo 6, se mencionan brevemente un conjunto de herramientas comerciales y algunas utilizadas por las empresas petroleras.

La tasa de descuento es un parámetro importante para la evaluación de propuestas en una compañía petrolera. Con este parámetro (dato) se realiza el cálculo de los indicadores económicos de la propuesta, a saber: Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno, Eficiencia de la inversión, Período de Recuperación de la Inversión, etc.

La estimación de reservas y el pronóstico de producción están llenas de incertidumbre, y esta conlleva a través del proceso de decisión a como desarrollar el yacimiento. Muchas compañías en la actualidad usan una técnica probabilística para tratar la incertidumbre, pero como usted o su compañía deciden sobre la mejor estrategia de desarrollo del prospecto. Las herramientas de análisis de decisión MATLAB, @RISK, Crystal Ball y Software desarrollados por cada empresa ayudan a encontrar la estrategia óptima para manejar correctamente las probabilidades a través del proceso de decisiones y las políticas de la empresa.

EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE INVERSIÓN.

El propósito general del siguiente trabajo es determinar los criterios y las técnicas utilizadas por las empresas petroleras de Venezuela y el Mundo para la toma de decisiones sobre inversiones de exploración y explotación de petróleo y gas natural.

Los objetivos específicos son:

- ❖ Iniciar una línea de investigación en la Escuela de Ingeniería de Petróleo en el área de Evaluación Económica de Propuestas de Inversión.
- ❖ Conocer las técnicas que se usan en la actualidad para la toma de decisiones por las empresas petroleras, asociadas y contratistas.
- ❖ Determinar cuales son las tendencias en este campo, a partir del desarrollo de nuevas técnicas en etapa de investigación para la toma de decisiones.

PROPUESTAS DE INVERSIÓN.

La evaluación de propuestas de inversión es un conjunto de técnicas y procedimientos mediante los cuales se puede estimar los efectos que la realización de la propuesta tendrá sobre la organización que las lleva a cabo. De esta manera se puede escoger aquellas propuestas que al mejor juicio, contribuirán en mayor grado al logro de los objetivos de la organización, dentro de las limitaciones de acción que le impone el entorno y sus propias políticas.

El objeto de la evaluación de propuestas de inversión es el de permitir la escogencia racional de las oportunidades de inversión que más contribuyen al logro de los objetivos de la organización, entre el conjunto de propuestas que han sido analizadas y consideradas como factible de ser realizadas. En teoría y en situaciones hipotéticas, se han determinado las consecuencias de cada una de las propuestas analizadas en términos de su contribución a los objetivos, solo será necesario determinar la contribución agregada de cada una de las combinaciones factibles de propuestas de inversión, para escoger aquella que mejor satisface las expectativas de la organización. Las combinaciones factibles son aquellas

físicamente viables que no violan las restricciones que impone el ambiente o las propias normas y políticas de la organización, y que no exceden los recursos disponibles.

Los recursos con que cuenta una compañía^(a) son:

- ❖ Financieros (fondos de caja y bancos, crédito).
- ❖ Humanos (personal, organización).
- ❖ Físicos (plantas, equipos, recursos naturales).
- ❖ Tecnológicos (información, patentes).
- ❖ Comerciales (marcas, mercados).
- ❖ Morales (prestigio, relaciones).

La estrategia ideal sería optimizar el uso de todos los recursos de la empresa. Sin embargo, en una empresa de gran envergadura, optimizar todos los diferentes recursos para el uso de objetivos múltiples, ante miles de oportunidades de inversión, es una tarea prácticamente imposible.

Con los recursos financieros se pueden obtener los recursos humanos, físicos y tecnológicos, y con esto y el esfuerzo y voluntad de las partes interesadas obtener los recursos comerciales y morales. Esta es la razón por la cual las técnicas de optimización del recurso financiero son las que están más desarrolladas y las que tienen procedimientos de amplia aceptación, y son el tema de este trabajo.

Sin embargo, no debe perderse de vista que en circunstancias particulares, lo más importante es optimizar el uso del **recurso limitante o crítico**, esto es, del recurso que se considera va a agotar primero que todos en la búsqueda del logro de los objetivos de la organización. Si bien los demás recursos se pueden obtener a partir de los recursos financieros, en el largo plazo, esto no es siempre posible en el corto ni en el mediano plazo.

^(a) Armando Azpúrua, **Evaluación de Propuestas de Inversión en Exploración y Producción de Petróleo**. Prólogo a la primera edición, *passim*.

La información detallada que debe presentar un programa o una propuesta, para solicitar su aprobación en el presupuesto de una compañía, se define como una *Propuesta de Inversión*^(b). Este documento es fundamental, explica y justifica el requerimiento, proporcionando todos los recaudos que demuestren la necesidad y prioridad de la misma. Estas propuestas se elaboran para soportar las inversiones requeridas por las compañías.

Partes de una Propuesta de Inversión:

- ❖ Hoja resumen de la propuesta.
- ❖ Resumen técnico o técnico – económico.
- ❖ Evaluación económica.
- ❖ Otros soportes que faciliten el proceso de aprobación de la misma.

En las propuestas con variables sujetas a incertidumbre se debe construir el análisis de sensibilidad que corresponda, y para su interpretación y análisis se dibuja el diagrama tornado y el diagrama araña para cada una de las alternativas a ser evaluadas.

Los procedimientos de más amplia aceptación en la Industria Petrolera para optimizar el uso de los recursos financieros se conoce como **Método de Flujo de Caja Descontado**, que es el que exponemos en el siguiente trabajo.

^(b) Pdvsa, **Guía para la elaboración de Propuestas de Inversiones**, pp. 4 y 5.

MÉTODO DE FLUJO DE CAJA DESCONTADO.

Para realizar una evaluación económica de propuestas de inversión es necesario que todas las alternativas a ser evaluadas tengan la misma base, tomando en consideración el valor del dinero en el tiempo. La metodología empleada se analizará a continuación.

1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTAS^(c).

La metodología más ampliamente aceptada para la evaluación financiera de propuestas se conoce como *Flujo de Caja Descontado*. Esta consiste en un modelo matemático financiero, en el cual se simulan las variables económicas y financieras asociadas a cada proyecto durante su operación futura. Relaciona los tres elementos básicos del negocio: la inversión, los ingresos y los gastos, bajo ciertas condiciones financieras de costo de capital y expectativa de ganancia del inversionista, a fin de obtener como resultado unos indicadores sobre la efectividad financiera del negocio bajo un entorno de riesgo determinado.

Esta metodología es la utilizada en la Industria Petrolera para la evaluación de cada proyecto en particular. Los conceptos y componentes relacionados con ella se detallan a continuación:

2. FLUJO DE CAJA^(d).

Todo proceso de inversión genera un flujo de caja, también llamado flujo de efectivo, lo cual no es más que el resultado de la cantidad de dinero que va a ingresar y egresar de las arcas del inversionista, llámese empresa productora, de servicios, de comercio, etc. Como consecuencia de la inversión bajo consideración el flujo de caja puede ser determinado para cualquier período: semana, mes, año, etc.

Se determina con los ingresos y egresos que durante el horizonte económico establecido genere la propuesta, la estimación del flujo de efectivo constituye la primera

^(c) Corpoven, S. A., *Evaluación Económica de Proyectos*, Capítulo 3, p. 15, passim.

^(d) Ídem.

fase de evaluación. La buena calidad de las estimaciones y el mayor conocimiento respecto a las variables a ser consideradas inciden en la obtención de resultados más reales.

Por lo tanto, el Flujo de Caja neto estará representado por la diferencia entre los ingresos y los egresos:

$$\text{Flujo de Caja} = \text{Flujo de Ingresos} - \text{Flujo de Egresos}$$

El flujo de ingresos lo componen todas aquellas entradas líquidas generadas por el proyecto, representadas por las ventas de producción, servicios, etc.

De manera similar, el flujo de egresos lo componen todas aquellas salidas líquidas (pagos) que se requieren para la ejecución del proyecto. En la industria petrolera, éste se compone principalmente por la inversión, los costos de personal, los costos por mantenimiento y operación, los impuestos, las regalías, el capital de trabajo, etc.

A los efectos de la evaluación financiera de proyectos se consideran, generalmente, los flujos anuales relativos a las inversiones, como si estas tuvieran lugar al principio del período, y al final del período, para el caso de los ingresos y otros egresos. Esta consideración, si bien no representa con exactitud la realidad operativa del negocio día a día, es compensada por la simplificación de los cálculos y las estimaciones, con un grado de desviación aceptable, lo cual se conoce como descontar discretamente, aún cuando existen empresas que utilizan el método del descuento continuo.

3. HORIZONTE ECONÓMICO^(e).

El horizonte económico de un proyecto se refiere al período de tiempo establecido durante el cual se calcularán los flujos de caja de una propuesta de inversión. Este horizonte económico incluye el período de inversiones y el período de operación.

El criterio para la determinación del horizonte económico no debe ser, de ninguna manera, arbitrario y para ello, los siguientes aspectos deben ser cuidadosamente estudiados:

^(e) *Ibidem*, pp. 16 y 17.

3.1. El Activo Principal de la Propuesta.

Toda propuesta de inversión produce ingresos mediante el uso de los activos en los cuales se invirtió. Estos activos tienen un período estimado de servicio el cual se conoce con el nombre de vida útil. Lógicamente, el horizonte económico deberá ser, como máximo, el período de inversión inicial más el período de vida útil del activo principal. En la industria petrolera, esta consideración juega un papel preponderante en la determinación del horizonte económico y, cuando este criterio prevalezca, se recomienda fijar el período operación coincidente con la vida útil del activo principal.

3.2. El Tipo de Propuesta.

Existen propuestas, de corto, mediano o largo plazo, dependiendo del objetivo que se pretenda con los mismos. El caso típico de un negocio a muy corto plazo es el de comprar un restaurante con fines de hacer el punto y venderlo. En este caso, el horizonte económico debe ser corto. Asimismo, la inversión en una matriz para la fabricación de juguetes tendrá un horizonte económico corto, pues la colocación de estos productos en el mercado está estrechamente ligada al gusto del consumidor (moda). Por el contrario, una propuesta de inversión para la explotación de un yacimiento petrolero tendrá un horizonte mucho mayor ya que, si se toma en consideración el ciclo de vida del producto, así como el tiempo de desarrollo de la infraestructura, esto lleva a pensar que el cálculo de los flujos se realizará, como mínimo, a lo largo de una duración igual a la vida productiva de dicho yacimiento.

3.3. Las Condiciones Económicas - Políticas - Sociales del País.

El establecimiento del horizonte económico debe contemplar las condiciones de estabilidad económica, política y social de un país cuando las mismas puedan afectar los resultados de la propuesta de inversión. Cuando estas condiciones sean de inestabilidad, un inversionista exigirá un horizonte económico corto que le permita recuperar su inversión y el fruto de ésta rápidamente, compensando así parte del riesgo que las mismas puedan imponer a la propuesta.

El horizonte económico arranca en el año cuando se sucede el primer flujo de caja y éste se extiende por el período equivalente a la inversión más el período de vida que se haya determinado según los aspectos anteriores.

4. TASA DE DESCUENTO.

Independientemente de la inflación^(f), el dinero tiene un valor en el tiempo o, en otras palabras, el capital tiene un valor o costo que se representa a través de una tasa de interés. La tasa que representa el valor al cual un inversionista está dispuesto a arriesgar su capital se conoce como *Tasa de Descuento*, siendo uno de sus componentes el costo de oportunidad. Es universalmente llamada tasa de descuento, y algunas veces denominada “uso alternativo del dinero”, factor que deriva de su uso en el presupuesto, o el rendimiento de una tasa marginal, siendo la tasa de retorno sobre la ganancia de la inversión.

En empresas grandes la elección del factor de descuento no es delegado a un analista individual, sino que es asignada como una figura uniforme a ser utilizada a través de la empresa para permitir la comparación de la cartera de propuestas presentadas a la empresa.

La industria petrolera utiliza una tasa de descuento que, además de considerar el costo de capital, cubre el riesgo promedio que puedan generar propuestas de diferente índole, así como una cuota de participación para las propuestas que no generan ingresos.

Algunas empresas asignan un valor a cada tipo de riesgo (económico, geológico, político, y otros definidos), para derivar la tasa de descuento y emplearla para una propuesta determinada. Aunque este planteamiento para derivar la tasa de descuento tiene méritos es más complicado su uso y el criterio de decisión es extremadamente dependiente de las suposiciones subjetivas hechas en la derivación de la tasa de descuento.

Una tasa de descuento típica está relacionada al tamaño de la compañía y el riesgo industrial en la cual la empresa opera. Típicamente, una compañía usa un porcentaje de tasa de descuento para evaluar todas sus potenciales propuestas. Dentro de corporaciones internacionales grandes, una tasa de descuento específica puede ser derivada para países

^(f) El término inflación se utiliza para definir el continuo y constante incremento de los precios y se mide por el deterioro del poder adquisitivo.

individuales que refleja todos los riesgos económicos de operar en ese país. Por ejemplo, dos prospectos de perforación exploratoria, similares en potencial geológico, pero una toma lugar en Texas, la otra en un país subdesarrollado con problemas políticos y económicos pueden tener diferente tasa de descuento debido a los diferentes riesgos involucrados.

De los párrafos previos se infiere que la tasa de descuento depende de varios factores, y la magnitud es función de:

- ❖ El costo de capital.
- ❖ Rendimiento conveniente sobre la inversión involucrada, y
- ❖ Una compensación por riesgo.

Existen dos métodos comúnmente utilizados en la determinación de la tasa de descuento:

- ❖ Método de Costo Ponderado de Capital.
- ❖ Método del Equilibrio de Activos Financieros.

4.1. Método de Costo Ponderado de Capital^(g).

El costo ponderado de capital, traducción del inglés "*Weighted Average Cost of Capital (WACC)*", se utiliza para determinar la tasa de descuento partiendo del principio de que el inversionista espera, como mínimo, un retorno sobre el costo de su capital. El costo del capital es el resultante de ponderar el costo del dinero proveniente del financiamiento propio y del externo. A tales efectos, se puede definir:

4.1.1. Financiamiento Propio.

Cuando se utilizan fondos internos bajo la premisa de que el capital tiene un costo de oportunidad, aun siendo del inversionista.

^(g) Corpoven, S. A., op. cit., pp. 19 y 20.

4.1.2. Financiamiento Externo o Apalancamiento.

Cuando se utilizan una o más fuentes de financiamiento externo para obtener los fondos necesarios para la ejecución de la propuesta a un interés o costo determinado.

Esta metodología requiere el conocimiento detallado del costo del dinero de la empresa, así como el costo de los fondos externos, dando como resultado una tasa de descuento promedio. Este método resulta apropiado para empresas cuyas propuestas tienen un riesgo similar a la actividad en marcha y su nivel de endeudamiento permanece en una proporción constante.

Conceptualmente el WACC permite evaluar las decisiones de inversión reconociendo que las propuestas/empresas son financiadas por diferentes entes, accionistas y prestamistas, los cuales esperan recibir una rentabilidad mayor o igual al costo de su capital. El WACC es un concepto nominal y varía con el tiempo en la medida que la estructura de capital de una empresa varía.

Matemáticamente el WACC se calcula según la siguiente fórmula (en este caso el WACC se usa sobre flujos de caja no apalancados).

Ecuación 1. Costo Ponderado de Capital por el Método WACC.

$$WACC = C_e * \%E + \sum (C_{di} * \%D_i) * (1 - T)$$

donde:

C_e : Costo de capital accionista (equity).

$\%E$: Porcentaje de participación del equity/activo total.

C_{di} : Costo de la deuda i .

$\%D_i$: Porcentaje de participación deuda i /activo total.

T : Tasa marginal de impuesto sobre la renta.

El costo ponderado de capital (WACC) para un estimado de una compañía es 10%.

Aun cuando esta tasa considera una provisión para el riesgo y las propuestas no generadoras de ingreso, su principal desventaja reside en que la utilización de un promedio único para la empresa no permite tratar a las propuestas de manera particular.

Profundizando en la observación anterior se tiene que al evaluar una propuesta de muy bajo riesgo a una tasa de descuento promedio para la empresa, se exige un rendimiento mayor que el costo mínimo de capital que ésta debería cubrir. Esta misma aseveración puede ser aplicada para una propuesta de alto riesgo evaluada con una tasa promedio, caso en el cual no se exige el nivel de riesgo mínimo que dicha propuesta debería cubrir.

Esta estimación de la tasa de descuento representa una simplificación para las empresas con grandes carteras de propuestas ya que reduce, en buena forma, los esfuerzos necesarios para la obtención de tasas de descuento particulares para cada propuesta, incluyendo estudios especiales para aquellos casos que así lo ameriten.

4.2. Método de Equilibrio de Activos Financieros (CAPM)^(h).

El método de equilibrio de activos financieros, conocido por su término inglés "*Capital Assets Pricing Model (CAPM)*", consiste en asignar una tasa de descuento similar al rendimiento de las acciones de empresas cuyas actividades tienen características similares a las de la propuesta que se evalúa. Este método introduce una aproximación para sobreponer las limitaciones que implica el uso de una tasa promedio única, es el método más aceptado para la determinación de la tasa de descuento como función del riesgo, se fundamenta en que solamente aquella parte del riesgo que no es diversificable merece compensación. El CAPM a su vez supone, entre otras cosas, que los inversionistas comparten las mismas expectativas y el mismo horizonte de inversión.

Este método se fundamenta en la autorregulación de los mercados que, a su vez, está íntimamente ligado al riesgo de capitales. El método de equilibrio de activos financieros para USA recoge la experiencia de más de 50 años en la Bolsa de Nueva York (NYSE)

^(h) Ídem.

demostrando que, el mercado de capitales, ajusta el interés de un negocio en términos del riesgo asociado a su actividad.

La fórmula utilizada para calcular la tasa de descuento bajo esta metodología es la siguiente:

Ecuación 2. Costo de Capital por el Método CAPM.

$$R_{\text{esperado}} = T_{\text{libre de riesgo}} + B * (R_{500} - T_{\text{libre de riesgo}})$$

donde:

R_{esperado} : Rentabilidad Esperada.

$T_{\text{libre de riesgo}}$: Tasa de inversión libre de riesgo.

B: Coeficiente de riesgo de la propuesta.

R_{500} : Rentabilidad promedio de las 500 mayores empresas de mercado.

A continuación se explica con más detalle cada uno de los componentes del método de equilibrio de activos financieros:

4.2.1. Tasa Libre de Riesgo.

Corresponde al retorno obtenido por la compra de títulos considerados totalmente solventes. Esta tasa está representada, en la actualidad, por el rendimiento de las letras del tesoro del gobierno con plazo de pago menor a un año.

4.2.2. Beta (β).

Es la medida de riesgo respecto al mercado. A una inversión sin riesgo, como la descrita en el párrafo anterior, se le asigna un coeficiente beta igual a cero. Una inversión que tenga como riesgo el promedio del mercado tendrá un beta igual a uno y, en la medida en que se incrementa el nivel de riesgo en función del promedio del mercado, el coeficiente beta asumirá valores mayores que uno. De la misma manera, inversiones de menor riesgo tendrán coeficientes beta entre cero y uno.

Otro supuesto fundamental en la consideración del beta es la libre movilidad de capital de un país a otro, lo cual obliga a que, al evaluar inversiones en otros países, deba incorporarse el riesgo país como un componente adicional del mismo.

La rentabilidad promedio de las 500 mayores empresas está representada por el Índice Compuesto publicado por la empresa Standard & Poor's (consultora internacional dedicada a la calificación de riesgo financiero e información financiera), como resultado del rendimiento de una cartera de acciones ordinarias de las 500 mayores empresas. Esta rentabilidad se asume como el promedio del mercado.

Conforme a este método, cada propuesta debe evaluarse según sus propias características de riesgo y, aun cuando no se pueda medir en forma exacta su beta o prima de riesgo respecto al mercado, será más razonable utilizar una tasa de descuento particular basada en comparaciones con el mercado, asumiendo las propuestas de inversión como si fueran pequeñas empresas que permitan establecer dicha comparación.

5. EVALUACIÓN EN TÉRMINOS REALES Y TÉRMINOS NOMINALES⁽ⁱ⁾.

Existen dos formas de realizar una evaluación económica, en términos reales o en términos nominales. La definición de cada uno de estos métodos se presenta a continuación:

5.1. Términos Reales o Constantes.

Una proyección en términos reales, es aquella en la cual se hace abstracción del efecto inflacionario. Los precios y los costos se determinan de acuerdo al valor de un año base. Es usual sobrentender que los valores del año base se refieren a final de año. Sin embargo, para ofrecer mayor claridad sobre el valor real utilizado, muchas veces es recomendable hacer referencia a la fecha base completa ya que, no hacerlo, puede generar distorsiones importantes cuando se realizan evaluaciones en economías inflacionarias.

⁽ⁱ⁾ *Ibidem*, pp. 21 y 22.

5.2. Términos Nominales o Corrientes.

Una proyección en términos nominales es aquella que involucra la inflación en todos los elementos que la componen. Así por ejemplo, el precio unitario de un artículo se ve afectado de año en año y en forma de progresión geométrica por el monto de la tasa inflacionaria. Lo mismo ocurre con el costo unitario, los costos fijos y las demás partidas.

Se estudia el análisis de las decisiones de inversión mediante la evaluación económica de propuestas utilizando términos reales. Ahora bien, debido a la importancia que ha tomado el dominio de estos conceptos en un ambiente inflacionario, se hace necesario, por su parte, detallar la estructuración y análisis de propuestas bajo este contexto.

6. DIAGRAMAS DE FLUJO DE CAJA.

El diagrama de flujo de caja es simplemente un bosquejo gráfico que representa el tiempo y la dirección de las transferencias monetarias. El diagrama empieza con una línea horizontal, llamada línea del tiempo. La línea del tiempo representa la duración del ejercicio económico (horizonte económico), y es dividido en períodos fraccionados.

6.1. Comparación de Flujo de Caja.

Considere una situación en que una suma de dinero es pagada. Las diferentes sumas son recibidas en cinco años. Estas pueden ser mayores, debido al interés recibido sobre el uso del dinero por los cinco años. El diagrama es el siguiente:

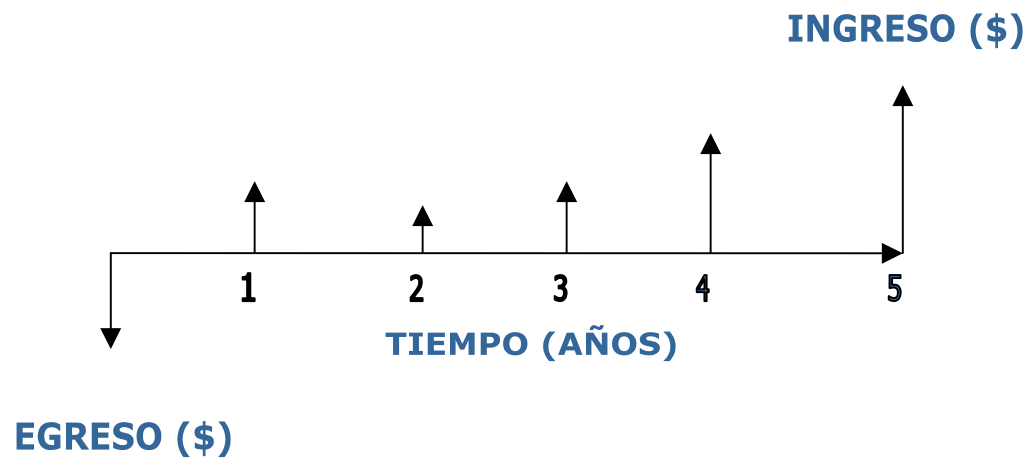


Figura 1. Diagrama de Flujo de Caja, Caso 1.

FUENTE: Elaboración propia.

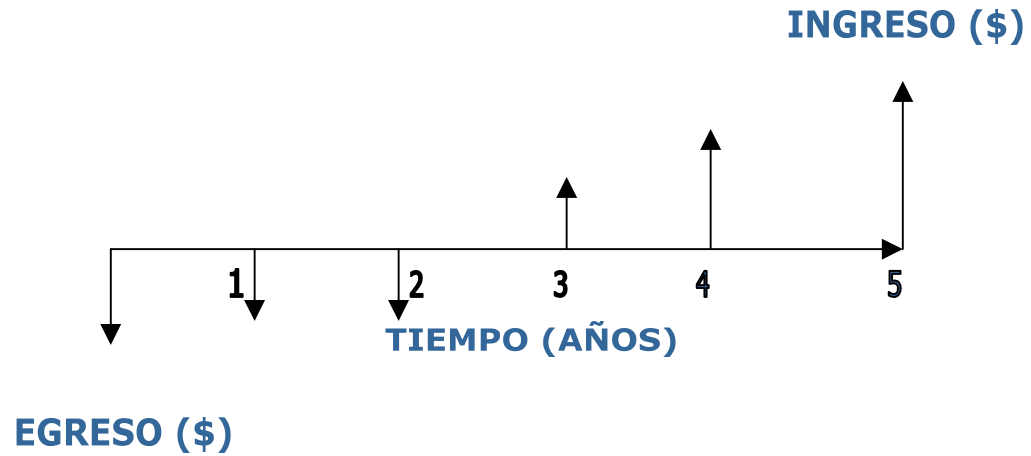


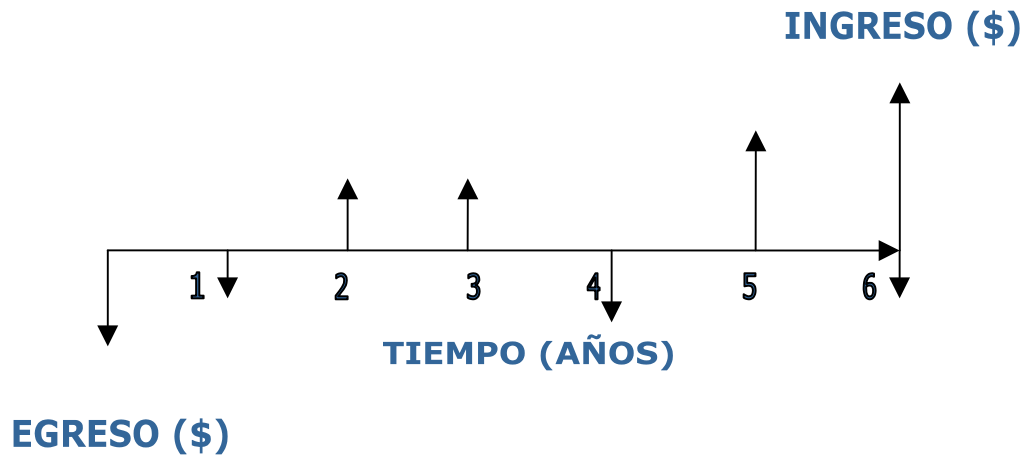
Figura 1. Diagrama de Flujo de Caja, Caso 2.

FUENTE: Elaboración propia.

La Figura 1. Diagrama de Flujo de Caja, Caso 1.**FUENTE:** Elaboración propia.

y Figura 1 presentan un patrón de flujo de caja convencional, es decir, consiste en un desembolso inicial seguido de una serie de entradas de efectivo.

El intercambio de dinero en un ejercicio es descrito por flechas verticales. El dinero recibido (ingresos) es representado por una flecha apuntando hacia arriba desde el punto de tiempo cuando la transacción ocurre. Los egresos son representados por una flecha apuntando hacia abajo. Algunas veces el dinero es recibido y pagado al mismo tiempo de referencia. Esto puede ser representado como una flecha sencilla de la transacción neta realizada, mostrando ambas flechas positivas y negativas, de esta forma se mantiene un resultado de toda la actividad. Esto puede ser diagramado como sigue:

**Figura 3. Diagrama de Flujo de Caja, Caso 3.****FUENTE:** Elaboración propia.

La flecha apuntando hacia arriba al final del diagrama indica los ingresos recibidos y el cierre de la transacción incluso aunque hubo desembolsos a ese tiempo. El cierre de caja neto es la suma algebraica de los dos flujos.

La longitud de las flechas, positiva o negativa, es dibujada en una escala representando la magnitud de los flujos de caja para el período. Aun un estimado (ninguna escala es usada) puede ser muy útil en el seguimiento de los flujos de ingresos y egresos.

En el Diagrama de Flujo del Caso 3, se observa un patrón de inversión, ingresos y reinversiones durante el horizonte económico de planeación de una propuesta determinada, este es un patrón de flujo no convencional. Ejemplo de este patrón en la industria petrolera son las propuestas de recuperación secundaria, una reperforación, compresión de gas de un campo y otras propuestas con aceleración de la tasa cuando son analizados en un ciclo económico completo para los proyectos empezados, es decir, en un horizonte económico.

INDICADORES ECONÓMICOS.

Hasta ahora se ha visto cómo todo proceso de inversión genera un flujo de caja anual durante el horizonte económico establecido. Estos flujos de caja por sí solos no ofrecen información fácilmente interpretable, por lo cual se ha desarrollado una serie de fórmulas que permiten obtener indicadores económicos, cuyos resultados ofrecen una orientación acerca de la conveniencia económica del proyecto.

En esta sección se describen los diversos indicadores que se utilizan en el análisis de resultados de las evaluaciones económicas y cuál (o cuáles) indicador (es) económico (s) debe (n) utilizarse en la toma de decisiones. Armando Azpúrua⁽ⁱ⁾ en principio clasifica los indicadores en:

- ❖ Indicadores Cualitativos.
- ❖ Indicadores Cuantitativos.

Los indicadores cualitativos nos dan información sobre las propiedades intrínsecas de la propuesta, mientras que los indicadores cuantitativos nos dan información sobre la magnitud de la propuesta, sobre sus propiedades extensivas.

Un indicador económico debe tener una definición inambigua, a partir de la información que provee la valoración de los efectos de una propuesta de inversión, preferentemente sería una expresión matemática. Debe ser de utilidad para quienes intervienen en el proceso de toma de decisión en la empresa, esto es, servir de medida de comparación, ya sea con experiencias anteriores, o con alternativas actuales de inversión. La definición de un indicador económico no puede basarse en justificaciones teóricas, sino en su utilidad dentro de dicho proceso.

Cada una de las dos clasificaciones mencionadas está formada por una serie de indicadores económicos, entre los cuales se tienen:

⁽ⁱ⁾ Azpúrua, op. cit., p. 3.15., opina que según el uso a que se destina los indicadores económicos pueden ser por naturaleza cualitativos y cuantitativos.

INDICADORES CUANTITATIVOS.

- ❖ Inversión (I).
- ❖ Máxima Exposición de Capital (MEC).
- ❖ Ganancia (G).
- ❖ Valor Presente Neto (VPN).

INDICADORES CUALITATIVOS.

- ❖ Ingresos y Costos Unitarios.
- ❖ Relación Ganancia / Inversión.
- ❖ Período de recuperación de la Inversión (PRI).
- ❖ Período de Recuperación de la Inversión Descontado (PRID).
- ❖ Eficiencia de la Inversión (EI).
- ❖ Eficiencia de la Inversión Mejorada (EIM).
- ❖ Tasa Interna de Rendimiento (TIR).
- ❖ Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM).

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS INDICADORES.

- ❖ Flujo de Efectivo Acumulado.
- ❖ Perfil del Valor Presente Neto.

TAMBIÉN LOS INDICADORES ECONÓMICOS SE DIVIDEN EN:

- ❖ Estáticos y
- ❖ Dinámicos.

Los indicadores estáticos no consideran el valor del dinero en el tiempo, mientras que los indicadores dinámicos si lo consideran.

Existe una serie de indicadores que no consideran el valor del dinero en el tiempo. Su utilización se recomienda, únicamente, como una evaluación preliminar a fin de determinar en una primera instancia, la posible conveniencia de ejecutar una propuesta. Si la propuesta no cumple con las expectativas bajo el criterio de estos indicadores, tampoco sobrepasará dichas expectativas al considerar el valor del dinero en el tiempo.

La incorporación del tiempo como variable para el cálculo de los indicadores dinámicos permitirá analizar, en forma más exacta, el comportamiento de los flujos de caja de los modelos financieros.

Cada indicador tiene sus ventajas y desventajas, se determinará que tan bien se desempeña cada uno de ellos, en términos de la identificación de aquellas propuestas que maximizará el valor financiero de la empresa.

7. INDICADORES CUANTITATIVOS.

Los indicadores cuantitativos dan información sobre la magnitud de la propuesta, y entre los más utilizados destacan los siguientes:

7.1. Inversión (I).

La manera más corriente de describir la magnitud de un programa o propuesta es exponiendo el costo de la inversión. Esto corresponde a la suma de todas las erogaciones clasificadas como gastos de capital o inversiones, lo cual incluye costos de maquinarias, equipos e instalaciones y los gastos capitalizables, de acuerdo a las prácticas contables de la empresa.

La definición de lo que es capital y lo que es gasto puede variar de empresa a empresa y de país a país, de acuerdo a sus prácticas contables y de la legislación vigente. Por ello, el indicador inversión para una misma propuesta puede tener un significado

distinto de una empresa a otra. La definición de este indicador no deriva del flujo de efectivo, y por ello no cumple cabalmente con el requisito de ser inambiguo.

Otra crítica que se le hace al indicador Inversión es que la sumatoria de gastos de inversión se lleva a cabo sin tomar en consideración para nada el momento en que se realiza la erogación, por lo tanto, no se toma en consideración el valor del dinero en el tiempo. Para subsanar esta deficiencia, se ha propuesto utilizar Inversión Descontada, que es la sumatoria de las erogaciones por concepto de inversión, descontadas de acuerdo al año en que se realiza y una tasa de descuento establecida por la Empresa. Este indicador metodológicamente es más correcto, pero no ha tenido mucha aceptación.

7.2. Máxima Exposición de Capital (MEC).

Para eliminar la ambigüedad implícita en la definición del indicador Inversión, se define el indicador *Máxima Exposición de Capital (MEC)*, como el valor mínimo que adquiere el flujo de efectivo acumulado de una propuesta de inversión. A diferencia del indicador Inversión, este no depende de las prácticas contables de la empresa en cuanto a definición de Gastos de Inversión y Gastos Capitalizables, sino de la valoración realizada para hacer la evaluación de la propuesta.

La MEC tampoco toma en cuenta el valor de dinero en el tiempo, se ha propuesto usar una MEC descontada, pero esto como indicador económico no ha tenido mucha aceptación.

La Máxima Exposición de Capital se conoce también como Capital Máximo Comprometido y, en inglés, como Maximum Cash in Red, Maximum Capital Exposure, Maximum Cash Out-of-Pocket, Maximum Cash Outlay.

7.3. Ganancia (G).

El indicador Ganancia es la suma de todos los ingresos imputables a la propuesta bajo evaluación, es la sumatoria de los flujos de efectivo durante el horizonte económico de la propuesta. Es también el valor del flujo acumulado al último año del horizonte económico. En términos del flujo de efectivo, puede expresarse como:

Ecuación 3. Ganancia.

$$Ganancia = \sum_{t=0}^{t=n} FE_t$$

Donde **n** es el número de años de la propuesta.

La Ganancia adolece del mismo defecto que los indicadores anteriores con relación al valor del dinero en el tiempo, ya que no toma en cuenta el momento en que ocurren los ingresos y los egresos. Se le conoce también como Flujo Neto Acumulado no Descontado.

7.4. Valor Presente Neto (VPN).

El principal problema, dejando a un lado la determinación del costo de oportunidad del capital de la propuesta, es el de la valoración del activo que se creará al realizar la inversión (una refinería, un edificio, etcétera). Así, cuando se valora una propuesta de inversión se efectúa una previsión de los flujos de caja que promete generar en el futuro y se procede a calcular su valor presente con el objeto de poder comparar, en un momento determinado de tiempo (el actual), el valor global de dichos flujos de caja con respecto al desembolso inicial que implica la realización de dicha propuesta.

El valor presente neto es uno de los criterios de comparación más comúnmente empleados en las empresas, además, es el criterio más acorde al objetivo general de todo directivo, la maximización del valor de la empresa para el accionista, puesto que indica exactamente cuanto aumentará de valor la empresa si realiza la propuesta que se está valorando. El valor presente neto mide el capital creado a la compañía a una tasa de descuento determinada.

Conceptualmente el “*Valor Presente Neto*” corresponde al valor actual de los Flujos de Efectivo Neto (Ingresos – Egresos) determinados para una propuesta conforme a su Horizonte Económico. Otra forma de expresarlo es por *Valor Presente Neto* (VPN) el valor actual de todos los rendimientos futuros esperados, es decir, la suma de todos los flujos anuales descontados al año base.

Como un indicador de decisión económica el VPN reconoce el valor del dinero en el tiempo y aplica la misma ponderación a todos los ingresos futuros. Para calcular el valor presente o valor actualizado del flujo de efectivo como también es conocido, éste se descuenta a una tasa de interés dada (tasa de descuento), la sumatoria de los flujos de efectivo descontados, que estructuran la propuesta, constituyen el Valor Presente Neto.

Matemáticamente el Valor Presente Neto de una serie de flujos se expresa a través de la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Valor Presente Neto.

$$VPN = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

O en forma compacta usando sumatoria:

Ecuación 5. Valor Presente Neto en forma compacta.

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Ecuación 6. Valor Presente Neto, otra forma de expresarlo.

$$VPN = -I_o + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

donde:

CF_t : Consiste en el flujo neto de efectivo esperado en el período t , y r es el costo de capital de la propuesta. Los flujos de salida (egresos) de efectivo se tratan como flujo de efectivo negativos mientras que los ingresos poseen signo positivo.

Nota:

En la Ecuación 6, I_o corresponde a la inversión inicial y es la fórmula como Excel realiza el cálculo de esta función.

En propuestas de gran tamaño los flujos de efectivo ocurren durante varios años antes de que comiencen las operaciones y de que los flujos de efectivo empiecen a ser positivos.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que cuando se analiza una propuesta de inversión bajo la óptica del indicador VPN se están realizando una serie de supuestos que afectan el resultado obtenido. Los principales son:

- ❖ Los flujos de caja que el proyecto promete generar pueden reemplazarse por sus valores medios esperados y éstos se tratan como valores conocidos desde el principio del análisis. Este supuesto implica ignorar que la directiva puede alterarlos a adaptar su gestión a las condiciones imperantes en el mercado durante toda la vida de la propuesta. Esta flexibilidad crea valor para la propuesta de inversión, valor que el indicador VPN, por ejemplo, es incapaz de reflejar.
- ❖ La tasa de descuento es conocida y constante, dependiendo únicamente del riesgo. Lo cual implica suponer que el riesgo es constante, suposición falsa en la mayoría de los casos, puesto que el riesgo depende de la vida que le quede al proyecto y de la rentabilidad actual del mismo a través de efecto del apalancamiento operativo. Por tanto, la tasa de descuento varía con el tiempo y, además, es incierta.
- ❖ La necesidad de proyectar los precios esperados a lo largo de todo el horizonte temporal de la propuesta es algo imposible o temerario en algunos sectores, porque la gran variabilidad de aquéllos obligaría a esbozar todos los posibles caminos seguidos precios al contado a lo largo de horizonte de planificación. Como esto es muy difícil de hacer, de cara a la aplicación del VPN, arbitrariamente se eligen unos pocos de los muchos caminos posibles.

En resumidas cuentas, las principales limitaciones del VPN surgen básicamente por realizar una analogía entre una cartera de bonos sin riesgo y un proyecto de inversión real.

Criterios de decisión económica del indicador valor presente neto para aceptar una propuesta:

- ❖ Si el resultado del VPN es cero significa que los flujos de efectivo de la propuesta son justamente suficientes para reembolsar (recuperar) el

capital invertido y para proporcionar la tasa requerida de rendimiento sobre ese capital se dice que la propuesta es indiferente.

- ❖ Si el resultado del VPN es positivo significa que la propuesta satisface desde un punto de vista económico las exigencias requeridas, entonces estará generando más efectivo del que necesita para recuperar su deuda y generar el rendimiento propuesto por los accionistas, este exceso de efectivo se acumulará para los accionistas de la empresa, por lo tanto, si una empresa toma un proyecto con un VPN positivo, la posición de los accionistas se verá mejorada y el proyecto debería ser aceptado.
- ❖ Si el resultado del VPN es negativo, significa que los flujos de efectivo descontados a la tasa establecida son insuficientes para recuperar la Inversión en el Horizonte Económico correspondiente. En este caso, la decisión estrictamente económica debe ser “no invertir”.
- ❖ Si los proyectos son mutuamente excluyentes, aquel que tenga el VPN más alto deberá ser elegido, siempre y cuando el VPN sea positivo. Cuando dos propuestas tengan un VPN negativo y son obligatorias se escoge la que genere menos pérdidas a los accionistas.

Las inversiones que realiza la empresa deben ser constantemente vigiladas y supervisadas por los responsables del área financiera sin excepción.

EJEMPLO 1.

Sabiendo que la tasa de descuento es 10%. Calcule el VPN de las propuestas A y B.

Tabla 1. Valor Presente Neto para la Propuesta A.

Propuesta A	0	1	2	3	4
Flujo Neto de Efectivo	(1,000)	500	400	300	100
	454.55				
	330.58				
	225.39				
	68.30				
Valor Presente Neto (\$) =	78.82				

Tabla 2. Valor Presente Neto para la Propuesta B.

Propuesta B	0	1	2	3	4
Flujo Neto de Efectivo	(1,000)	100	300	400	600
	90.91				
	247.93				
	300.53				
	409.81				
Valor Presente Neto (\$) =	49.18				

Sobre esta base, $r=10\%$, ambas propuestas deben ser aceptadas, si son independientes, pero la propuesta A deberá ser elegida cuando sean mutuamente excluyente ya que su VPN es mayor.

Si se aumenta o disminuye la tasa de descuento, implica pedir mayor o menor rendimiento por parte del inversionista. Como la tasa de rendimiento mínima aceptable en el cálculo del valor presente neto es determinante, tanto los flujos de caja de los años futuros, se calculan con base en las expectativas de inflación que se cree, sucederán en esos años.

Si para el ejemplo anterior se escoge una tasa de descuento $r=15\%$, el $VPN_A = (8.33)$ \$ y el de $VPN_B = (80.14)$ \$.

Si se escoge una tasa de descuento $r=8\%$, el $VPN_A = 117.55$ (\$) y el de $VPN_B = 108.35$ (\$).

Notas:

- ❖ Para propuestas mutuamente excluyentes, el indicador VPN será mejor, puesto que selecciona la propuesta que añadirá una mayor cantidad a la riqueza de los accionistas.
- ❖ El indicador VPN supone en forma implícita que la tasa de descuento a la cual se puede reinvertir los flujos de efectivo será igual al costo del capital, este supuesto es inherente a la matemática del proceso de descuento.
- ❖ La selección de la tasa de descuento apropiada constituye el principal inconveniente del indicador VPN, obviamente la tasa de descuento asumida debe exceder el costo de capital de la empresa.

8. INDICADORES CUALITATIVOS.

Los indicadores cualitativos nos darán información sobre las propiedades intrínsecas de las propuestas.

8.1. Ingresos y Costos Unitarios^(k).

Entre los indicadores económicos cualitativos más utilizados están los ingresos unitarios y los costos unitarios, que en términos generales se pueden definir como la razón de cierto tipo de ingreso o erogación y alguna medida de la magnitud física de la propuesta.

En exploración y producción petrolera interesa saber el costo de descubrimiento por barril de reservas, el costo de desarrollo por barril diario de capacidad, los costos por barril de producción, entre los cuales suele distinguirse los costos de operación, los costos de levantamiento, costos de tratamiento, costos de reparación y reacondicionamiento, costos de recuperación mejorada, todos relacionados con la unidad del volumen producido. Para un oleoducto se puede determinar el costo de inversión por kilómetro, como también el costo de inversión por unidad de capacidad (barriles por día).

^(k) Azpúrua, op. cit., pp. 3.17 y 3.18.

Si el precio de las unidades producidas varía en el tiempo, interesa determinar el ingreso por unidad producida. Para propuestas de inversión en la industria petrolera venezolana, interesa conocer el ingreso por barril, el ingreso fiscal por barril, y el ingreso a la nación por barril, utilizando como denominador de estas razones el total de barriles de petróleo producido en el horizonte económico de la propuesta.

Los indicadores unitarios se determinan usualmente sin considerar el año en que ocurren los ingresos y los egresos, o cuando se realiza la explotación o la producción de las unidades físicas. Para darle más rigurosidad a estos indicadores se ha propuesto actualizar o descontar los valores, tanto en el numerador como los del denominador. Esta propuesta no ha tenido mucha aceptación, seguramente porque lo que se gana en rigurosidad conceptual se pierde en facilidad de comprensión del significado que pudiera tener de esa manera el indicador.

Matemáticamente se expresan por las siguientes ecuaciones:

Ecuación 7. Costos Unitarios.

$$CostosUnitarios = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} Costos_t}{\sum_{t=0}^{t=n} Producción_t}$$

Ecuación 8. Ingresos Unitarios.

$$IngresosUnitarios = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} Ingresos_t}{\sum_{t=0}^{t=n} Producción_t}$$

8.2. Relación Ganancia / Inversión.

La relación Ganancia / Inversión, como su nombre lo indica, es la razón entre la Ganancia y la Inversión (véase indicadores cuantitativos).

Matemáticamente se expresa por la siguiente ecuación:

Ecuación 9. Relación G / I.

$$\text{Relación}_{G/I} = \frac{G}{I}$$

Este indicador no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo pero, por su sencillez, sigue siendo muy utilizado.

La Ganancia / Inversión se conoce en inglés como Profit-to-Investment Ratio (PIR), \$ Profit per \$ Investment, y Undiscounted Return on Investment.

8.3. Período de Recuperación de la Inversión (PRI).

El *Período de Recuperación de la Inversión* fue el primer método formal utilizado para evaluar las propuestas de capital y es la forma más simple. Se define como la longitud o plazo de tiempo (por lo general en años) que se requiere para que los ingresos netos de una inversión original recuperen el costo de dicha inversión. Este consiste en calcular los años que la propuesta tarda en recuperar la inversión inicial.

Para calcularlo, se suman algebraicamente los flujos anuales hasta el momento en que su resultado es igual a la inversión, es decir, si se tiene un diagrama de flujo neto versus tiempo en años, cuando la posición del flujo neto en la curva cruza el eje de las abscisas se obtiene el período de recuperación. Este indicador es utilizado a un nivel secundario en la industria petrolera.

El período de recuperación es también conocido como Tiempo de Pago no Descontado, Tiempo de Recuperación del Capital y, en inglés Static Payout (SPO) o Payout Time.

Cuando el tiempo es un factor importante en la decisión de invertir (riesgo político, obsolescencia de equipos, condiciones desfavorables de mercado, estrechez financiera, etc.) este indicador resulta de gran utilidad y constituye un instrumento complementario a otros indicadores, ya que las propuestas con menor tiempo de pago son más atractivos.

Hay un par de inconvenientes para usar el indicador PRI:

- ❖ Se desconocen por completo todas las consecuencias económicas que sucedan después del período de recuperación.
- ❖ La mayor crítica probablemente es que el indicador no toma en cuenta el valor de dinero en el tiempo.

Debido a esas dos razones, otros indicadores del presupuesto de capital tales como: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Flujo de Caja Descontado (FCD) son generalmente preferidos y son generalmente conocidos por sus respectivos acrónimos.

¿Por qué se usa este indicador si los cálculos del Período de Recuperación de la Inversión son aproximados y a veces seleccionan la alternativa equivocada? Hay dos respuestas importantes para esta pregunta.

La primera: las personas que no están familiarizadas con el análisis económico pueden realizar estos cálculos con facilidad. No es necesario saber cómo se usan los factores de gradiente ni tener un conjunto de tablas de interés compuesto.

La segunda: el período de recuperación de la inversión es un concepto que se entiende fácilmente.

EJEMPLO 2.

Supongamos que tenemos dos propuestas llamadas A y B.

Tabla 3. Flujos Netos de Efectivo para las Propuestas A y B.

Año (t)	Flujos netos de efectivo CF _t	
	Propuesta A	Propuesta B
0*	(\$1,000)	(\$1,000)
1	500	100
2	400	300
3	300	400
4	100	600

*CF₀ representa el desembolso (egreso) neto de la inversión o costo inicial, que por convención lleva signo negativo mientras que los ingresos son positivos.

Mediante el uso de una calculadora, programa econométrico o Excel obtenemos:

Tabla 4. Flujo Neto de Efectivo Acumulado de las Propuestas A y B.

Propuestas A	0	1	2	3	4
Flujo Neto de Efectivo	(1,000)	500	400	300	100
Flujo Neto de Efectivo Acumulado	(1,000)	(500)	(100)	200	300

Propuestas B	0	1	2	3	4
Flujo Neto de Efectivo	(1,000)	100	300	400	600
Flujo Neto de Efectivo Acumulado	(1,000)	(900)	(600)	(200)	400

Nota: todos los valores entres paréntesis son negativos.

Al sumar algebraicamente los flujos de neto de efectivo obtenemos:

PRI_A ocurre de 2 a 3 (años).

PRI_B ocurre de 3 a 4 (años).

Entre más pequeño sea el período de recuperación, mejores resultados se obtendrán. Por lo tanto, si la empresa necesita un período de recuperación de tres o menos años, la propuesta A sería aceptada, pero la propuesta B sería rechazada. Si las propuestas fueran mutuamente excluyentes, A se clasificaría como superior a B porque A tendría el período de recuperación de la inversión más corto.

Nota:

- ❖ No existe una guía comparable para elegir el período de recuperación de la inversión, por lo cual, hasta cierto punto, la elección es arbitraria (subjektivamente), tres años, dos años, etc.

8.4. Período de Recuperación de la Inversión Descontado o Dinámico (PRID).

Este indicador perfecciona el indicador período de recuperación de la inversión no descontado o estático ya que para el cálculo considera el valor del dinero en el tiempo. El *Período de Recuperación Descontado* se define como el tiempo necesario para que la suma de los flujos netos anuales descontados al costo de capital de la propuesta equipare la inversión inicial. Otra definición es la siguiente, el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos de efectivo descontado sean capaces de recuperar el costo de la inversión se denomina período de recuperación de la inversión descontado.

A primera vista, este indicador puede verse como un indicador muy atractivo, pero cuando se realiza una inspección más estrecha del mismo, se observa que tiene algunas de las principales desventajas del período de recuperación de la inversión no descontado, pues al igual que éste requiere que primero se haga una elección un tanto mágica (subjettiva) de un período máximo de recuperación, establecido de forma arbitraria, y luego ignora todos los flujos de efectivo después de esa fecha.

Este indicador no toma en cuenta lo que pueda suceder después del período de pago de la inversión inicial y su peculiaridad radica en que, junto con el PRI, es el único indicador del tiempo que se requiere para recobrar la inversión inicial.

Algunas empresas usan esta variante del período de recuperación ordinario, y en particular las empresas petroleras lo utilizan como un indicador secundario para apoyar la toma de decisiones.

EJEMPLO 3

Utilizando la información de la Tabla 3 y suponiendo que las propuestas A y B tienen un costo de capital de 10 %. Cada flujo de entrada de efectivo se divide entre $(1+r)^t$. Donde, t es el año en el cual ocurre el flujo de efectivo y r es el costo de capital de la propuesta. Los resultados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 5. Propuesta A descontado a una tasa de 10%.

Propuesta A (años)	0	1	2	3	4
Flujo Neto de Efectivo	(1,000)	500	400	300	100
Flujo Neto de Efectivo Descontado	(1,000)	455	331	225	68
Flujo Neto de Efectivo Acumulado	(1,000)	(545)	(215)	11	79

Tabla 6. Propuesta B descontado a una tasa de 10%.

Propuesta B (años)	0	1	2	3	4
Flujo Neto de Efectivo	(1,000)	100	300	400	600
Flujo Neto de Efectivo Descontado	(1,000)	91	248	301	410
Flujo Neto de Efectivo Acumulado	(1,000)	(909)	(661)	(361)	49

La Tabla 5 y la Tabla 6, muestran un flujo de efectivo variable, por lo tanto, la fila del flujo neto de efectivo acumulado permite inferir que:

$PRID_A$ es de 2 a 3 (años).

$PRID_B$ es de 3 a 4 (años).

Si el criterio de la compañía es que el PRID sea de tres años o menos (valor subjetivo) se tomaría la propuesta A.

Notas:

- ❖ Aunque el período de recuperación de la inversión y el período de recuperación de la inversión descontado tienen serios inconvenientes como criterios de clasificación de proyectos, proporcionan información útil acerca del plazo de tiempo durante el cual los fondos permanecerán comprometidos en una propuesta. Por lo tanto, entre más corto sea el

período de recuperación, manteniéndose las demás cosas constantes, mayor será la liquidez del proyecto. Además, puesto que los flujos de efectivo que se esperan en el futuro distante generalmente se consideran como más riesgos que los flujos de efectivo a corto plazo, el indicador período de recuperación de la inversión se usa frecuentemente como un indicador del grado de riesgo de la propuesta. Desafortunadamente, ninguno de los indicadores del período de recuperación considera los flujos de efectivo que se extienden más allá del período de recuperación.

- ❖ Con frecuencia, los hombres de negocios se interesan mucho en este período. Una recuperación rápida del capital invertido, significa que pronto será posible emplearla en otros propósitos.
- ❖ Pero no debe confundirse la rapidez del rendimiento sobre la inversión, tal como lo mide el período de recuperación de la inversión, con eficiencia económica (véase indicador eficiencia de la inversión), son dos conceptos muy distintos. Uno hace hincapié en la rapidez de rendimiento de una inversión, mientras que el otro considera cuán ventajosa o lucrativa puede ser una inversión.

Cabe destacar que, si ya no hemos tomado la molestia de descontar los flujos de efectivo, cualquier pequeño atractivo por simplicidad o control administrativo que pueda tener el período de recuperación de la inversión descontado, se habrá perdido. Sólo se adiciona los flujos descontados y se usa el valor presente neto (véase indicador VPN) para tomar la decisión. Aunque el período de recuperación de la inversión descontado se parece un poco al valor presente neto, representa un compromiso intermedio muy deficiente entre éste y el método de recuperación de la inversión no descontado.

8.5. Eficiencia de la Inversión (EI).

Este indicador se determina también como complemento a los indicadores tradicionales básicos, facilita la decisión económica sobre una propuesta determinada. Es probablemente el indicador más viejo, y en la actualidad todavía goza de popularidad.

Este indicador es completamente independiente del tiempo, razón por la cual se limita su utilidad, sin embargo, es utilizado como un indicador secundario para apoyar la toma de decisiones y es ampliamente empleado en la industria petrolera.

Conceptualmente la *Eficiencia de la Inversión* corresponde a la rentabilidad que en términos presentes (valor actual) se obtiene por cada unidad monetaria invertida y matemáticamente se expresa según la siguiente fórmula:

Ecuación 10. Eficiencia de la Inversión.

$$EI = \frac{VPN}{I}$$

donde:

EI: Eficiencia de la Inversión.

I: Inversión Total.

VPN: Valor Presente Neto.

8.5. Eficiencia de la Inversión Mejorada (EIM).

La eficiencia de la inversión mejorada es la relación del valor presente neto al valor presente total de la inversión requerida para la propuesta, calculada para un horizonte económico determinado, ambos deben ser descontados a la misma tasa de descuento. La EIM es conocida en inglés como Discounted Profit to Investment Ratio, y algunas veces como: Discounted Return on Investment (DROI), Net Present Value Index (NPVI), y Ratio of Net Present Value to Present Worth of Investment (PWPI).

Este indicador es una medida de la eficiencia del capital, la cual puede ser vista como la cantidad de valor presente después de impuesto generado por unidad monetaria (dólar) de inversión descontado. Este tiene muchas de las ventajas del valor presente neto como un indicador económico, ya que la tasa de reinversión es realística, ninguna solución es obtenida por ensayo y error (como en el caso de la tasa interna de rendimiento, véase el indicador TIR), y no se obtienen tasas múltiples.

La eficiencia de la inversión mejorada es así una medida de la ganancia del valor presente neto generado en exceso del promedio, o tasa de descuento por unidad monetaria de inversión. La EIM es una herramienta útil particularmente para seleccionar los proyectos más prometedores de una cartera cuyos requerimientos de costos de capital exceden los recursos disponibles.

Matemáticamente se expresa este indicador como:

Ecuación 11. Eficiencia de la Inversión Mejorada.

$$EIM = \frac{VPN_{\text{de un proyecto}}}{VP_{\text{de la inversión total del proyecto}}}$$

8.6. Tasa Interna de Retorno o Rendimiento (TIR)

Se denomina *Tasa Interna de Retorno* (generalmente conocida por su acrónimo TIR) a la tasa de rendimiento que iguala el valor presente de un flujo de ingresos con el valor presente de un flujo de egresos, luego se darán otras definiciones para este indicador.

La TIR representa el interés compuesto al cual se reinvierten los excedentes de tesorería de una propuesta, independientemente del costo de capital de la empresa. A este indicador se le conoce también como eficiencia marginal de la inversión, la TIR es un indicador dinámico relativo.

La TIR se utiliza cuando se desea obtener una indicación porcentual del rendimiento financiero durante la vida de una propuesta que permita compararlo con el rendimiento de otras propuestas o instrumentos financieros.

Partiendo del enfoque del valor presente neto y utilizando la Ecuación 4 que se emplea para el cálculo del VPN, además se sustituye la tasa de descuento r por TIR se obtiene:

Ecuación 12. Tasa Interna de Retorno.

$$0 = CF_0 + \frac{CF_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{CF_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1 + TIR)^n}$$

donde:

TIR: Tasa Interna de Retorno

Para que una propuesta pueda considerarse atractiva utilizando el indicador TIR, el resultado de este indicador debe superar la tasa mínima de rendimiento que exige la empresa para la propuesta.

Profundizando en el análisis de este indicador se presentan dos debilidades que bien merecen destacarse.

En primer lugar, el cálculo de la TIR bajo la Ecuación 12 implica aceptar la hipótesis de que los flujos de efectivo excedentes que genera el proyecto son reinvertidos hasta el final del horizonte económico a un interés compuesto igual a esta tasa calculada.

En segundo lugar, se observa en la Ecuación 12 que la solución de la TIR resulta en un polinomio de grado n , que puede incluir soluciones reales positivas, negativas o imaginarias. Por otra parte, un polinomio de grado n tendrá tantas raíces positivas como cambios de signo existan en sus coeficientes. Por lo tanto, solamente será posible obtener una raíz positiva única en aquellos propuestas cuyos flujos de caja sean todos positivos, posterior a aquellos en los que las inversiones iniciales conducen a flujos negativos.

Es conveniente para ayudar al resolver la segunda debilidad sobre tasas múltiples, clasificar las inversiones de las propuestas a partir de los signos de los flujos de caja durante el horizonte económico en:

- ❖ Inversiones Convencionales.
- ❖ Inversiones no Convencionales

La siguiente tabla muestra una combinación de signos de un tipo de inversión durante un horizonte económico.

Tabla 7. Clasificación de una Inversión de acuerdo a los signos del flujo de caja

Tipo de Inversión	Signos de los Flujos de Caja			
Convencional	-	+	+	+
Convencional	-	-	+	+
No Convencional	-	+	-	+
No Convencional	-	-	+	-
No Convencional	-	+	+	-

Otra forma de indicar lo anterior es saber si la inversión es mixta o no. Una inversión mixta es aquella para la cual el flujo de efectivo es mayor que cero para algunos valores de tiempo, de tal forma que la propuesta tiene períodos donde la empresa tiene saldos no recuperados y otros con saldos recuperados superiores a lo invertido hasta el momento.

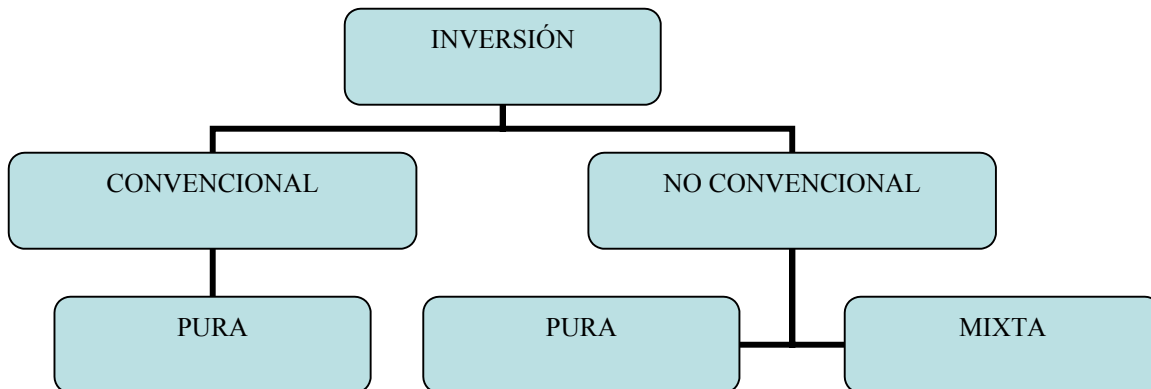


Figura 2. Clasificación de las inversiones de acuerdo al signo del flujo de efectivo.

La forma más práctica de calcular la TIR es mediante el uso de calculadoras o microcomputadoras. Estas automatizan el cálculo por iteraciones y presentan su resultado. Sin embargo, estas herramientas no distinguirán la raíz que más se ajuste al resultado de los flujos de caja, para lo cual es importante que prevalezca el criterio del analista sobre el resultado numérico puro.

En algunas propuestas existen contradicciones entre los criterios de la TIR y del VPN, es decir, al comparar dos proyectos de igual inversión, uno de ellos consta de un VPN mayor y un TIR menor, respectivamente con respecto al otro. Este resultado es producto de que dichos indicadores tienen criterios de reinversión diferentes, recordando que, para el VPN, los flujos de efectivo se reinvierten a la tasa de descuento mientras que, para la TIR, tales flujos se reinvierten a la tasa fijada por este indicador. En estos casos se hace necesario fijar un criterio adicional para la decisión de inversión.

A tal fin, se introduce la metodología conocida como intersección de Fisher, la cual implica graficar las curvas del VPN en función de la tasa de descuento para ambas alternativas o proyectos (véase perfil del VPN). De este gráfico, se obtiene la tasa de descuento de indiferencia o, de otra manera, la tasa de descuento que hace ambas propuestas equivalentes.

Existen muchas maneras de escribir la ecuación del flujo de caja en la que la única incógnita es la tasa interna de rendimiento (TIR). Cuatro de ellas son:

Ecuación 13. TIR primera expresión.

$$VP_{\text{de los Ingresos}} - VP_{\text{de los Egresos}} = 0$$

Ecuación 14. TIR segunda expresión.

$$\frac{VP_{\text{de los Ingresos}}}{VP_{\text{de los Egresos}}} = 1$$

Ecuación 15. TIR tercera expresión.

$$VPN = 0$$

Ecuación 16. TIR cuarta expresión.

$$VP_{\text{de los Ingresos}} = VP_{\text{de los Egresos}}$$

Las ecuaciones anteriores representan el mismo concepto. Puede relacionarse egresos e ingresos con la tasa de interés como única incógnita.

Otra forma de entender este indicador es con la siguiente definición, la tasa interna de retorno es el tipo de descuento que hace que el valor presente neto VPN de los flujos de efectivo de una propuesta sea igual a cero (véase Ecuación 12 y Ecuación 15), es decir, el tipo de descuento que iguala el valor presente de los flujos de entrada (positivos) con el flujo de

salida inicial y otros flujos (negativos) actualizados de una propuesta de inversión. Desde el punto de vista de la Evaluación Económica de Propuestas corresponde a la “Tasa” que a través del descuento de los Flujos de Efectivo (actualización de los flujos) permite recuperar la inversión. Como se muestra, en este caso se trata de calcular la “Tasa” que permite recuperar la inversión en el período definido como Horizonte Económico.

Partiendo de la Ecuación 12.

$$0 = CF_0 + \frac{CF_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{CF_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1 + TIR)^n}$$

O en forma compacta usando sumatoria:

Ecuación 17. TIR expresada con sumatoria.

$$0 = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{CF_t}{(1 + TIR)^t}$$

El análisis de la tasa interna de rendimiento es tal vez el indicador de análisis exacto que con más frecuencia se usa en la industria. Aunque existen algunas dificultades en el cálculo de la tasa de rendimiento, sus grandes ventajas sobrepasan los problemas ocasionales. La mayor ventaja es que puede calcularse una sola cifra que se comprende enseguida. Considérense las siguientes afirmaciones.

EJEMPLO 4.

Analícemos las siguientes tres aseveraciones:

- ❖ El VPN de una propuesta es 4000 (\$).
- ❖ La ganancia de una propuesta es 3200 (\$).
- ❖ La propuesta generará una tasa interna de rendimiento de 25%.

Si bien ninguna de las tres afirmaciones presenta una visión completa de la propuesta, la tercera da una medida de lo muy deseable que puede ser en términos que sean comprensibles para todos, ya que el fundamento básico de la TIR es que se trata de encontrar un solo número que resuma los méritos de una propuesta. Es esta aceptación

entre los ingenieros y los hombres de negocios por igual lo que ha promovido que se use con más frecuencia.

Existe otra ventaja en el análisis de la tasa interna de rendimiento. Tanto en los cálculos del valor presente neto como en los de flujo de caja anual, deberá seleccionarse una tasa de descuento para utilizarla en esos cálculos, esto puede resultar difícil y objeto de controversia. En el análisis de la tasa interna de rendimiento no se introduce ninguna tasa de interés en los cálculos. En su lugar se calcula la tasa interna de retorno o rendimiento, a partir del flujo de caja (el valor calculado para la TIR en porcentaje, es un número interno o intrínseco a una propuesta determinada y sólo depende de los flujos de efectivo de la propuesta). Para decidir como se procede, la TIR calculada se compara con la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) que se establece de antemano. Este mismo valor de la tasa de descuento se usa para el análisis del VPN y el de flujo de caja anual.

Notas:

- ❖ El análisis de la tasa interna de rendimiento es el indicador que se usa con más frecuencia en la industria ya que la tasa interna de rendimiento resultante es un concepto comprensible de inmediato. También se evitan las dificultades para seleccionar una tasa de descuento adecuada para hacer los cálculos.
- ❖ La dificultad para comprender su significado en términos absolutos es la razón por la cual este indicador ampliamente utilizado para medir la rentabilidad de una propuesta de inversión no sea empleado universalmente, sin embargo, su verdadera utilidad está en la comparación de distintas propuestas en una cartera de inversiones, como un indicador cualitativo en la clasificación de propuestas como un parámetro eliminatorio, junto con el período de recuperación de la inversión.

- ❖ El planteamiento del indicador TIR da mayor énfasis sobre los flujos de caja a comienzos del proyecto mientras que es relativamente independiente a finales del mismo.
- ❖ La TIR es frecuentemente usado como indicador de decisión en la industria petrolera. Cuando es utilizado con otro indicador económico común (PRI o EI) puede ser un indicador efectivo de selección o rechazo en el proceso de toma de decisiones para los ingenieros, analistas, gerentes, cuando en una cartera existan limitaciones de presupuesto.

La Tasa Interna de Rendimiento también se conoce como Tasa Interna de Retorno y, en inglés, Rate of Return (ROR), Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF – ROR).

La TIR recibe varios nombres de las diferentes compañías que operan en la industria petrolera. Los acrónimos utilizados son: Internal Rate of Return (IRR), Internal Yield (IY), Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF – ROR), (Mobil), DCFR (Exxon), Earning Power (EP), (Shell), Profitability Index (PI), (Amoco), AAROR (Phillips).

EJEMPLO 5.

Usando la información del ejemplo 1, obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 8. Resultado del VPN y la TIR usando la herramienta Excel.

	VPN (\$)	TIR(%)
Propuesta A	78,82	14
Propuesta B	49,18	12

La Ecuación 12 de la tasa interna de rendimiento, es simplemente la fórmula del valor presente neto (véase Ecuación 4), resuelta para obtener la tasa particular de descuento que hace que el valor presente neto sea igual a cero. Por lo tanto, se usa la misma ecuación básica para ambos indicadores, pero en el indicador VPN la tasa de descuento, r queda especificada y de tal forma se obtiene el valor presente neto, mientras que en el indicador tasa interna de retorno o rendimiento el valor presente neto se especifica como igual a cero, y se determina la tasa de interés que produce esta igualdad (la tasa interna de rendimiento).

Matemáticamente, los indicadores VPN y TIR siempre conducen a las mismas decisiones de aceptarse/rechácese en el caso de propuestas independientes, si el VPN de una propuesta es positiva, su TIR será superior a la tasa de descuento r , mientras que si el VPN es negativo, r será superior a la TIR, sin embargo, el VPN y la TIR pueden producir rangos conflictivos cuando se aplican a propuestas mutuamente excluyentes.

FUNDAMENTO PARA EL USO DEL INDICADOR TASA INTERNA DE RENDIMIENTO.

¿Por qué es tan especial aquella tasa de descuento en particular que iguala el costo de una propuesta con el valor presente de sus ingresos? Porque la TIR sobre una propuesta es igual a su tasa esperada de rendimiento, y si la TIR es superior al costo de los fondos que se usaron para financiar el proyecto, quedará un superávit (beneficio) después que se halla pagado el capital, y dicho superávit se acumulará para los accionistas de la empresa. Por consiguiente, el aceptar un proyecto cuya TIR es superior a su costo de capital r , aumenta la riqueza de los accionistas. Por otra parte, si la TIR es inferior a su costo de capital r , entonces la aceptación del proyecto producirá un costo sobre los accionistas actuales (debe rechazarse). Es precisamente esta característica del “punto de equilibrio”, esto hace que la TIR sea útil al evaluar propuestas de capital.

Notas:

- ❖ La TIR es familiar para muchos ejecutivos de las corporaciones, se encuentra ampliamente defendido en la industria y posee algunas virtudes.
- ❖ El indicador TIR supone que la compañía tendrá la oportunidad de reinvertir sus flujos a la tasa interna de retorno.

8.7. Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM).

Generalmente, los flujos de caja que presentan más de un cambio de signo son consecuencia de incluir inversiones realizadas después del momento cero. En estos casos, tales inversiones tendrán un costo de capital diferente a la TIR resultante.

Asimismo, se recuerda la restricción de la fórmula del TIR que implica aceptar la hipótesis de que los excedentes de efectivo generados por la propuesta son reinvertidos hasta el final del horizonte económico a un interés compuesto igual a la tasa del TIR. En la realidad, estos excedentes pueden reinvertirse a una tasa igual al costo de oportunidad, a una tasa mínima de inversión de cero riesgo, o simplemente no reinvertirse.

Se denomina *Tasa Interna de Retorno Modificada* a aquella tasa interna de retorno que considera las tasas de financiamiento de las inversiones y de la reinversión de los excedentes de efectivo, cuando éstas son diferentes a la TIR calculada mediante la ecuación del VPN igual a cero.

9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS INDICADORES.

9.1. Perfil del Valor Presente Neto (PVPN).

El indicador económico de mayor utilidad en el proceso de toma de decisiones con relación a propuestas de inversión es, sin duda alguna, una representación gráfica del valor presente neto del flujo de efectivo de la propuesta, a distintas tasas de descuento o de actualización.

Aquella gráfica que relaciona el VPN de una propuesta, con la tasa de descuento que se haya usado para el cálculo de dicho valor se define como el *Perfil del Valor Presente Neto* de una propuesta.

Esa representación gráfica permite una visualización del tipo de propuesta que se está evaluando, así como el efecto de la tasa de descuento sobre el valor presente neto y otros indicadores cuantitativos que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo, sino que permite eliminar la confusión que resulta de emplear diferentes indicadores económicos.

Pasos a seguir para la construcción del Perfil del VPN:

- ❖ Es requisito elaborar el PVPN a partir de una tasa de descuento de cero hasta una tasa de descuento superior a la tasa interna de retorno (véase TIR), si esta es demasiado alta, escoja un valor razonable de descuento, usualmente el 100%.
- ❖ Luego se hace notar que a una tasa de descuento de cero, el VPN es simplemente igual al total de los flujos de efectivo no descontado de la propuesta (indicador Ganancia), por lo tanto, este procedimiento permite obtener el punto de corte con el eje de las ordenadas.
- ❖ Seguidamente se calcula el VPN de las propuestas a diferentes tasas de descuento, digamos 5, 10, y 15%, y posteriormente graficando los valores obtenidos de VPN.
- ❖ Reacuérdesse que la TIR se define como la tasa de descuento a la cual el VPN de los flujos de caja para una propuesta es igual a cero, por lo tanto, el punto en el que el perfil del VPN cruza el eje horizontal indicará la TIR de la propuesta.

Representaciones gráficas típicas de este método son las siguientes:

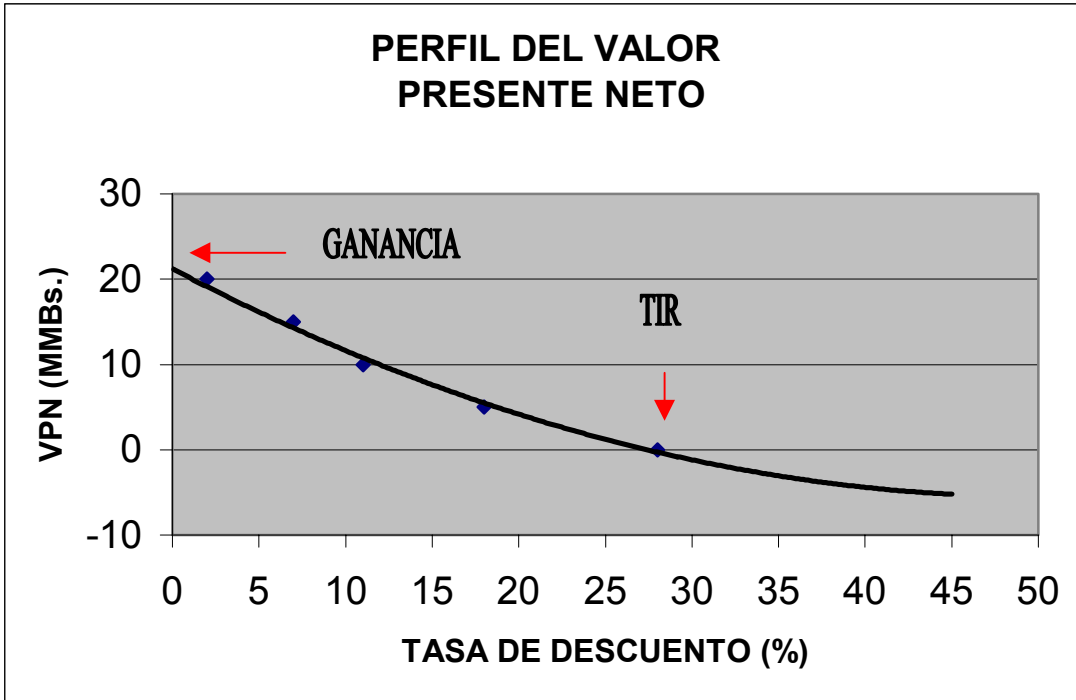


Figura 3. Perfil del VPN para una propuesta (caso 1).

FUENTE: Elaboración propia.

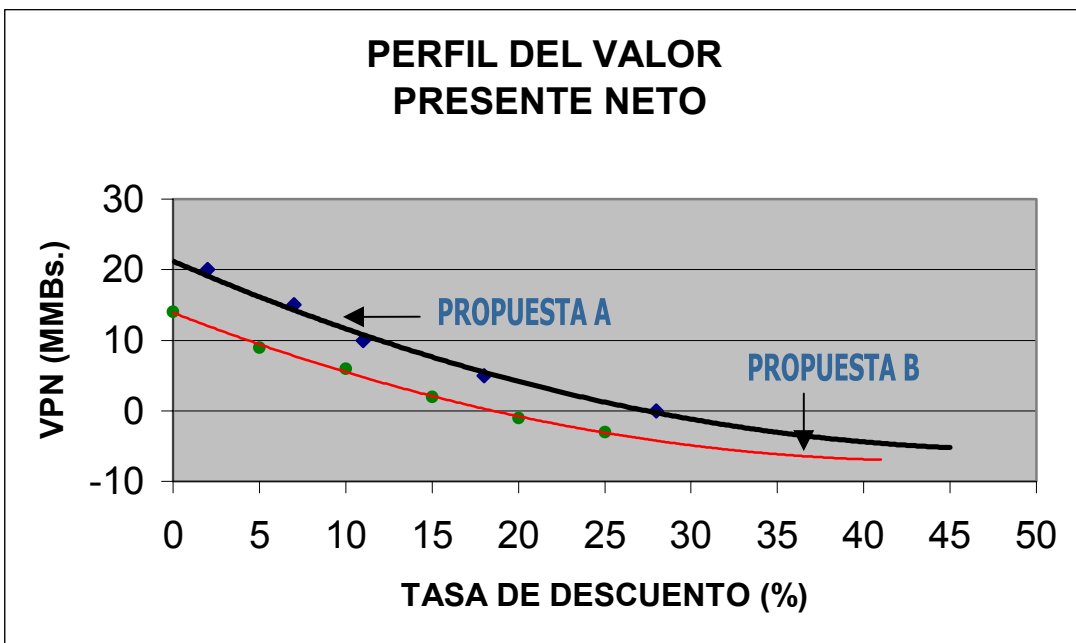


Figura 4. Perfil del VPN para dos propuestas (caso 2).

FUENTE: Elaboración propia.

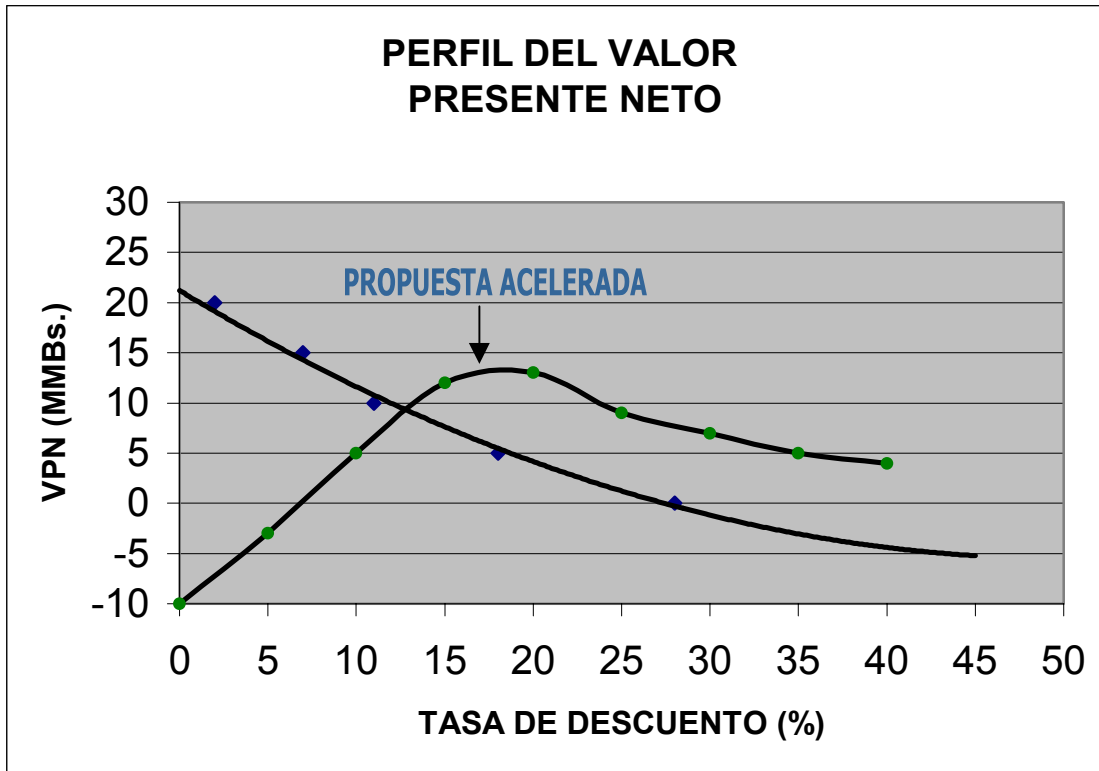


Figura 5. Perfil del VPN para una propuesta acelerada (caso 3).

FUENTE: Elaboración propia.

La Figura 4, muestra dos propuestas de inversión las cuales se encuentran relacionadas negativamente con la tasa de descuento, además la propuesta A es siempre dominante comparada con la propuesta B, ya que el valor presente neto siempre es mayor para cualquier tasa de descuento a la cual se calcula el VPN.

La Figura 5, muestra dos curvas, la primera en la cual el valor presente neto se encuentra relacionado negativamente con la tasa de descuento, es decir, a medida que se incrementa la tasa de descuento disminuye su valor presente neto, en este caso se menciona una inversión normal, mientras que en la segunda curva sucede lo contrario, su valor presente neto se relaciona positivamente con la tasa de descuento, es decir, a medida que aumenta la tasa de descuento se incrementa su valor presente neto, en este caso se trata de financiamiento.

Nota:

- ❖ Se puede dar el caso de tasas múltiples, debido a los cambios de signos de los flujos de caja en una propuesta durante su horizonte económico. Esto se interpreta como una mezcla de los dos casos anteriores, inversión y financiamiento.

El ejemplo 6 ilustra este indicador.

EJEMPLO 6.

Tabla 9. Flujo de caja anual de las Propuestas A y B.

Tiempo (años)	0	1	2	3	4
Propuesta A	(1,000)	500	400	300	100
Propuesta B	(1,000)	100	300	400	600

Tabla 10. VPN de los Propuestas A y B, a diferentes tasas de descuento.

Costo de Capital (fracción)	VPN _{PA} (\$)	VPN _{PB} (\$)
0.00	300.00	400.00
0.05	180.42	206.50
0.10	78.82	49.18
0.15	(8.33)	(80.14)

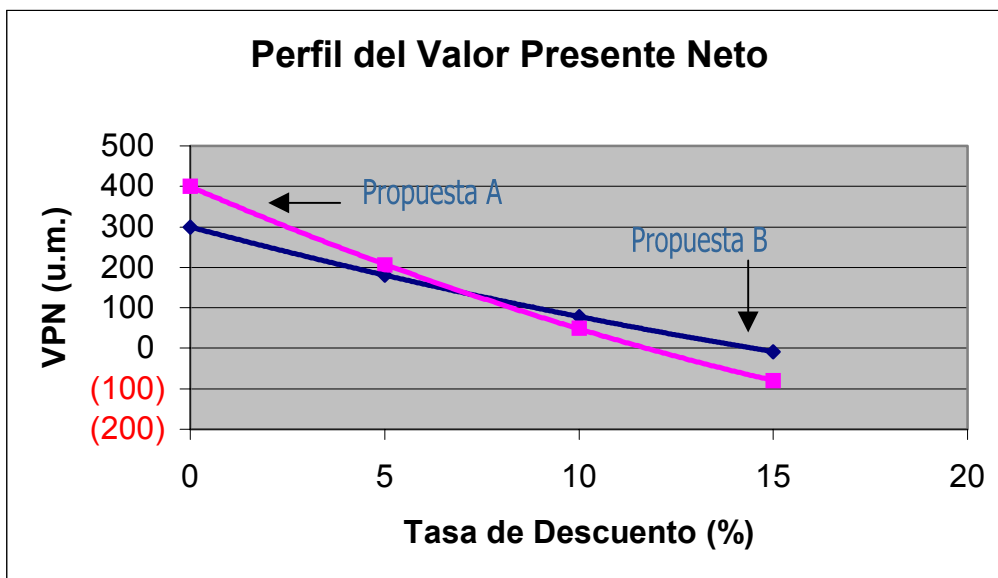


Figura 6. Perfil del VPN para las propuestas A y B.

FUENTE: Elaboración propia.

Se define la *Tasa de Cruce o de Fisher*, como aquella tasa de descuento a la cual los perfiles del VPN de dos propuestas se cruzan entre sí haciendo iguales los valores presentes netos de ambas propuestas.

Características del indicador Perfil del VPN.

- a) Por lo general el VPN disminuye a medida que aumenta la tasa de descuento, como lo muestra la gráfica del Perfil del VPN, en consecuencia para la misma propuesta puede presentarse que a una cierta tasa de descuento, el VPN puede variar significativamente, hasta el punto de llegar a rechazarlo o aceptarlo según sea el caso.
- b) Por la razón antes expuesta, se observa que a medida que aumenta el costo del capital disminuye el VPN de ambas propuestas.
- c) Saber que sucede con el VPN de las propuestas A y B a tasas de descuento bajas y el comportamiento antes y después de alcanzar la tasa de cruce.
- d) Notar cuál VPN es “más sensible” a los cambios de la tasa de descuento, es decir, cual tiene la pendiente más inclinada, y entender su significado a lo que indica para el perfil de las propuestas el cambio de la tasa de descuento.
- e) Para realizar un análisis de sensibilidad, de dos propuestas con respecto al VPN (saber cuál de las dos se recupera más rápido, aplique el indicador período de recuperación de la inversión).
- f) El impacto de un incremento en la tasa de descuento es mucho mayor sobre flujos de efectivo distante que sobre flujos cercanos.

Notas:

- ❖ Si la mayor parte de los flujos de efectivo de una propuesta se presentan en los primeros años, su VPN no bajará mucho si el costo de capital aumenta. Consecuentemente, la Propuesta B, la cual presenta los flujos de efectivo más grande en los años posteriores, se ve intensamente dañado cuando el costo de capital es alto, mientras que la Propuesta A, que tiene flujo de efectivo relativamente rápidos, se ve menos afectado por la existencia de altos costos de capital.
- ❖ La representación gráfica del perfil del valor presente neto permite obtener inmediatamente el indicador Ganancia, que es el valor no actualizado (o actualizado a una tasa de descuento igual a cero).
- ❖ También se obtiene el indicador Tasa Interna de Rendimiento, ya que por definición es la tasa de descuento que hace que el Valor Presente Neto de una inversión sea igual a cero.

9.2. Flujo de Efectivo Acumulado Versus el Tiempo.

Este diagrama permite visualizar tres indicadores económicos, Período de Recuperación de la Inversión, Ganancia y Máxima Exposición de Capital, los tres indicadores tienen como desventaja que no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

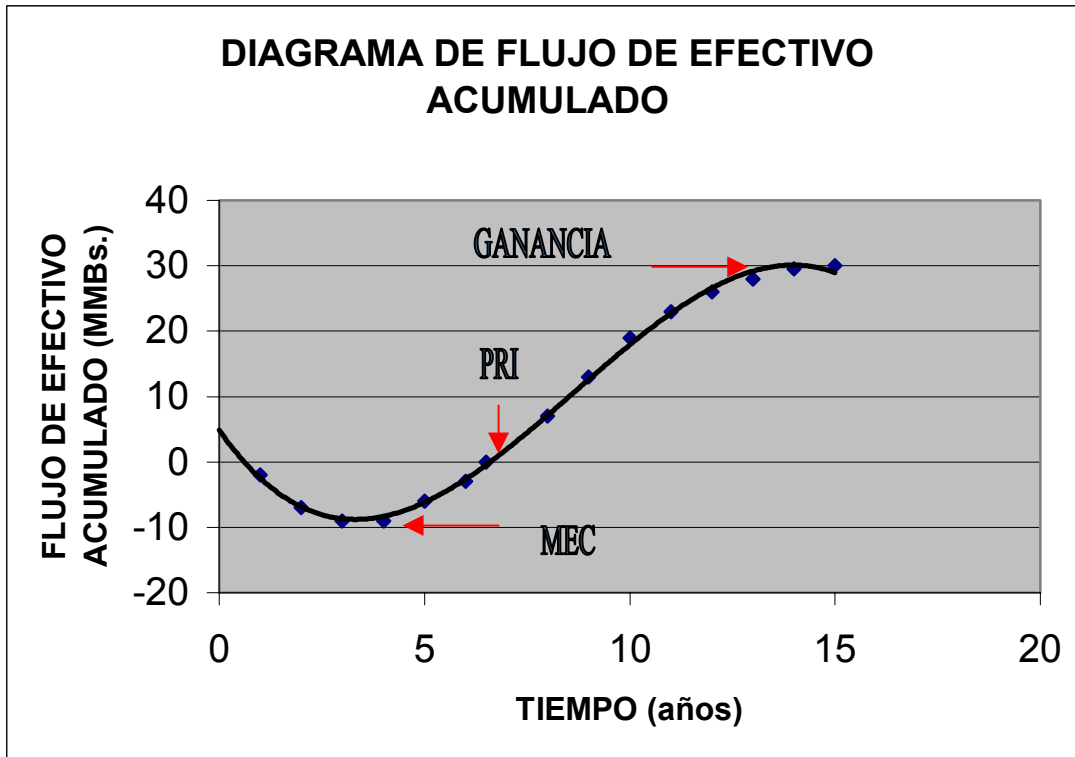


Figura 7. Diagrama de Flujo de Efectivo Acumulado Vs. Tiempo.

FUENTE: Elaboración propia.

10. ANÁLISIS.

Luego de haber definido los diferentes indicadores cualitativos y cuantitativos, la pregunta obligada es ¿Cuál o cuáles indicadores económicos debe usar una empresa para la toma de decisiones en una propuesta de inversión?

Fue el punto de partida de este capítulo, no hay universalmente una herramienta de decisión económica simple aceptada. Varios indicadores, quizás la TIR, VPN, EI, PRI, etc., pueden ser calculados al principio antes de realizar una selección seria de una alternativa a ser llevada a cabo.

Cuando use un indicador económico en la toma de decisiones de inversión, es necesario establecer cual de los indicadores medir. Si la rentabilidad de la inversión es medida contra los objetivos de llevarla a cabo, entonces debe ser hecho con indicadores cuantitativos. Si estos ya han sido establecidos y la oportunidad de inversión reúne o excede los estándares determinados, pero hay solamente limitación de recursos disponibles,

entonces un indicador cualitativo para la asignación de recursos debe ser utilizado para seleccionar la mejor inversión o un conjunto de inversiones de acuerdo a una jerarquización de la cartera.

Cuando considere dos o más propuestas mutuamente excluyentes, con los mismos requerimientos de inversión, el que tenga mayor VPN positivo será seleccionado.

Cuando se considera un conjunto de posibles propuestas en una cartera que compiten por el presupuesto y además con diferentes requerimientos de inversión, la maximización del VPN de la cartera de propuestas debe ser usado, dentro de las limitaciones presupuestarias.

La decisión con la cuál las propuestas serán emprendidas y cuáles rechazadas es complicada por el hecho que no todos las propuestas ofrecen el mismo valor presente y requerirán la misma inversión de capital.

Los indicadores más utilizados para jerarquizar una cartera de inversiones son: la TIR, EIM, PRI.

Cuando estos indicadores son aplicados a un conjunto de oportunidades de inversión para la jerarquización, cada uno probablemente da un orden de clasificación diferente. Por consiguiente, un indicador o combinación de varios indicadores pueden ser usados y observar cual refleja mejor los objetivos establecidos por la empresa. La eficiencia de la inversión mejorada (EIM) se aplica más a corporaciones grandes con objetivos a largo plazo, si tiene suficientes recursos, si los recursos son escasos y los objetivos son a corto plazo no lo emplee. La EIM se utiliza como un indicador secundario para clasificar inversiones que maximizan el VPN de un flujo de caja para la compañía y aumentar el valor de las inversiones emprendidas.

La tasa interna de rendimiento (TIR) como indicador de clasificación es más apropiada para compañías pequeñas o una compañía nueva con recursos limitados que necesitan un retorno sobre las inversiones rápido. El período de recuperación puede también ser apropiado para este tipo de organización, o en situaciones donde el riesgo aumenta con el tiempo.

El período de recuperación de la inversión (PRI) sirve como un indicador secundario útil cuando es empleado en conjunto con la TIR y el VPN. No solamente el período de recuperación indica cuanto tiempo el capital invertido está en riesgo, sino que también funciona como un indicador para estimar la liquidez.

Antes de seleccionar un indicador o varios indicadores y los criterios para una inversión determinada, es necesario determinar cual o cuales se ajustan mejor a los objetivos de las empresas. No es inusual especificar un indicador primario para la selección de una alternativa y apoyarlo con uno o varios indicadores secundarios los cuales deben ser satisfechos antes que la oportunidad de inversión sea iniciada.

También es importante señalar que el indicador escogido debe tener un significado para quien toma la decisión, recordar que la decisión no solo se toma con respecto al objetivo de maximizar el valor de la empresa y el recurso limitante, no es sólo el financiero.

11. UNA PROPUESTA NO ES UNA CAJA NEGRA.

Una caja negra es algo que se acepta y se utiliza pero no se entiende. Para muchos usuarios, una computadora es una caja negra. Se puede conocer los problemas que resuelve, pero no se sabe cómo lo hace y si se daña no podemos repararla personalmente.

Se ha estado tratando las propuestas de inversión como cajas negras. En otras palabras, se ha referido a ellas como si los directivos manejaran previsiones insesgadas de los flujos de tesorería y su único objetivo fuese estimar el riesgo, elegir la tasa de descuento apropiada y llegar a un cálculo del valor presente neto. Los directivos financieros auténticos no pasarán hasta entender lo que hace que la propuesta funcione y lo que podría hacerla fracasar. Recuérdese la ley de Murphy, “si algo puede ir mal, irá” y el corolario de O. Reilly, “en el peor momento posible”.

Incluso si el riesgo de la propuesta es totalmente diversificable, es necesario saber por qué podría fracasar. Una vez conocido esta, puede decidir si vale la pena intentar resolver la incertidumbre. Puede ser que otro pozo de perforación le dé una mejor idea del tamaño de la masa del mineral (reserva). Si la propuesta tiene realmente un valor presente neto negativo, cuanto antes lo conozca, mejor. Y si aun así decide que conviene seguir

adelante con la propuesta a la vista de la información actual, no querrá verse sorprendido por algo que más tarde vaya mal. Querrá conocer las señales de peligro y las acciones que podría tomar.

En resumen, los directivos evitan las cajas negras siempre que pueden y pagan a cualquiera que puede ayudarles a examinarlas por dentro. Por ello, analistas y académicos han desarrollado procedimientos a los que se denominan análisis de la propuesta. Entre ellos se tienen:

- ❖ Análisis de Sensibilidad.
- ❖ Árboles de Decisión.
- ❖ La Simulación Montecarlo.
- ❖ Matriz de Decisión.
- ❖ Análisis del Punto de Equilibrio

No hay ninguna magia en estas técnicas, simplemente se sistematiza el sentido común. No necesita ninguna licencia para utilizar ninguna de las técnicas.

EL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN EL ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS INVERSIONES.

¿Qué es riesgo? ¿Cuáles son sus fuentes? ¿Cómo se puede medir? Los tomadores de decisiones deben comprender la relevancia del riesgo y el rendimiento en sus actividades cotidianas. Las personas racionales siempre toman riesgo.

¿Qué nivel de riesgo está asociado con cada una de nuestras decisiones? ¿Cuál de las alternativas de riesgos hay, igual o diferente? ¿Cuál es la compensación que ha de ser retribuida por la alternativa más riesgosa? Estas preguntas exigen que los tomadores de decisiones definan, identifiquen, analicen y midan el riesgo y decidan que rendimiento se requiere para invertir en una propuesta riesgosa.

Todo inversionista tiene que tomar decisiones y en consecuencia asumir riesgos. Su recompensa será crear valor para la empresa si su gestión ha sido adecuada, pérdidas para la empresa si no ha sido o no ha sabido o podido realizarla correctamente (gestión de los gerentes). Por consiguiente, los parámetros riesgo e incertidumbre, son los elementos con que se va a enfrentar constantemente en su desempeño como tomador de decisiones.

12. DEFINICIONES DE RIESGO.

El riesgo es definido, en su sentido más básico, como la posibilidad de experimentar pérdida financiera. Otras definiciones de acuerdo a la fuente que se consulte son:

Según el diccionario (Nuevo de la Lengua Española, Compañía Centralca C.A. Maracay Venezuela y CD 2^{da} edición, diccionario de la Lengua Española):

- ❖ La falta de conocimiento seguro sobre un evento.
- ❖ Contingencia de un daño.
- ❖ Las empresas que se acometen o contratos que se celebran sometidos a influjo de suerte o evento, sin poder reclamar por la acción de éstos.

Según la disciplina en la cual se emplea, y en función del tema financiero de que se trate:

Contra el riesgo se hacen muchas cosas, evaluarlo, compensarlo, evadirlo, e incluso protegerse de él, sin embargo, casi siempre con resultados poco significativos.

Si se consulta una serie de profesionales se observa que para cada uno de ellos el concepto de riesgo es diferente.

- ❖ **Especialista en Finanzas.** “El riesgo es la variación de un rendimiento, valor o utilidad esperada”.
- ❖ **Contador Público.** “El riesgo son los errores e irregularidades que se pueden cometer al tomar una decisión”.
- ❖ **Administrador de Empresas.** “El riesgo está representado por la toma de decisiones en condiciones inciertas”.
- ❖ **Economista.** “El riesgo se refiere a la incertidumbre que existe en torno a los resultados que se esperan de algo”.
- ❖ **Un Pragmático.** “El riesgo se refiere a la toma de decisiones en la que al menos una variable de decisión es arbitraria”.

Según textos sobre finanzas (Gitman¹¹, Bierman²):

- ❖ **Riesgo Comercial:** causado por las fluctuaciones de utilidades de operación. Este tipo de riesgo depende de la variabilidad de la demanda, precio de venta, de la estructura de costos y gastos, y del grado de apalancamiento operativo de la organización o proyecto de inversión.
- ❖ **Riesgo Financiero:** la incertidumbre de los rendimientos futuros para los socios de una compañía, a cual deriva de la estructura financiera derivada por ésta, es decir, de la manera en que se decidió el financiamiento de los activos de la compañía (recursos propios o deuda).

- ❖ **Riesgo del Negocio:** riesgo que surge de la incertidumbre de las utilidades y gastos futuros (no incluye interés por la deuda) de una empresa, es decir, el grado de variabilidad que representan las utilidades de operación esperadas (antes de intereses e impuesto sobre la renta), con las utilidades de operación realmente obtenidas por la compañía o proyecto de inversión.

13. CASO DE LA INDUSTRIA PETROLERA.

La exploración y la producción de la industria petrolera están caracterizadas como un “negocio riesgoso”⁽¹⁾. La referencia usual es el riesgo geológico de perforar pozos no productivos. La volatilidad y dificultades de los precios del petróleo y gas, y el riesgo financiero es también un factor importante.

Los términos riesgo e incertidumbre son frecuentemente utilizados casi indistintamente en la discusión diaria. Es conveniente en este punto, establecer la diferencia que existe entre riesgo e incertidumbre para los propósitos de este Trabajo Especial de Grado. En efecto, se dice que existe *Incertidumbre* cuando aun sabiendo de la existencia de probabilidades de que el comportamiento de las variables y parámetros que estructuran la evaluación de la propuesta sea diferente al estimado, no existen elementos que permitan cuantificar estas probabilidades.

Por el contrario, cuando es posible asignar valores esperados (cuantificar) a las probabilidades, se dice que existe un Riesgo.

En la situación de riesgos, la teoría de las probabilidades es medular (esencial) en la adopción de decisiones.

La probabilidad de determinado resultado de un acontecimiento es simplemente la proporción de veces que tal resultado tendría lugar si el acontecimiento se repitiera un gran número de veces, la probabilidad de un resultado es medida de la certidumbre de ese resultado.

⁽¹⁾ Allen Frasser, **Economic Worldwide Petroleum Production**. Capítulo 6.

Una colateral de la teoría de las probabilidades es el concepto de valor esperado, el cual resulta de la multiplicación de cada posible resultado de un acontecimiento por la probabilidad de que tenga lugar; esta da una medida del resultado de cada elección. Sólo como referencia hay que tomar en cuenta que existen otras técnicas de análisis de riesgo, muy vinculadas a la teoría de probabilidades, como la teoría de juegos, de portafolios, procesos estocásticos y simulación. El método Montecarlo es una técnica de simulación de modelos de probabilidades que es muy utilizada en la evaluación de proyectos de inversión de Activos Fijos. Sin embargo, estas técnicas analíticas son complejas y su aplicación resulta costosa.

Muchas compañías evalúan el riesgo a aquellas propuestas con inversión superior a un cierto valor en millones de dólares americanos y a todas las propuestas nuevas o en progreso se debe presentar un análisis probabilístico de riesgo, el cual pudiera ser la técnica de Simulación Montecarlo.

Este análisis de riesgo presenta un histograma de probabilidad absoluta y acumulada para el VPN y el TIR. Igualmente, se debe incluir un breve análisis y las conclusiones de las variables estadísticas.

La evaluación de la probabilidad anticipada (valores) para cada salida puede ser la parte más difícil de incluir en el proceso de toma de decisiones bajo incertidumbre. Los valores escogidos para las evaluaciones varían en un rango basado en un conocimiento completo del sistema, donde la probabilidad de salida puede variar entre cero (0) y uno (1).

Desafortunadamente, muchas situaciones encontradas en la exploración y producción de la industria petrolera son basadas más en una suposición y presentimiento por parte del evaluador y de la experiencia acumulada en esta área.

La decisión de emprender una propuesta es afectada por los siguientes factores: el rendimiento anticipado y el grado de incertidumbre. Los indicadores económicos deben ser ajustados para que refleje ambos factores subjetivamente u objetivamente. Dependiendo de la disponibilidad de información de ingeniería basada en hechos reales y el conocimiento

de la economía por parte del evaluador, además del ambiente físico, el rango de probabilidad para cada salida puede ser muy amplio o reducido.

14. TIPOS DE RIESGOS:

Los riesgos a considerar en una propuesta de inversión en E&P son:

- ❖ Pozo exploratorio o pozo en desarrollo seco (riesgo geológico).
- ❖ Político.
- ❖ Económico.
- ❖ Precios futuros del petróleo y el gas.
- ❖ Técnico.
- ❖ Ambiental.

Varios de los riesgos numerados arriba pueden tener impactos simultáneamente sobre una propuesta particular y es necesario cuantificarlos matemáticamente para obtener una aproximación global apropiada. El peso aplicado para cada uno de los diferentes riesgos depende de la naturaleza de la propuesta que está siendo evaluada. Tales riesgos son generalmente considerados bajo tres categorías aconsejadas y denominadas: riesgos técnicos, económicos y políticos.

Cuando comienza una propuesta de exploración y producción hay tres tipos de incertidumbres que son las más significativas:

- ❖ Incertidumbre de éxito.
- ❖ Incertidumbre de magnitud.
- ❖ Incertidumbre de tasa de producción.

Durante la fase exploratoria, la incertidumbre de éxito es la de mayor interés y probablemente domina en las evaluaciones exploratorias. Una vez que el descubrimiento es

hecho, la incertidumbre de magnitud, la cual incluye volumen y precios, y la tasa pasa a ser la incertidumbre dominante. Esas incertidumbres permanecerán a través de la vida productiva de la propuesta, pero disminuyen con el tiempo cuando la producción llevada a cabo es observada, comenzando en cero hasta el abandono.

Los riesgos también afectan las finanzas de una compañía petrolera.

14.1. Riesgo Político.

Involucra la incertidumbre (impuestos, expropiación, nuevo régimen, riesgos gerenciales), aumentando los posibles cambios de las políticas por parte de gobierno o autoridades reglamentarias, y el grado en que tales cambios pueden afectar los beneficios de la propuesta. Las consideraciones reglamentarias se subdividen en fiscales y no fiscales.

Los aspectos **fiscales** primariamente incluyen continuidad en los niveles de impuestos locales y nacionales, control de cambios y limitaciones sobre importación y exportación de divisas locales y extranjera, cambios en niveles de impuesto a los clientes por los equipos importados y suministro.

Los riesgos políticos **no fiscales** están relacionados a posibles interrupciones por autoridades reglamentarias en materia ambiental, desacuerdos sobre alquileres o contratación de personal local, decisiones de comercialización, o nacionalización total.

14.2. Riesgo Económico.

El riesgo económico también tiene un rango de cobertura amplio de situaciones potenciales, uno de ellos son los niveles de precios presentes y futuros del petróleo y gas. La naturaleza física de las propuestas es también de gran importancia. Por ejemplo, para una industria minera o petrolera el desgaste de un activo, el interés económico probablemente involucra costos de perforación y operación, efectos inflacionarios y tasas de interés, también es siempre importante los precios del producto y la demanda en la vida de la propuesta y riesgos adicionales.

14.3. Riesgo Técnico.

Los riesgos técnicos involucran la naturaleza operacional de la propuesta, por ejemplo: el procedimiento ha sido empleado en otras oportunidades o ésta marca una nueva técnica. Los riesgos técnicos incluyen la capacidad y la experiencia del talento de los ingenieros asignados al proyecto. En el caso de la estimación de reservas el grado de riesgo técnico puede involucrar el volumen de hidrocarburos que actualmente existe en el subsuelo y si las tasas de producción y últimas recuperaciones proyectadas por los ingenieros se verifican.

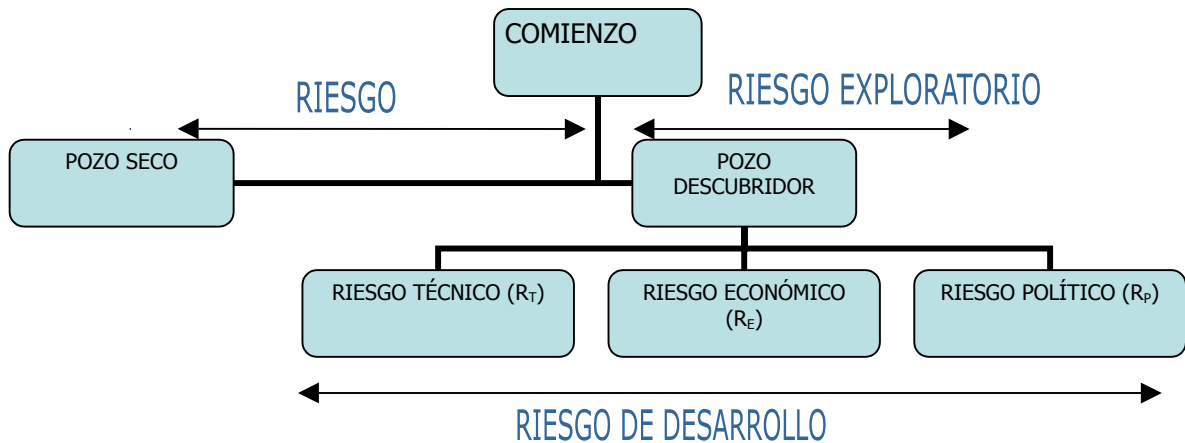


Figura 8. Relación entre el Riesgo Técnico, Económico y Político.

FUENTE: Fraser, op. cit., adaptado de la figura 6 – 1, p. 194.

Relación entre el riesgo técnico, económico y político.

Riesgo Técnico (R_T) comprende:

- ❖ Petróleo y/o gas.
- ❖ Área.
- ❖ Porosidad.

- ❖ Espesor neto.
- ❖ Saturación de agua.
- ❖ Tipo de mecanismo de producción.
- ❖ Porcentaje de recuperación.
- ❖ Tasa de producción.

Expertos: **Ingenieros de Petróleo y Geólogos.**

Riesgo Económico (R_E) comprende:

- ❖ Precios.
- ❖ Costos de capital.
- ❖ Costos de operación.
- ❖ Inflación.
- ❖ Mercadeo.
- ❖ Tasa de interés.

Expertos: **Economistas o Analistas Financieros.**

Riesgos Políticos (R_P) comprende:

- ❖ Impuestos.
- ❖ Regulaciones.
- ❖ Carteles.
- ❖ Estabilidad Internacional.

Expertos: **Staff de relaciones con el gobierno.**

El factor de incertidumbre total o final es definido como el producto de los riesgos (técnicos, económicos y políticos), y se denomina R_F :

Ecuación 18. Factor de Incertidumbre R_F .

$$R_F = R_T * R_E * R_P$$

donde:

R_F = Factor de incertidumbre total.

R_T = Riesgo técnico.

R_E = Riesgo económico.

R_P = Riesgo político.

Ecuación 19. Valor Esperado.

$$VALOR_ESPERADO = (VALOR_PRESENTE_PROYECTADO) * R_F$$

15. CARACTERÍSTICAS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE.

Las fuentes y características de riesgo varían ampliamente de una empresa a otra.

La **primera** característica de la incertidumbre es que esta puede ser objetiva o subjetiva. Las incertidumbres que pueden ser calculadas con precisión con el tiempo, como en el caso de la cara de una moneda, son conocidas como incertidumbre objetiva. En esos casos no hay consenso para acordar la probabilidad de salida. Saber si lloverá el sábado y en que cantidad representa una situación subjetiva, con la misma información un pronosticador puede pensar la posibilidad de 30% que lloverá mientras otro pronosticador puede estimar que va a ser 65%. Ninguno de los dos está equivocado. La incertidumbre subjetiva está siempre abierta a ser reevaluada sobre las bases de nueva información, además estudia, o reconoce la opinión de otros observadores. Muchas incertidumbres son subjetivas, y estas son particularmente propias del negocio petrolero.

Algunas evaluaciones subjetivas de incertidumbre son probablemente cambiadas con información adicional disponible. La posible opción de gastar dinero por información adicional (ejemplo otra línea sísmica) o esperar por mayores datos de producción, para mejorar la evaluación del riesgo, forma parte del proceso de toma de decisiones.

La mayoría de la incertidumbre cuantificada involucra algún grado de decisión personal. Esto puede ser debido a una o varias razones, no hay información completa o adecuada sobre la situación, y no puede reproducirse otra vez el resultado como en el caso de lanzar una moneda y salga cara.

La segunda característica importante de la incertidumbre es su adaptabilidad para la interpretación cuantitativa. Esto destaca **la tercera** característica de la incertidumbre, la posible elección de aceptar o evitar el riesgo. De las tres características mencionadas la tercera es particularmente probable en decisiones que involucran inversiones en la industria petrolera.

Acuerdos con riesgo e incertidumbre.

Existen dos fundamentos para convivir con el riesgo y la incertidumbre:

- ❖ Gerencia del riesgo, y
- ❖ Compartir el riesgo (evaluar la sinergia estratégica con otras empresas).

Para cumplir con el primer fundamento se recomienda seguir los siguientes pasos:

Gerencia de riesgo de propuestas de inversión.

1. Planificación de la gerencia de riesgo.
2. Identificación de los riesgos.
3. Reconocimiento de los riesgos.
4. Cuantificación de los riesgos.

5. Preparación de respuesta.

6. Monitoreo y control de riesgo.

En el caso de una propuesta de exploración y explotación, una estrategia para disminuir el riesgo geológico es la diversificación mediante la asignación de recursos para la perforación de varios pozos, en lugar de colocar todos los recursos en un prospecto individual, simplemente involucra tomar un menor interés en un mayor número de prospectos riesgosos. El término diversificación también se aplica a las operaciones aguas abajo (refinación y mercadeo).

Cuando la incertidumbre es mayor, y donde no hay método reconocido de cuantificación de la situación, la toma de decisiones se hace particularmente difícil. Para empezar esto puede ayudar a identificar los tipos de sucesos o salidas que son contemplados:

- ❖ Mutuamente excluyentes.
- ❖ Independientes.
- ❖ Dependientes, condicional, o contingente.
- ❖ Secuencial, es decir, deben ocurrir en un orden específico los sucesos.

Muchas veces no hay ninguna experiencia como ejemplo. La intuición y rumores, también como el optimismo personal o prejuicio, todos frecuentemente juegan su rol. Juicios de alguna clase deben ser hechos, la conveniencia relativa de posibles salidas debe ser visualizada, y el proceso entero mentalmente integrado. Uno es forzado o concientemente o subconscientemente haciendo asunciones y predicciones llegando a una decisión "intuitiva".

Algunas reglas son frecuentemente utilizadas con algunas modificaciones apropiadas reconociendo el grado implicado de incertidumbre. Por ejemplo: un período de recuperación estándar normalmente de tres años puede ser arbitrariamente reducido a dos años, como una base de control para seleccionar un proyecto de alto riesgo.

16. TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO EN LAS PROPUESTAS DE INVERSIÓN.

Quién pretenda medir y evaluar el riesgo de una propuesta de inversión o de una cartera⁽¹⁾ de propuestas, puede hacerlo básicamente de tres maneras:

- ❖ Mediante un criterio totalmente informal y subjetivo.
- ❖ Mediante consideraciones formales, las cuales pueden ser, tanto de carácter subjetivo, como objetivo.
- ❖ Mediante una combinación de ambos criterios.

En general habrá de considerarse que si la medición del riesgo no se realiza mediante algún procedimiento cuantitativo, el análisis resultante deberá tenerse por un análisis de tipo informal.

En el caso de criterios informales, sus procedimientos de valuación son intrínsecamente débiles, ya que los factores que afectan al riesgo no son examinados en forma explícita, ni de manera sistemática.

En el caso de criterios formales, se emplean diversas técnicas que permiten la medición y evaluación del riesgo, tanto en el ámbito de alternativas individuales, como para combinaciones de propuestas (carteras o portafolios).

17. TÉCNICAS NO PROBABILÍSTICAS

En general, estas técnicas no usan métodos estadísticos. Se basan en creencias del inversor complementadas con una metodología de análisis. Los más importantes son:

- ❖ La Tasa de Descuento Ajustada a Riesgo.
- ❖ Análisis de Sensibilidad.

⁽¹⁾ El término cartera se conoce en algunos países con el nombre de portafolio.

❖ Análisis del Punto de Equilibrio.

17.1. Tasa de Descuento Ajustada a Riesgo^(m).

La *Tasa de Descuento Ajustada a Riesgo* es la tasa de rendimiento que deberá ajustarse sobre una propuesta determinada a fin de compensar de forma adecuada a los dueños de una compañía.

En el método de la Tasa de Descuento Ajustada a Riesgo se incrementa la tasa de descuento a aplicar a las propuestas de inversión con riesgo en una cantidad **p** denominada prima de riesgo. Permite tratar primero el riesgo general y después el riesgo político.

El procedimiento consiste en agregar poco porcentaje a la tasa de descuento mínima aceptable que la compañía utiliza para seleccionar las oportunidades de inversión. Esta es quizás la forma más fácil de evaluar el riesgo político

La tasa de descuento será entonces:

Ecuación 20. Tasa de Descuento Ajustada al Riesgo.

$$T_{DAR} = T_d + p$$

donde:

T_{DAR} : Tasa de descuento ajustada al riesgo.

T_d : Tasa de descuento promedio.

p : Prima de riesgo.

El fundamento original de esta técnica radica en la adopción de un valor de **p** subjetivo, el cual dependerá de la apreciación del inversor. Cuanto mayor sea el riesgo de

^(m) La técnica de la tasa de descuento ajustada a riesgo puede aplicarse mediante la tasa interna de rendimiento, al igual que con el valor presente neto. En el caso de emplear la TIR, la tasa de descuento ajustada al riesgo se convierte en la tasa límite que debe ser sobrepasada por la TIR, a fin de que la propuesta resulte aceptable. Al usar el VPN, las entradas de efectivo proyectadas serán simplemente descontadas, según la tasa de descuento ajustada al riesgo.

una propuesta, mayor será la tasa de descuento ajustada y menor será, por tanto, el valor presente neto de la propuesta

17.2. Análisis de Sensibilidad.

El Análisis de Sensibilidad en la evaluación de propuestas de inversión es una de las técnicas de selección de inversiones en ambientes de incertidumbre. Se utiliza como una exitosa herramienta en diferentes modelos económicos para determinar la variabilidad de los resultados obtenidos para cada una de las variables.

El Análisis de Sensibilidad es el método no probabilístico más útil y constituye una de las técnicas más utilizadas en la industria petrolera. Esta técnica persigue determinar cuan sensible es la propuesta al evaluar el cambio de una de las variables y/o parámetros, a la vez incluidos en el flujo de efectivo o, en otras palabras, revela el efecto que sobre la rentabilidad (indicadores económicos) tienen las variaciones en los pronósticos de las variables relevantes. La visualización de los parámetros más susceptibles de afectar el resultado de la evaluación, frente a distintos grados de error en su estimación, permitirá decidir sobre la necesidad de realizar estudios más profundos a objeto de mejorar las estimaciones y reducir el riesgo asociado.

Existen dos formas de realizar el análisis de sensibilidad:

- ❖ Determinando matemáticamente hasta dónde pueden modificarse las variables para que la propuesta siga siendo rentable o, (análisis de corte)
- ❖ Haciendo cambios en los valores de las variables para medir el efecto en los indicadores financieros de la propuesta.

17.2.1. Procedimiento para la Técnica Análisis de Sensibilidad⁽ⁿ⁾.

Los pasos para realizar un análisis de sensibilidad son:

- ❖ Determinar las variables a incluir en el análisis. En este sentido, es importante seleccionar aquellas variables que pueden tener mayor incidencia en los resultados económicos de la propuesta, ya que no tendría ningún sentido sensibilizar variables cuyo cambio no se prevé factible en el período correspondiente al horizonte económico. Aquí se estudia la viabilidad de la propuesta.
- ❖ Estimar el intervalo de variación (de confianza) para cada una de las magnitudes que intervienen en el proceso.
- ❖ Calcular individualmente los resultados de los indicadores financieros a medir, para diversos valores dentro del intervalo de variación.

El análisis de sensibilidad es de gran utilidad para medir el impacto asociado a los cambios en las variables críticas de una propuesta. Adicionalmente permite centrar esfuerzos en aquellas variables de influencia dejando aparte aquellas cuyo efecto sobre el resultado final, aun en el peor de los casos, es poco probable.

Es importante destacar que en el Análisis de Sensibilidad, se busca dimensionar un perfil del riesgo asumido en las inversiones, clasificar los componentes en principales y secundarios y obtener información sobre las variables relevantes en la aceptación de la propuesta por parte de la compañía o el inversionista.

Como resultado de la aplicación de la metodología, se obtiene una tabla en la que quedan delimitados aquellos factores que son más sensibles a variaciones, y que son objeto de un posterior estudio por parte de la compañía, para asegurar la viabilidad de la propuesta analizada, bajo un escenario optimista, más probable, pesimista.

⁽ⁿ⁾ Corpoven S. A., op. cit. pp. 38 y 39.

17.2.2. Limitaciones del Análisis de Sensibilidad.

La limitación de este análisis radica en que las variaciones consideradas permanecen constantes a lo largo del horizonte económico, lo cual, en realidad, no es necesariamente cierto. Por ejemplo, las ventas podrían estar por arriba de las estimaciones en un año y estar por debajo de éstas en otro o, simplemente, fluctuar a lo largo de todo el horizonte económico.

Otro de los inconvenientes del análisis de sensibilidad es que siempre da unos resultados de alguna manera ambiguos. Por ejemplo, ¿qué significa exactamente optimista y pesimista? El departamento de comercialización puede interpretar ambos términos de forma bien diferente como lo hace el departamento de producción.

Otro problema con el análisis de sensibilidad es que las variables relevantes suelen estar fuertemente relacionadas. ¿Qué sentido tiene analizar aisladamente el efecto de un incremento en la cuota de mercado? Si la cuota de mercado supera las expectativas, probablemente la demanda será más fuerte que la prevista y los precios unitarios serán más altos. ¿Y por qué considerar aisladamente el efecto de un incremento en el precio? Si la inflación empuja los precios hacia el nivel superior del intervalo que habíamos previsto, es bastante probable que el costo también se vea afectado por la inflación.

Algunas veces el decisor puede tratar el problema definiendo las variables relevantes de forma que, en términos generales, sean independientes. Pero no se puede ir muy lejos con un análisis de sensibilidad de las variables una cada vez.

Para minimizar esas limitaciones se utiliza la metodología del diagrama de riesgo o diagrama araña, para lo cual se establecen valores límites de las variables (como resultado de un estudio estadístico) y se determinan los nuevos indicadores económicos al considerar los efectos individuales de cada límite. Estas limitaciones son sobrellevadas, en parte, con la aplicación de métodos probabilísticos.

18. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN LA INDUSTRIA PETROLERA.

Tienen por objeto determinar el impacto que puede significar sobre los indicadores económicos calculados (TIR, VPN, EI) algún cambio en las variables y/o parámetros considerados en la evaluación económica. Los análisis de sensibilidad deben efectuarse para aquellas variables y/o parámetros más significativos, como por ejemplo: volumen de producción y/o ventas, precios de exportación, inversiones, horizonte económico, costos de operación, etc.

El análisis de sensibilidad adquiere mayor importancia cuando el resultado de la evaluación es marginal o sea que la diferencia con relación a las exigencias mínimas es muy pequeña. Lo anterior significa que un resultado negativo del análisis de sensibilidad en alguna de las variables o parámetros básicos del Flujo de Efectivo pudieran alterar el resultado de la evaluación y por consiguiente la decisión económica de efectuar el programa o propuesta.

A los programas y propuestas mayores de cierto valor MMUS\$ (Valor en Millones de Dólares) se le efectúa una sensibilidad con escenarios de precios 5%, 10% y 15% inferiores al caso base.

Se debe efectuar sensibilidades según aplique a cada propuesta específica, seleccionando las variables de más impacto en la propuesta y escenarios conservadores a fin de determinar como el programa o la propuesta responde a dichas variaciones.

18.1. Objetivos

Se realiza análisis de sensibilidad a todas las Propuestas o Programas. El objetivo del análisis de sensibilidad es determinar:

- ❖ Un rango (gráficamente un área) de variación del resultado económico de la propuesta.
- ❖ Identificar las variables que tienen mayor influencia en el resultado económico de la propuesta.

- ❖ Establecer un plan de acciones para minimizar la posible pérdida de valor agregado por la variación de una variable. Para cumplir este objetivo se elaborará un *Diagrama Araña* o *Diagrama de Riesgo*.

18.2. Procedimiento para la Elaboración del Diagrama Araña^(ñ).

El procedimiento a seguir para graficar el análisis de sensibilidades por la metodología del diagrama araña, se especifica a continuación:

Para realizar el análisis de sensibilidades; se recomienda utilizar los siguientes factores límites resultantes de un estudio estadístico de un grupo de propuestas representativas de la industria, sin embargo, se pueden tomar otros valores máximos y mínimos de variación que se considere más apropiado (se deben dar los soportes necesarios para justificar y/o explicar como se obtienen).

	LÍMITES	
Inversión	0.90	1.60
Vol. De Producción	0.65	1.15
Precios	0.75	0.20
Gastos (tér. Const.)	0.90	1.80
Tiempo	0.90	1.85

Notas:

1. "Tiempo" se refiere al retraso o adelanto en el tiempo de ejecución y puesta en marcha con su respectiva implicación en el desfase del ingreso.
2. Del producto de los factores límites anteriores por el correspondiente valor original de cada variable, se obtendrán un cuadro con los valores límites respectivos. Ejemplo: Sea el estimado de la inversión: 7.000

^(ñ) Pdvs. **Lineamientos para la Evaluación Económica de Proyectos Sometidos al Presupuesto de Inversiones 2002**, pp. 20 y 21.

MMBs., el Valor límite de la inversión será: $1,60 \times 7.000 = 11.200$ MMBs.

3. Tomar el valor límite de una variable y dejar fija las otras variables con sus valores originales del caso base, seguidamente determinar el VPN de la propuesta.
4. Realizar la misma operación anterior con el otro valor límite de la misma variable.
5. Repetir los pasos "3" y "4" para cada una de las restantes variables. En el caso de la variable "Tiempo" considerar el desfase en la ejecución de la infraestructura, y en consecuencia, reprogramar los desembolsos y los ingresos.
6. Hacer un gráfico "DESVIACIONES (%) vs. VPN" con los valores obtenidos al ejecutar los pasos anteriores. La desviación porcentual se obtiene al restarle uno al límite respectivo y multiplicarlo por cien. Ejemplo: desviación en la inversión: $(1,15-1,00) \times 100 = 15\%$. Nota: El valor de la desviación se determina sobre la base del valor original de cada variable.
7. Unir en la gráfica, mediante líneas recta, los puntos asociados con cada variable y señalar a cual variable pertenece. Las líneas que tengan una mayor perpendicularidad indican que un cambio porcentual en esa variable tiene un mayor impacto en el VPN que cualquier otra recta con una menor inclinación.
8. Trazar el polígono envolvente de los resultados, mediante líneas rectas, uniendo los puntos antes graficados. El área del polígono indica la zona donde se espera que este el resultado esperado de la propuesta.
9. Graficar también, el VPN original mediante un punto en el eje vertical (desviación = 0%).

10. Indicar las conclusiones que se pueden inferir del diagrama araña.
11. Establecer un plan de acciones para minimizar o neutralizar la posible pérdida de valor agregado (acciones que puedan ser útil para minimizar impactos negativos por la variación de una variable).

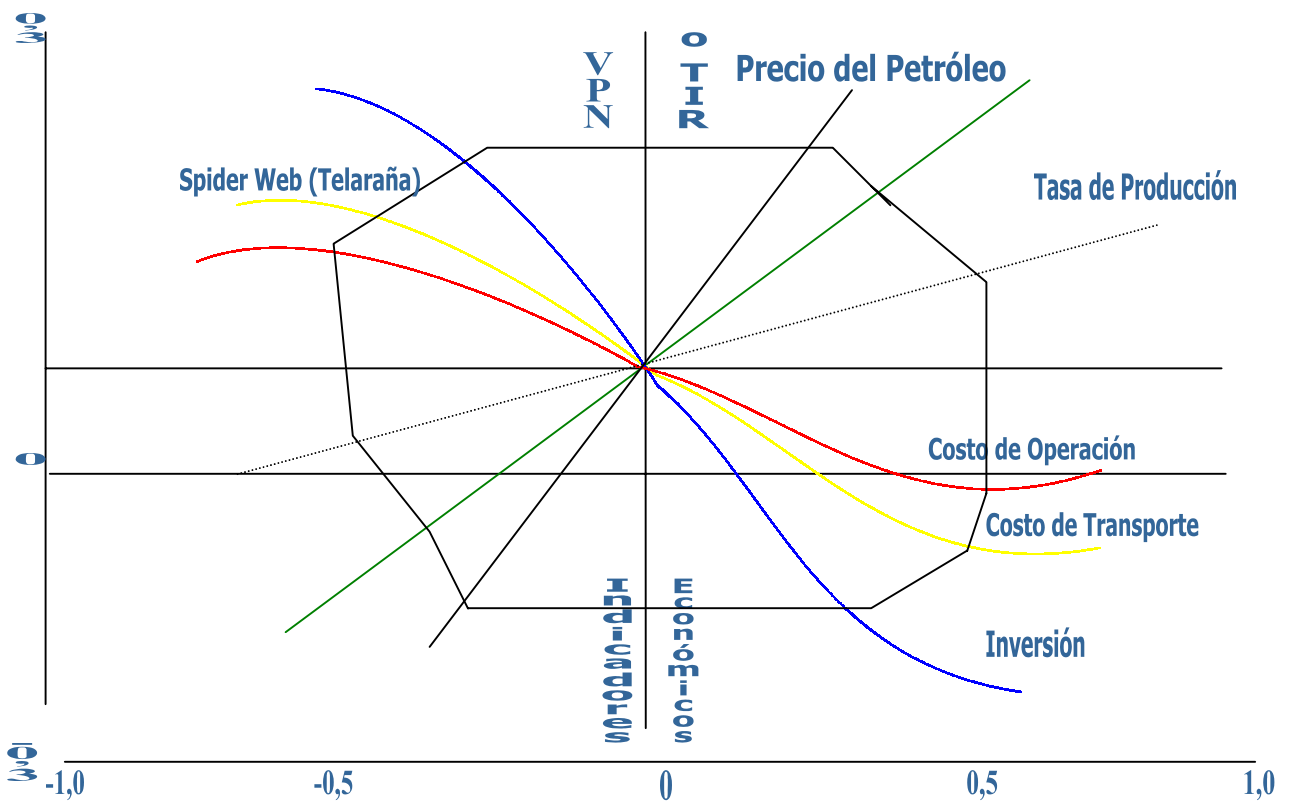


Figura 9. Representación del Diagrama Araña.

FUENTE: Fraser. op. cit., adaptada de la figura 6-10, p. 214.

18.3. Diagrama Araña e Interpretación.

El diagrama araña ilustra las diferencias entre el valor mínimo y máximo del pronóstico por una curva gráfica a través de todos los valores variables probados. Las curvas con pendientes pronunciadas, positiva o negativa, indica que esas variables tienen un mayor efecto sobre el pronóstico, mientras que aquellas curvas que son casi horizontal tienen poco o ningún efecto sobre el pronóstico. Las pendientes de las líneas también indican si un cambio positivo en la variable tiene un efecto positivo o negativo sobre el pronóstico.

El origen del gráfico o diagrama araña, o algunas veces llamado diagrama estrella, representa el valor esperado de la alternativa de decisión. El eje X representa los cambios fraccionales, positivos y negativos, del valor de cada parámetro utilizado usado para calcular el valor esperado. El eje Y representa el resultado en la rentabilidad con el cambio en parámetros de valor, el eje Y puede ser graficado o en una unidad de rentabilidad o el cambio fraccional en algún criterio de rentabilidad y puede también ser positivo o negativo. Siguiendo esas reglas simples, todas las curvas pasan a través del origen, los parámetros relacionados con los ingresos son: tasas de producción, precio del producto, reservas, etc., graficados en el primer y tercer cuadrante, mientras que los parámetros relacionados con los egresos son: gastos (costos), inversión, etc., los cuales son graficados en el segundo y cuarto cuadrante.

El diagrama araña puede ser hecho incluso más útil para indicar el rango esperado para cada parámetro, como se hizo en la Figura 9. Las líneas límites de cada parámetro corresponden a los valores mínimos y máximos sobre una distribución de probabilidad, si una estuvo dibujada para cada parámetro investigado. Se define el “Spider Web” como el área interna formada uniendo los límites, ésta representa el rango de sensibilidad de interés para discutir las sensibilidad del beneficio para un parámetro individual, como es indicado en la Figura 9, mientras el área externa al “Spider Web” puede ser interesante, esta no tiene interés práctico para el tomador de decisiones.

El diagrama araña es una excelente herramienta de comunicación para transmitir al tomador de decisiones la sensibilidad de rentabilidad para varios parámetros involucrados.

La rentabilidad es más sensible a cambios en aquellos parámetros que muestran las mayores pendientes sobre este tipo de diagrama. Por consiguiente, una discusión de la precisión o validez de los valores usados para algunos parámetros podría primero enfocarse sobre los parámetros de mayor pendiente y por último sobre aquellos que muestran varias pendientes menores.

18.3. Diagrama Tornado.

El diagrama tornado ilustra los cambios entre las variables, colocando la variable que causa los mayores cambios en la parte superior del diagrama y la variable que muestra los menores cambios en la parte inferior del diagrama. Las variables superiores tienen mayores efectos sobre el pronóstico, mientras que las inferiores tienen menores efectos.

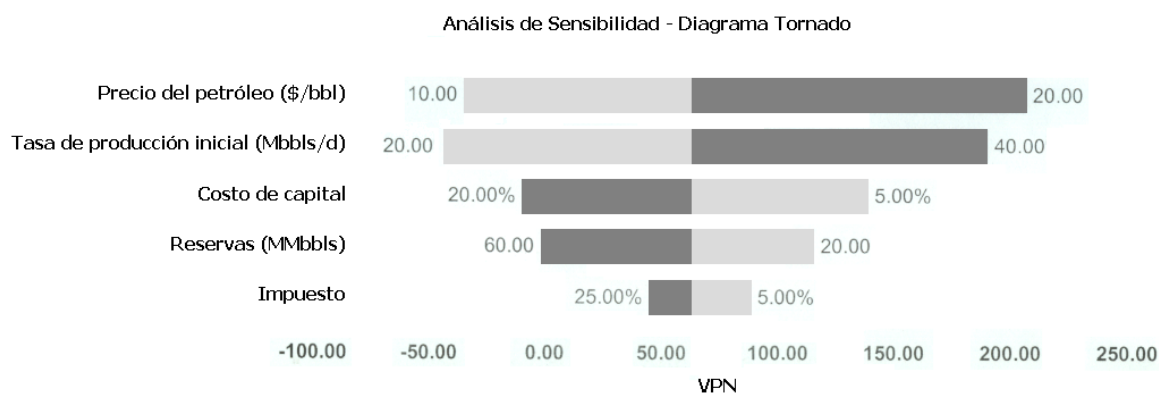


Figura 10. Diagrama Tornado.

FUENTE: Elaboración propia.

18.5. Análisis de una Propuesta según Diferentes Escenarios.

Si las variables están interrelacionadas, puede ser útil considerar algunas combinaciones plausibles alternativas. Por ejemplo, el economista de la compañía puede estar preocupado por la posibilidad de otro aumento brusco en los precios mundiales del petróleo. El efecto directo sería estimular a los consumidores al uso de vehículos eléctricos. Ese mayor precio del petróleo provocaría una recesión económica mundial y al mismo tiempo estimularía la inflación.

18.6. Análisis del Punto de Equilibrio.

Cuando se realiza el análisis de sensibilidad de una propuesta, o cuando se observa escenarios alternativos, se plantea hasta qué punto sería grave que las ventas o los costos resultasen peores que los previstos. Los directivos a menudo prefieren expresar el problema de otra forma, y se preguntan hasta qué punto pueden caer las ventas antes de que la propuesta deje de ser rentable. Esta práctica se conoce como análisis del punto muerto o de equilibrio.

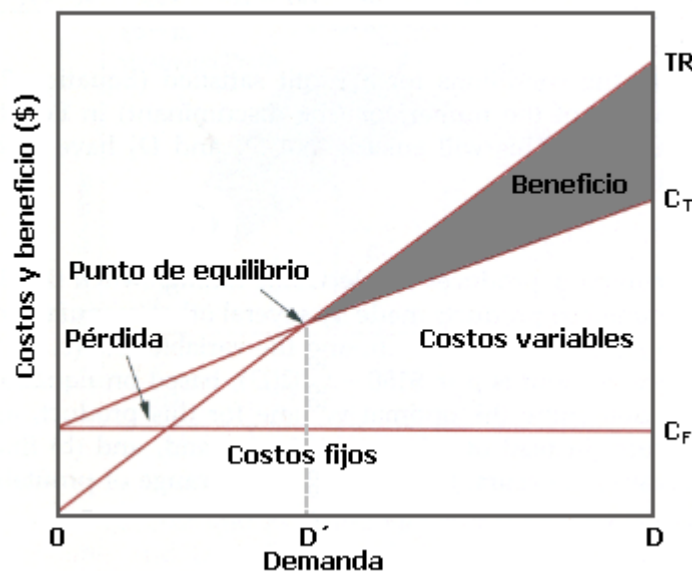


Figura 11. Punto de Equilibrio con precio constante.

FUENTE: DeGARMO Paul E., y otros. *Engineering Economy*. Fig. 2-7, p.44.

Entre los beneficios del punto de equilibrio se encuentran los siguientes:

- ❖ Mejorar la planificación empresarial.
- ❖ Facilitar la toma de decisiones.
- ❖ Fijar precios.
- ❖ Controlar gastos.

Los elementos del punto de equilibrio son:

Costos fijos: son costos constantes cualquiera sea el volumen de ventas. Los costos fijos se quedan constantes dentro de una rango relevante. Sin embargo, si hay un gran aumento en el volumen de ventas, posiblemente los costos aumentarían. Ellos incluyen los sobrecargos, tales como alquileres, gastos de oficina y administración y sueldos, y también los costos “ocultos” como los intereses y la depreciación.

Costos variables: incluyen la materia prima, mano de obra en el proceso productivo, los sobrecargos de la producción y las comisiones sobre ventas.

Costos semivARIABLES: estos costos tienen componentes tanto fijos como variables. Cambian en el mismo sentido que el volumen de producción, pero no en la misma proporción. Por lo tanto, los costos semivARIABLES pueden ser divididos entre la parte estimada que es fija y la parte que se estima variable.

Margen de contribución: esta es la diferencia entre las ventas y los costos variables. Difiere de la ganancia bruta por cuanto no toma en cuenta los costos fijos.

Para calcular el punto de equilibrio en ventas es necesario:

- ❖ Establecer los costos fijos y variables.
- ❖ Calcular el margen de contribución de las ventas:

Ecuación 21 . Margen

$$\text{Margen} = \frac{\text{Ventas totales menos costos variables}}{\text{Ventas totales}}$$

- ❖ Calcular el punto de equilibrio en ventas, bien sea en dólares o en unidades.

Ecuación 22. Equilibrio en dólares.

$$\text{Equilibrio en dólares} = \frac{\text{Total de los costos fijos}}{\text{Porcentaje de margen de contribución}}$$

Ecuación 23. Equilibrio en unidades.

$$\text{Equilibrio en unidades} = \frac{\text{Total de costos fijos}}{\text{Margen de contribución por unidad}}$$

19. TÉCNICAS PROBABILÍSTICAS.

Las técnicas probabilísticas parten de las probabilidades subjetivas asignadas a cada posible suceso y utilizan métodos estadísticos para su desarrollo. Asimismo, consideran variaciones aleatorias en los elementos del flujo de caja dentro de un rango establecido.

19.1. Valor Presente Neto Esperado^(o).

Se define como *valor presente neto esperado* el valor presente neto de las esperanzas matemáticas de cada una de las variables que forman la propuesta de inversión.

Este método considera que los parámetros del flujo de caja pueden tomar diferentes valores (estados) dentro de un escenario optimista, normal y pesimista, o caso más bajo,

^(o) Corpoven S. A., op. cit., pp. 42-47.

medio y alto. Cada uno de estos escenarios tendrá una probabilidad subjetiva asociada, siendo la sumatoria de los tres escenarios igual a uno.

La fórmula matemática que expresa el método es la siguiente:

Ecuación 24. Esperanza matemática del VPN.

$$E(VPN) = -E(I_o) + \sum [E(Q_t) * (1 + T_d)^{-t}]$$

donde:

E(VPN): Esperanza matemática del VPN.

E(I_o): Esperanza matemática de la inversión inicial.

E(Q_t): Esperanza matemática de los flujos de caja.

La fórmula general de la esperanza matemática es la siguiente:

Ecuación 25. Ecuación general de la esperanza matemática.

$$E = \sum P_i X_i$$

donde:

E: Esperanza matemática.

P_i: Probabilidad asociada a cada valor o estado.

X_i: Valor o estado que puede tomar cada variable o parámetro.

Es importante destacar que la probabilidad asociada a cada escenario no necesariamente debe mantenerse constante a lo largo del horizonte económico, lo cual, si bien puede aumentar la cantidad de cálculos necesarios, no afecta el esquema conceptual, que sigue siendo el mismo.

El valor presente esperado, indica la tendencia del promedio que puede alcanzar el VPN, sin embargo, este método no presenta el grado de dispersión que puedan presentar los

valores observados respecto a la media. Para ello, el método se complementa con el cálculo de la varianza del valor presente neto.

19.2. Varianza y Desviación Estándar.

El cálculo de la varianza permite medir el grado de dispersión entre dos resultados con una misma media. Este factor es calculado a través de la desviación estándar.

A continuación se presenta la fórmula para el cálculo de la desviación estándar:

Ecuación 26. Desviación estándar respecto a la media.

$$\sigma = S^2 = \sum P_i * (X_i - \bar{X})^2$$

Aplicado esta misma fórmula a un flujo de caja, la varianza de cada excedente de tesorería vendrá dada por la expresión:

Ecuación 27. Varianza del flujo de caja de año t.

$$\sigma(Q_t) = \sum P(Q_i) * [Q_i - E(Q_t)]^2$$

donde:

$\sigma(Q_t)$: Varianza del flujo de caja del año t.

Q_i : Valor (estado de la naturaleza) del flujo de caja del año t.

$P(Q_i)$: Probabilidad asociada a Q_t .

$E(Q_t)$: Esperanza matemática de la variable Q_t .

Asumiendo que para cada Q_t pueden existir tres posibles valores Q_i (bajo, medio y alto). Una vez obtenidas las varianzas para cada flujo de caja, se determina la varianza del VPN:

Ecuación 28. Varianza del VPN

$$\sigma(VPN) = \sigma(I_o) + \sum \sigma(Q_t) * (1 + T_d)^{-t}$$

donde:

$\sigma(VPN)$: Varianza del valor presente neto.

$\sigma(I_o)$: Varianza de la inversión inicial.

$\sigma(Q_t)$: Varianza del flujo de caja.

La **desviación estándar** se define como la raíz cuadrada de la varianza:

Ecuación 29. Desviación Estándar

$$S = \sqrt{\sigma(VPN)}$$

donde:

S: Desviación estándar.

$\sigma(VPN)$: Varianza del valor presente neto.

Algunas consideraciones adicionales deben ser expuestas respecto a esta metodología:

- ❖ Es una medida de dispersión absoluta, es decir, no se relaciona con la medida de la esperanza matemática. Una propuesta puede tener una desviación estándar alta para una inversión pequeña, lo cual representa un mayor riesgo, pero si la inversión es grande el riesgo disminuye.

A fin de incluir esta relación en los resultados se define el **coeficiente de correlación**, como la relación de la varianza del valor presente neto a la esperanza del valor presente neto.

Ecuación 30. Coeficiente de Variación

$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{\sigma(\text{VPN})}{E(\text{VPN})}$$

Asimismo, una propuesta puede tener una desviación muy alta pero, aun en la más pesimista de las posibilidades, su VPN puede ser superior al de otra opción con riesgo mínimo.

Por último, el uso de esta metodología implica tener a la disposición los valores y las probabilidades asociadas a los diferentes estados del flujo de caja para cada año. Estos estados posibles y sus respectivas probabilidades dependerán de los diferentes estados y probabilidades de cada variable en particular, por lo que su estimación se convierte, en la mayoría de los casos, en un proceso altamente subjetivo.

Debido a lo anterior, el método de la varianza del VPN no debe ser utilizado para la toma de decisiones en forma aislada, sino como complemento de otros análisis de riesgos o técnicas de simulación probabilística.

Hasta ahora se han tratado diversas técnicas de riesgo no probabilísticos, siendo el más importante el análisis de sensibilidad, el cual tiene como limitación considerar variaciones muy rígidas en los parámetros de análisis a lo largo del horizonte económico. Los métodos probabilísticos del VPN esperado y varianza del VPN son también limitados en cuanto a la variabilidad de escenarios y cálculo de cantidad de posibilidades.

Todos estos métodos reconocen la existencia de una serie de suposiciones realizadas durante la ejecución del análisis financiero, cuyo impacto sobre el proyecto es difícil de evaluar en ausencia de una metodología determinada. Por mayor que sea el esfuerzo en realizar los pronósticos con precisión, cada variable independiente o elemento del flujo de caja contiene, por ser precisamente una estimación hacia el futuro, un cierto grado de incertidumbre el cual fluctuará bajo un comportamiento que, si bien puede ser estimado dentro de un rango, no será posible determinar con absoluta precisión. Todas estas fluctuaciones se combinan y multiplican, conformando en definitiva un factor de riesgo de la propuesta que, en algunos casos, podría llegar a niveles críticos.

Para evaluar el efecto de las fluctuaciones mencionadas sobre las variables que intervienen en el análisis económico, una de las técnicas más utilizadas es la *Simulación Montecarlo*.

19.3. Simulación Montecarlo.

El análisis de sensibilidad permite estudiar el efecto de cambio en una sola variable en un momento dado. Analizando la propuesta desde escenarios alternativos, puede tenerse en cuenta el efecto de un limitado número de combinaciones de variables. La simulación Montecarlo es un instrumento que permite considerar todas las combinaciones posibles. Por tanto, permite examinar la distribución completa de los posibles resultados de la propuesta.

En el caso de las evaluaciones económicas, teniendo la curva de distribución de probabilidades de los indicadores económicos, será posible determinar su tendencia y dispersión, lo cual representa el grado de riesgo asociado a la propuesta.

De acuerdo a lo anterior, la técnica de Simulación Montecarlo requiere, como datos de entrada, la asignación de una función de distribución de probabilidades para cada una de las variables independientes sujetas a variación (elementos del flujo de caja: inversión, precios y costos). Esta determinación de la distribución de probabilidades para cada variable puede ser estimada en base a datos estadísticos o experiencias recopiladas, de manera subjetiva, por expertos en la materia a evaluar o también, como una combinación de ambas.

La función de distribución para cada elemento del flujo de caja puede ser rectangular, triangular, binomial, polinómica, etc., dependiendo de la información disponible. El nivel más bajo de información corresponde a una distribución triangular, la cual se utiliza cuando solamente se dispone de un rango de probabilidades sin tendencia y un valor esperado o más probable.

Si se dispone de mayor información, pueden determinarse funciones que representen con mayor exactitud las probabilidades de cada variable.

Una vez determinada la distribución anterior, puede determinarse la distribución acumulada de probabilidades para cada variable, esto es, el área bajo la curva de ocurrencia de la variable o, lo que es igual, la integral de la distribución de la variable correspondiente. Conociendo que la probabilidad acumulada estará siempre ubicada entre cero y uno, el empleo de un número aleatorio perteneciente al rango anterior como parámetro de la función de distribución acumulada proporcionará, igualmente, un valor aleatorio de la variable independiente dentro de los límites previamente establecidos para la misma.

Con los valores obtenidos para cada una de las variables independientes (elementos de ingresos y egresos) y mediante el uso de valores aleatorios, puede calcularse la variable dependiente (TIR; VPN, etc.) y repetir la operación una gran cantidad de veces (iteraciones). Graficando todos los resultados se obtiene una función de distribución para la variable dependiente, siendo posible determinar la media, que indica la tendencia de la variable dependiente, y su grado de dispersión a través de la varianza o desviación estándar.

19.3.1 Procedimiento para la Técnica Simulación Montecarlo^(p).

Resumiendo, el procedimiento que sigue la técnica de Simulación Montecarlo es la siguiente:

1. Se establecen los valores y la distribución para cada parámetro o variable independiente.
2. Se definen las ecuaciones de distribución acumulada de probabilidades $F(x)$ para cada variable independiente.
3. Se generan números pseudo-aleatorios en la computadora entre cero y uno, diferentes para cada variable independiente.
4. Se asignan un número aleatorio a $F(x)$ sobre la cual se calculan los valores de las variables independientes.

^(p) Ibidem, p. 49.

5. Se registra el resultado en el intervalo de clase correspondiente.
6. Se repiten los pasos tres al cinco anteriores una gran cantidad de veces (100, 1000 ó 10000, etc.) hasta que la curva de las variables dependientes tome una forma suficientemente definida y cuya variación al realizar nuevas iteraciones no sea significativa.
7. Se construyen los diagramas de frecuencia relativa y acumulada respectivamente.

19.3.2. ¿Qué Simulación Montecarlo no puede hacer?

Simulación Montecarlo no hace:

- ❖ No toma decisiones, la técnica prepara para tomar decisiones.
- ❖ No analiza la información, hay software guía para ese propósito.
- ❖ No optimiza funciones, las distribuciones de salida sirven como ingrediente para la optimización.
- ❖ No suministra modelos ya hechos, el decisor construye su modelo.

Para realizar los análisis de riesgo se utiliza esta técnica como una herramienta. Es usada en todos los segmentos de la industria de petróleo y gas por: compañías operadoras (grandes y pequeñas), compañías de servicio, contratistas, firmas consultoras e instituciones financieras. Muchas de las críticas de la Simulación Montecarlo caen en la siguiente categorías:

- ❖ Es una técnica de hace tres décadas.
- ❖ No hay información adecuada.
- ❖ La información obtenida depende de la persona que corre los modelos.

19.3.3. Futuro de la Simulación Montecarlo.

Hay un renacimiento de la simulación Montecarlo, observe los desarrollos.

Desarrollos a corto plazo:

- ❖ Pruebas en campo con la interface de dos programas
- ❖ Probar al menos dos modelos de evaluación económica con simulación Montecarlo para mejor comprensión.
- ❖ La Geoestadística como interface con los modelos de simulación.
- ❖ Formalizar acuerdos para compartir información y descripción de modelos.
- ❖ Renovar los esfuerzos para una integración sistemática de los análisis de decisión y riesgo dentro de las compañías petroleras.

Desarrollos futuros:

- ❖ Programas comerciales de Simulación Montecarlo para facilitar los pronósticos económicos, de producción y costos de perforación.
- ❖ Es un vinculo perfecto entre los componentes, con información empírica.
- ❖ Varias corporaciones utilizan este método
- ❖ Varios modelos de portafolio y planificación, al menos ya existen dos modelos comerciales.
- ❖ Grupo de usuarios de software con simulación Montecarlo.
- ❖ Catálogos de tipos de distribución.
- ❖ Publicaciones técnicas continuas sobre el tema.

19.3.4. Mal uso de la simulación.

El tomador de decisiones, como un detective, debe utilizar todas las pistas. La simulación debería contemplarse como una forma más de obtener información sobre los flujos de las propuestas esperadas y el riesgo. Pero la decisión final de inversión implica sólo una cifra, el valor presente neto.

Algunos de los primeros entusiastas de la simulación tuvieron mayores pretensiones. Partían de la premisa de que, en sí mismo, el valor presente neto no puede reflejar adecuadamente el riesgo, y, por tanto, dejaron de lado ese último y crucial paso.

19.4. Árboles de Decisión (véase siguiente punto para mayor información).

Saber valorar la utilidad práctica de cada una de las técnicas y saber discriminar el uso en los diferentes problemas que dan lugar a la toma de decisiones de inversiones bajo condiciones de riesgo e incertidumbre por parte del analista.

20. ÁRBOL DE DECISIÓN.

Si los tomadores de decisiones tratan las propuestas como cajas negras, pueden estar tentados a pensar únicamente en la primera decisión de aceptación o rechazo e ignorar las ulteriores decisiones de inversión ligadas a ella. Pero si las decisiones subsiguientes dependen de las tomadas hoy, entonces las decisiones de hoy pueden depender de lo que planea realizar mañana.

Los *árboles de decisión*, también denominados **redes de flujo y diagramas de decisión**, son recursos poderosos para representar y facilitar el análisis de problemas importantes, en especial de aquellos que implican decisiones secuenciales y resultados variables durante un tiempo.

Los árboles de decisión son de gran utilidad en la práctica, debido a que simplifican un problema grande y complicado en términos de una serie de problemas más sencillos y pequeños, al igual que hacen posible un análisis objetivo y facilitan la toma de decisiones

que incluyan la consideración explícita del riesgo y efecto o consecuencia de la decisión en el futuro.

El nombre de árbol de decisión describe el aspecto de la representación gráfica, la cual muestra ramificaciones para cada alternativa posible de una decisión determinada y para cada resultado posible (evento) que proviene de cada alternativa. Suministra también un medio útil para examinar el valor de una información adicional para el proceso de decisión.

Tales redes reducen el razonamiento abstracto a un patrón visual lógico de causa y efecto, por cuanto se asocian a costos y recuperaciones con cada ramificación y se estiman probabilidades para cada resultado posible, con ello se aclaran las opciones y los riesgos.

Una ventaja de esta técnica es que la información es mejor diagramada para la evaluación de las propuestas o programas que involucran una secuencia de decisiones para cada alternativas en las cuales:

- ❖ Cada decisión tiene un número limitado de salidas.
- ❖ La probabilidad de cada salida está determinada, y
- ❖ Cada decisión es finalmente dependiente de las consecuencias económicas.

En la construcción (diseño) del diagrama de árbol se emplean dos tipos de nodos (se utilizan dos símbolos geométricos):

- ❖ Un cuadrado. Nodo de decisión.
- ❖ Un círculo. Nodo de posibilidad.
- ❖ Ramas, las cuales pueden salir de cualquiera de los dos nodos nombrados.

Se comienza a la izquierda del árbol con una alternativa de decisión inicial, luego los ramales que emanan de un nodo de decisión representan cursos alternativos de acción entre

los cuales la decisión hecha debe chequearse. Los ramales que emanan de un nodo de posibilidad representan eventos probables, o salidas sobre la cual el analista no tiene control. La probabilidad asociada con cada posible salida de un nodo de posibilidad es escrita (señalada) sobre el ramal respectivo.

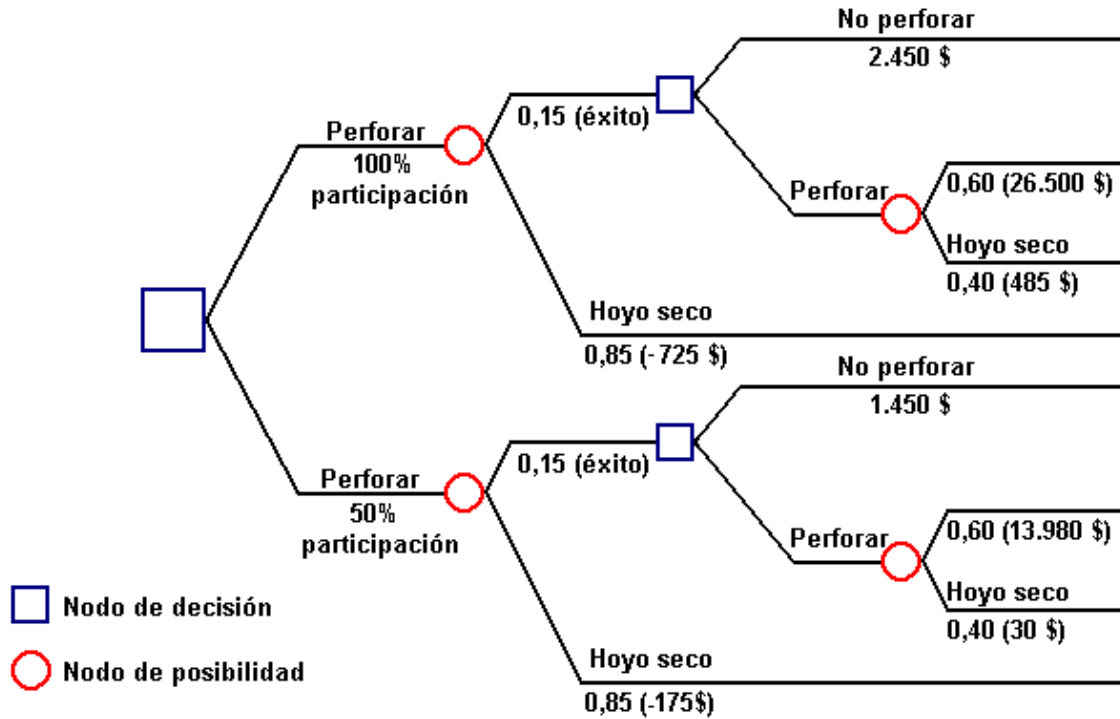


Figura 12. Diagrama de Árbol de Decisión con Consecuencias Económicas.

FUENTE: Elaboración propia.

20.1. Procedimiento para la Técnica Diagrama de Árbol.

El procedimiento a seguir usando el árbol de decisión como una herramienta en el proceso de toma de decisión puede ser resumido como sigue:

1. Identifique todas las decisiones futuras las cuales podría seguir a las decisiones corrientes considerando todas las elecciones a ser contempladas.

2. Identificar todas las posibles salidas que ayudarán a la toma de decisiones actuales y futuras.
3. Dibuje todos los ramales y nodos identificados en los pasos 1 y 2. Trabaje de izquierda a derecha sobre el diagrama.
4. Puede ser necesario iterar sobre los pasos 1, 2 y 3 varias veces para identificar todas las salidas y futuras decisiones.
5. Determine el valor condicional de todas las posibilidades de salidas identificadas en el paso 2.
6. Determine la probabilidad de ocurrencia de todas las salidas identificadas en el paso 2.
7. Calcule el valor presente de todos los nodos de posibilidad.
8. Seleccione la mejor alternativa de todos los nodos de decisión (así es, la alternativa de decisión (ramal) en el cual podría un campo obtener el mayor valor monetario esperado).
9. Seleccione la mejor alternativa para la primera decisión. Esta es la decisión para la cual el árbol fue construido.

20.2. Pros y Contras de los Árboles de Decisión.

Ejemplos de abandono o ampliación son simplificaciones extremas de los problemas secuenciales a los que se enfrentan los gerentes. Esto permite plantear el problema general. Si las decisiones de hoy influyen en lo que puede hacer usted mañana, entonces las decisiones de mañana hay que analizarlas antes para que pueda usted actual racionalmente hoy.

Cualquier previsión del flujo de tesorería se apoya en algunos supuestos sobre las futuras inversiones de la compañía y su estrategia operativa. A menudo estos supuestos están implícitos. Los árboles de decisión obligan a hacer explícita la estrategia empresarial

subyacente. Al exponer las relaciones entre las decisiones de hoy y mañana ayudan al gerente a encontrar la estrategia con el mayor valor presente neto

Algunos tomadores de decisión van más lejos. Como los primeros partidarios de los modelos de simulación, parten de la premisa de que el valor presente neto no puede tener en cuenta el riesgo. Por ello, proponen que el árbol de decisión debería utilizarse para la distribución del valor presente neto o de la tasa interna de retorno de cada posible secuencia de decisiones de la compañía. Eso puede sonar como una caja de almendras garrapiñadas, pero en este momento ya usted debería saber que en su interior sólo hay almendras amargas.

El inconveniente de los árboles de decisión es que rápidamente llegan a ser tan complejos como uno quiera (frase).

La vida es compleja y poco se puede hacer para solucionarlo. Por consiguiente, es injusto criticar los árboles de decisión porque pueden llegar a ser complejos. La crítica está reservada a los tomadores de decisión que dejan que la complejidad llegue a ser aplastante. La ventaja de los árboles de decisión es que permite hacer explícito el análisis de los posibles acontecimientos futuros y de las decisiones. En la vida real los árboles de decisión son complicados, pero en cualquier caso expondrán sólo una pequeña parte de los futuros acontecimientos y decisiones. Los árboles de decisión son como las viñas, son productivos sólo si son bien podados.

20.3. Interpretación de Árboles de Decisión.

Los árboles de decisión no eliminan el riesgo, ellos meramente ayudan en calcular y valorar el riesgo. Un inconveniente en esta técnica es la asunción implícita de la maximización del valor presente neto es un criterio de decisión ideal. Este ignora el hecho que muchas compañías son en mayor o menor extensión, adversas al riesgo. El hecho que un problema de decisión es formalizado como un diagrama ayuda, en sí mismo, a clarificar la importancia de los resultados para demostrar las interrelaciones de un proceso de decisión.

No solamente el árbol de decisión puede ser usado para evaluar alternativas pero una vez que este ha sido preparado suministra un plan para llevar a cabo la toma de decisión. El árbol de decisión es también una excelente herramienta de vigilancia para monitorear los resultados de salidas representadas por los nodos de posibilidad y para reconsiderar las futuras decisiones que fueron anticipadas cuando el árbol fue inicialmente diagramado. Como nueva información es obtenida, el árbol puede ser rediseñado y alterado dictado por la nueva información, como las decisiones siguientes son hechas y las salidas conocidas, los nodos a la izquierda de esos puntos es conveniente discutirlos y aquellos ramales que emanan de ellos los cuales no fueron seguidos pueden eliminarse. Puede también ser necesario agregar más ramales y nodos al diagrama como resultado de la nueva información obtenida.

21. MATRIZ DE DECISIÓN.

Consiste en construir una tabla donde se califican los distintos planes, sobre la base de criterios que pueden tener distinto nivel de importancia.

Tabla 11. Matriz de Decisión.

	Peso(%)	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	45	Excelente: 5 pts.	Bien: 3 pts.	Regular: 2 pts.
Criterio B	25	15 / 20 pts.	18 / 20 pts.	20 /20 pts.
Criterio C	30	2 / 5 pts.	5 / 5 pts.	No cumple
Calificación	100	76%	80%	Descalificado

Análisis: en la matriz, cada criterio puede tener su propio sistema de puntuación, ya sea cualitativo (de excelente a regular, de adecuado a inadecuado, de positivo a negativo, de satisfactorio a no satisfactorio, etc.) o cuantitativo (del 0 al 5, del 1 al 20, del 0 al 100, etc.) lo fundamental es que para comparar los criterios, se normalicen en un sistema de puntuación compatible.

22. JERARQUIZACIÓN DE LA CARTERA DE INVERSIONES.

Generalmente las compañías encuentran que hay más propuestas aceptables de las que puedan emprender con los recursos financieros disponibles. En virtud de la existencia de fondos y recursos limitados, toda propuesta de inversión debe ser objeto de un proceso de jerarquización en el cual competirá con las demás oportunidades de inversión.

No todas las compañías emplean la misma técnica en la clasificación de propuestas de inversión. La jerarquización refleja los objetivos y estrategias de la compañía. Las corporaciones grandes tienden a clasificar con un énfasis diferente que las compañías pequeñas. La recuperación inmediata del efectivo de la compañía también afecta materialmente la forma como éstas observan una nueva oportunidad de inversión, en el caso de compañías con poco capital se hace un mayor énfasis sobre un rápido rendimiento de la inversión. El volumen y calidad de las propuestas de inversión disponibles para una compañía obviamente también tiene un impacto sobre como las inversiones son percibidas y clasificadas.

El criterio de clasificación óptimo para cualquier compañía podría llevar a la selección de inversiones que son acordes con el costo de capital de todas las fuentes de financiamiento, utilice todo el capital disponible, y acorde con la operación continua de la compañía. Una compañía generalmente encuentra que uno, o más criterios o una combinación de indicadores son comúnmente usados para la jerarquización

El objetivo de la jerarquización es maximizar el valor creado por las inversiones en función de las metas establecidas y de las restricciones operacionales y presupuestarias de las corporaciones. En tal sentido, el proceso debe hacer un balance entre la visión de corto y mediano plazo y considerará las consecuencias de las decisiones tomadas más allá del año del presupuesto.

Existen varios sistemas de racionamiento de capital, con cualquier sistema que se utilice, debe recordarse que todas las propuestas en consideración deben ser independientes, si hay cualquier tipo de propuesta mutuamente excluyente, deben escogerse las mejores y colocarlas en el grupo de propuestas independientes. Una vez que las propuestas de inversión han sido clasificadas de acuerdo a los indicadores que mejor reflejen los objetivos y estrategias de la compañía. (un criterio de rentabilidad debe ser usado como requisito para poder entrar al proceso de jerarquización, se utiliza la tasa interna de retorno o la eficiencia de la inversión), una vez que el proceso de selección se inicia.

EJEMPLO 7.

Tres oportunidades de inversión (A, B y C) identificadas por una compañía deben ser evaluadas para determinar si ellas reúnen los criterios de inversión corporativos y cuales pueden ser seleccionados para varios escenarios de limitación del recurso financiero.

La inversión total, última ganancia, tasa interna de rendimiento, y valor presente neto se muestran en la Tabla 12

Tabla 12. La relación ganancia inversión y el rendimiento sobre la inversión descontado (eficiencia de la inversión) también son calculados en la Tabla 12. Todas las propuestas tienen el mismo orden de necesidad y no hay factores subjetivos que puedan influir en su orden. Se asume que todas las propuestas tienen el mismo grado de riesgo, o que el elemento riesgo ha sido unificado por un método de ajuste de riesgo, así será necesario clasificar esas propuestas solamente en base a la información de los indicadores económicos presentados. La tasa de descuento a usar como referencia es 15% para la clasificación de las propuestas.

Tabla 12. Indicadores Económicos para tres Propuestas de Inversión.

Propuestas	A	B	C
Inversión (M\$)	100	50	50
Última Ganancia (M\$)	225	150	75
Tasa Interna de Retorno (%)	30	35	40
Retorno sobre la Inversión	3.25	4.00	2.50
Ganancia sobre la Inversión	2.25	3.00	1.50
Valor Presente Neto (M\$)			
10%	95	65	42
15%	63	41	33
20%	34	27	21
25%	17	17	17
Eficiencia de la Inversión			
10%	0.95	1.30	0.84
15%	0.63	0.82	0.66
20%	0.34	0.54	0.42
25%	0.17	0.34	0.34

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 13. Jerarquización de 3 Propuestas de Inversión.

a) En base a la TIR	C, B, A.	Todos son seleccionados
b) En base a la Relación G / I	B, A, C.	
c) VPN al 10%	A, B, C.	
d) VPN al 15%	A, B, C.	
e) EI al 10%	B, A, C.	
f) EI al 15%	B, C, A.	

ANÁLISIS.

- ❖ Si se dispone de 200 (M\$) para la inversión, todas las propuestas son seleccionadas ya que la tasa interna de rendimiento es mayor que 15% para todas. Otra forma de tomar la misma decisión es que el valor presente neto es positivo para las tres propuestas.
- ❖ Si el recurso financiero sólo es de 150 (M\$) disponible para la inversión, se deben analizar las posibles opciones, se seleccionan los proyectos A más B, ya que utilizando una tasa de 15%, la sumatoria del valor presente neto de las dos propuestas es 104 M\$ es mayor que la combinación de las otras dos opciones A más C suman 96 (M\$) y B más C 74 (M\$).

- ❖ Si solamente se dispone de 100 (M\$), las propuestas B más C serán seleccionadas no solamente debido a que el $VPN_{@15\%}$ de esta opción es 74 (M\$) es mayor que el $VPN_{@15\%}$ de la opción A 63 (M\$), sino sobre la base de que la opción B más C tiene mayor Tasa Interna de Rendimiento y de Eficiencia de la Inversión con respecto a la opción A.
- ❖ Si sólo se dispone de 50 (M\$) para la inversión, la propuesta A debe ser rechazada debido a que esta requiere recursos en exceso de los que hay disponibles. La propuesta B se seleccionará sobre la propuesta C en base al Valor Presente Neto y la Eficiencia de la Inversión.

22.1. Jerarquización por el Indicador Tasa Interna de Rendimiento.

El procedimiento consiste en delinear tasas internas de rendimiento, o tasas de rendimiento contra el monto total en efectivo, con base a tasas decrecientes. Trazando una línea de propuestas aceptables imponiendo enseguida una restricción presupuestaria, puede determinarse el grupo de propuestas aceptables. El problema con este procedimiento es que no garantiza el rendimiento máximo para la compañía, ofrece simplemente una solución satisfactoria a problemas de racionamiento o limitación de capital.

EJEMPLO 8.

Una compañía petrolera se encuentra ante seis propuestas que compiten por el presupuesto fijo de 250000 (\$). A continuación se da la TIR e Inversión Neta para cada propuesta. La compañía tiene un costo de capital del 10%.

Tabla 14. Jerarquización de Propuestas con el indicador TIR.

Propuesta	Inversión Neta (\$)	TIR (%)
A	80,000	12
B	70,000	20
C	100,000	16
D	40,000	8
E	60,000	15
F	110,000	11

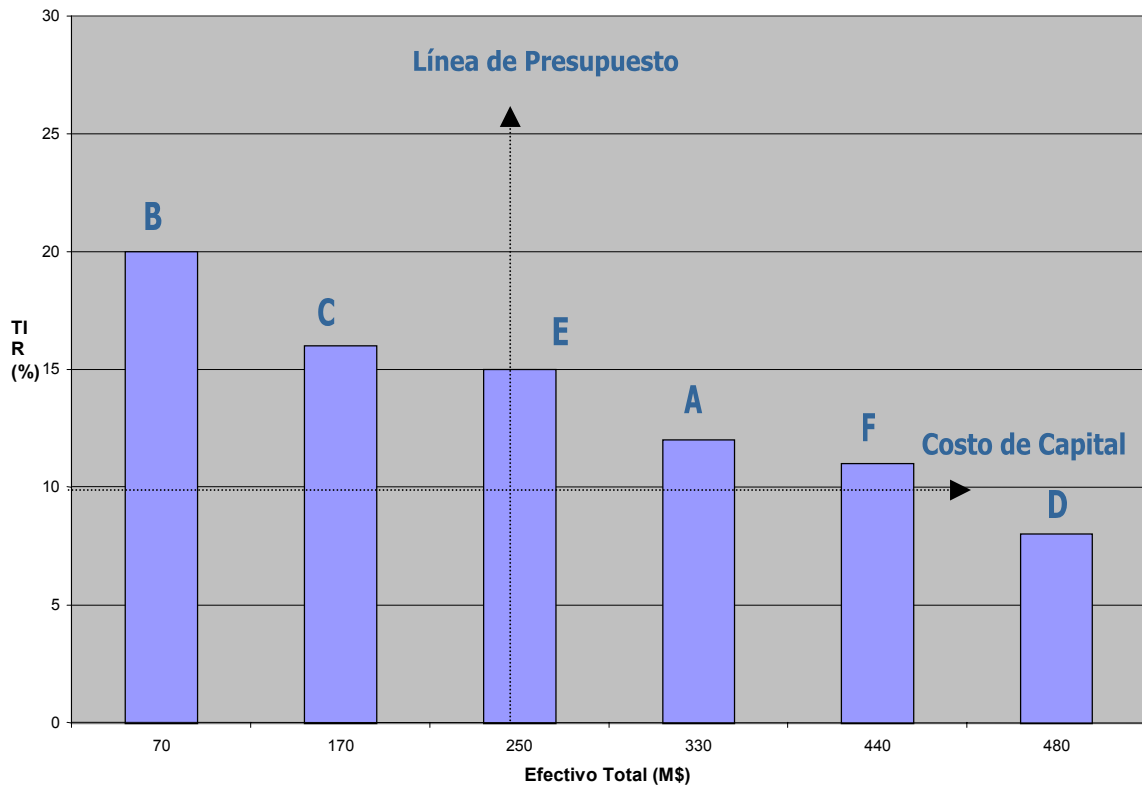


Figura 13. Clasificación del presupuesto de capital para propuestas de inversión de acuerdo al indicador Tasa Interna de Rendimiento.

La Figura 13 describe ordenadamente un conjunto de presupuestos presentados de acuerdo al indicador tasa interna de retorno. Si este conjunto de oportunidades de inversión representa la cartera de inversión en exploración y producción de una empresa, entonces la tasa interna de rendimiento de las últimas propuestas seleccionadas dentro de las limitaciones de recursos financieros puede ser indicado como **Costo de Capital** para esa empresa. Observe la Figura 13 donde se muestra el costo de oportunidad de capital, este parámetro presenta la TIR de la última propuesta seleccionada y la primera propuesta no seleccionada.

Las seis propuestas clasificadas son colocadas en orden descendente de acuerdo con su TIR, de acuerdo con la Figura 13, deben aceptarse solamente las propuestas B, C y E. Entre ellas absorben 230000 (\$) del presupuesto de exploración o producción de 250000 (\$). No vale la pena siquiera considerar la propuesta D ya que su TIR es menor que el costo de capital o tasa de oportunidad de 10 % de la compañía. El inconveniente de este procedimiento es que no hay garantía de que la aceptación de las propuestas B, C y E maximicen el rendimiento total de la compañía.

22.2. Jerarquización por el Indicador Eficiencia de la Inversión.

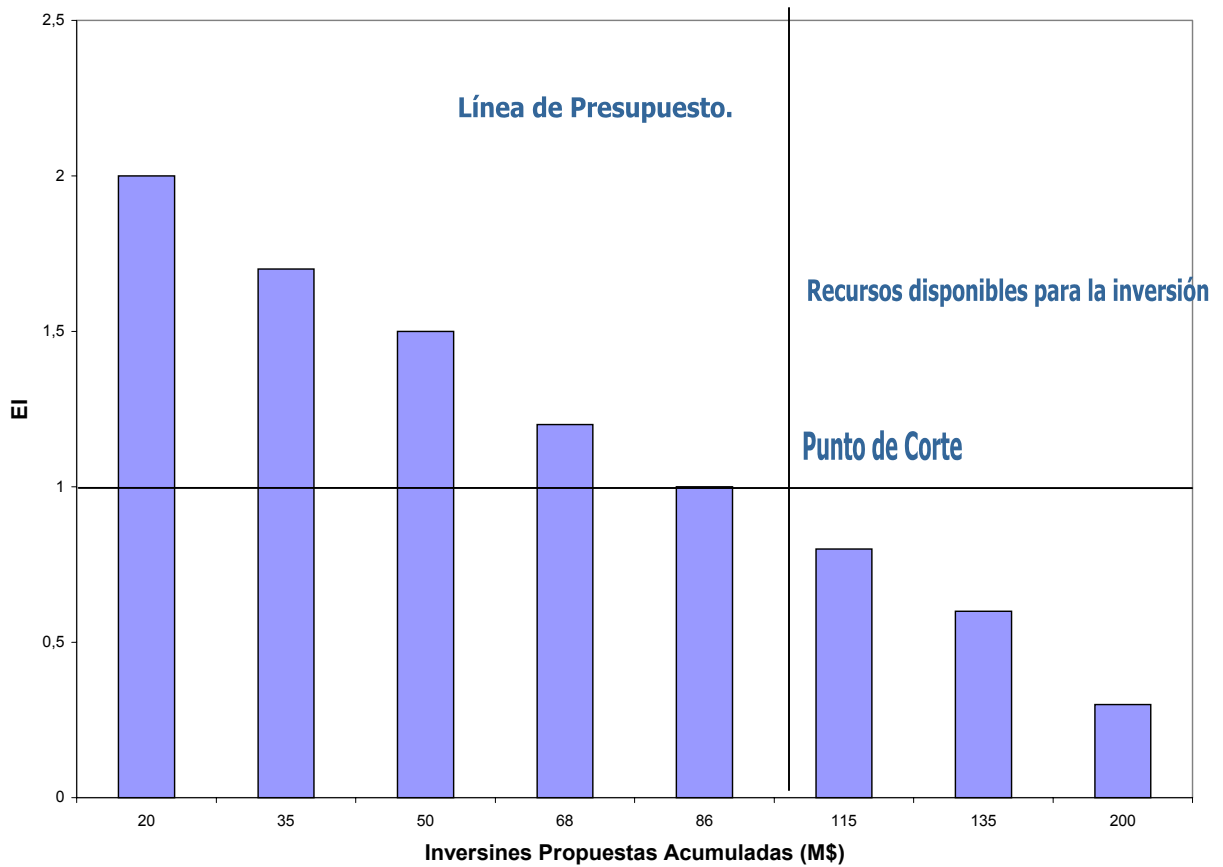


Figura 14. Clasificación del presupuesto de capital para propuestas de inversión de acuerdo al indicador Eficiencia de la Inversión.

Otra manera de clasificar propuestas de inversión es con el indicador Eficiencia de la Inversión con el cual representamos todas las oportunidades de inversión disponibles para una empresa, con el nivel de recursos también indicado en Figura 14. Esto puede verse como que la eficiencia de la inversión más baja de las propuestas clasificadas para ser seleccionadas con la limitación de recursos financieros de una cartera determinada, estableciendo un valor límite, como todos las propuestas del ejemplo tienen una TIR mayor que el costo del capital. Si una propuesta aceptable no puede ser emprendida por limitaciones de presupuesto, hay varias alternativas, la propuesta puede ser diferida, esto puede ser considerado para un presupuesto posterior. Empezar una iniciativa en conjunto, con otra empresa que aporte mayor o todo el capital, o una venta de un activo permite la realización de la propuesta.

Si una propuesta alcanza el punto límite antes que se alcance una división, su asignación total de recursos presupuestarios, hay varias alternativas. La propuesta caerá en consideración más adelante, una excepción al límite puede ser hecha para circunstancias especiales, o la propuesta es referida a la ubicación originaria para estudios adicionales. Esto permite rediseñar la propuesta con una inversión menor, que podría incrementar su rentabilidad por encima del valor límite.

23. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTAS DE EXPLORACIÓN PETROLERA.

La evaluación de propuestas de inversión en exploración ha estado sujeta, tradicionalmente, a dos limitaciones importantes. La incertidumbre propia del proceso exploratorio, y la necesidad de llevar a cabo inversiones en exploración cuyo impacto inmediato en el flujo de caja de la empresa no cuenta con la correspondiente contrapartida de ingresos. Estas limitaciones, se hacen evidentes al tratar de utilizar los indicadores financieros tradicionales para la jerarquización de propuestas exploratorias, las cuales son utilizables para comparar el atractivo de alternativas cuyo objetivo inmediato es maximizar el retorno económico bajo condiciones de certidumbre.

23.1. LA EXPLORACIÓN, UN CASO DE TOMA DE DECISIONES BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE.

El estudio de alternativas de inversión basada en los patrones tradicionales se fundamenta en una premisa básica, que el grado de certidumbre de todos sus componentes es el mismo.

Cuando el grado de incertidumbre de los componentes de una alternativa de inversión no es uniforme, los resultados del análisis con los patrones financieros tradicionales se distorsionan y pierden valor como término de comparación.

La representación de cualquier parámetro por medio de un rango de valores probables es un reflejo de la incertidumbre, puede provenir de la falta de información acerca del referido parámetro.

La situación descrita es normal en propuestas exploratorias, en las cuales la información acerca de las variables que controlan la acumulación de hidrocarburos en un área es, por lo general, escasa, la existencia de petróleo o gas es, en consecuencia, incierta.

23.2. LA EXPLORACIÓN, UN ELEMENTO DE COSTO DEL BARRIL COMERCIAL.

La segunda limitación que encontramos al aplicar los patrones financieros tradicionales a la exploración se dijo, que era la necesidad de llevar a cabo inversiones cuyo impacto en el flujo de caja de la empresa no presenta, al menos de inmediato, ningún elemento positivo.

El problema de la búsqueda de reservas de hidrocarburos no debe visualizarse como un problema de rentabilidad de inversiones. Los desembolsos efectuados en exploración sobre todo en su etapa inicial caen más bien dentro de la categoría de inversiones necesarias y representa, por tanto un elemento dentro del costo del barril comercializado.

La jerarquización de áreas prospectivas, por lo tanto, se hace más en función de relaciones costo expectativas con parámetros tales como el costo del barril descubierto que

de la rentabilidad o el flujo de efectivo generado. Los parámetros relacionados con el rendimiento económico de las inversiones, pueden adquirir importancia a medida que se avanza dentro del proceso exploratorio desde la etapa de descubrimientos hacia la fase de extensión y delimitación de las acumulaciones.

De lo anterior, se deduce que los índices de evaluación financiera tradicionales no son aplicables a la evaluación de alternativas de inversión en exploración. Dichos patrones, no han sido diseñados para el tipo de problemas que en este caso tienen que enfrentar. Por otra parte, es necesario contar con una serie de parámetros que permitan comparar el mérito relativo de las diferentes propuestas, es necesario, por tanto, diseñar una serie de indicadores adecuados al problema exploratorio.

La evaluación económica de propuestas de exploración, como alternativa de inversión, se ha concebido como una "Jerarquización de inversiones en áreas exploratorias", en el cual el costo de exploración es un elemento del Flujo de Efectivo.

24. HERRAMIENTAS.

Decisiones, decisiones y más decisiones. Cuando una compañía se enfrenta a complejas decisiones, debe organizarlas de forma eficaz para poder ver las opciones posibles.

Existen en el mercado una serie de herramientas utilizadas para visualizar y sustentar las decisiones de inversión, tales como:

- ❖ Precision Tree.
- ❖ Crystal Ball.
- ❖ MATLAB.
- ❖ @RISK.
- ❖ Software diseñados por las empresas petroleras para realizar el análisis económico. (Ej: MAEP para la empresa PDVSA, DISCOVERY para la empresa PHILLIPS).

PRECISION TREE: permite diseñar árboles de decisión y los diagramas de influencia, estas son dos técnicas que utilizan las compañías de petróleo y gas a la hora de hacer prospecciones en campos petrolíferos.

Con esta herramienta se puede generar un perfil de riesgo, además dicho perfil compara los resultados y el riesgo de las diferentes opciones.

CRYSTAL BALL: es un programa que sirve básicamente para realizar Análisis de Sensibilidad y Simulación Montecarlo. Dos subproductos interesantes son la distribución probabilística y el diagrama tornado.

MATLAB: es una herramienta para realizar análisis cuantitativo de riesgo, a través de las técnicas Análisis de Sensibilidad, Simulación Montecarlo, Valoración de opciones, etc.

@RISK: el análisis de riesgo de @risk es un método de análisis cuantitativo diseñado para definir los resultados de una decisión mediante una distribución de probabilidad.

ANÁLISIS

Tomar decisiones oportunas y correctas es clave para el éxito de una organización. En los últimos años, la tecnología ha ofrecido diversas herramientas que prometen resolver todos los problemas con sólo pulsar un botón.

La creencia de que a mayor información mejor decisión es razonable, pero no siempre cierta. La información es una condición necesaria pero no suficiente para tomar una decisión. Algunas empresas petroleras sufren el síndrome de “ la parálisis por análisis”: las decisiones se demoran con la excusa de hacer un nuevo escenario, obtener un dato adicional, conseguir más información, implantar un nuevo sistema y así hasta el cansancio. Esta conducta muestra que, además de mejor información, se requiere también dinamismo y voluntad de acción para enfrentar las dinámicas necesidades de las compañías petroleras.

- ❖ Una decisión puede ser buena aunque su resultado sea malo.
- ❖ Tomar decisiones es quizás la habilidad (aptitud) más importante para una compañía petrolera exitosa.
- ❖ Como el ambiente de gerencia es incierto y cambiante, el objetivo de las decisiones es minimizar la probabilidad de que ocurran resultados indeseables y anticipar las medidas correctivas.
- ❖ El objetivo de las técnicas probabilísticas y no probabilísticas es reducir la incertidumbre y cuantificar el riesgo, además de mejorar las oportunidades de éxito en el control de la compañía y la toma de decisiones.
- ❖ Las técnicas y los indicadores económicos analizados suministran las bases para evaluar cada propuesta de exploración y producción de petróleo y gas natural.
- ❖ Independientemente del tipo de problema que confronte al tomar una decisión, siempre es más conveniente explorar con más profundidad el proceso de cómo se llegó a la decisión, por cuanto, la decisión puede variar según la estrategia utilizada y se podrá controlar el principio que rige toda decisión, maximizar la ganancia o disminuir el riesgo

CONCLUSIONES

Se cumplió la revisión bibliográfica y se recopilaron las referencias necesarias para iniciar una Línea de Investigación en materia de Evaluación de Propuestas de Inversión en Exploración y Producción de Petróleo y Gas Natural.

En la Industria Petrolera se utiliza extensamente el método de Flujo de Caja Descontado, el cual es un método racional y riguroso para optimizar el recurso financiero de las empresas.

Los indicadores económicos más utilizados para la toma de decisiones son: el Valor Presente Neto, la Tasa Interna de Retorno, la Eficiencia de la Inversión y el Período de Recuperación de la Inversión, complementados con otros indicadores.

Los indicadores tradicionales no son aplicables a la evaluación de alternativas de inversión en exploración ya que los patrones no han sido diseñados para el tipo de problemas que en este caso tiene que enfrentar.

La jerarquización de áreas prospectivas, se hace más en función de relaciones costo expectativas con parámetros tales como: el costo del barril descubierto, la reserva que de la rentabilidad o el flujo de efectivo generado.

No se encontró una clara metodología para distribuir el capital disponible entre el desarrollo y producción como para la exploración de hidrocarburos.

Las técnicas probabilísticas (Simulación Montecarlo, Árbol de Decisión) y no probabilísticas (Tasa de Descuento Ajustada a Riesgo, Análisis de Sensibilidad, Punto de Equilibrio), con ayuda de los programas de evaluación económica comerciales o elaborados por las empresas permiten sistematizar el sentido común para la toma de decisiones.

La realización de estudios de análisis Post Mortem a objeto de conocer las desviaciones de las propuestas exploratorias y de producción, permite reducir el riesgo y contar con datos estadísticos para futuras evaluaciones económicas.

RECOMENDACIONES

Elaborar una encuesta bien diseñada con preguntas concretas para ser difundida por gerentes, vice presidentes de exploración y producción de la industria petrolera, finanzas y planificación, personal de economía, e ingenieros con la finalidad de recabar información sobre las técnicas y criterios utilizadas por las empresas petroleras a nivel mundial y conocer el nivel de sofisticación y sistemas de soporte de decisiones estratégicas para ayudar a los tomadores de decisiones en exploración y producción.

Las compañías petroleras deben diseñar un plan de exploración que minimice el riesgo, ya que este es un factor importante hacia la elaboración de un programa de exploración económicamente fuerte.

REFERENCIAS

1. AZPÚRUA Armando. **Evaluación de Propuestas de Inversión en Exploración y Producción de Petróleo**. Edit. Innovación Tecnológica, beta 2000. Caracas, 1992.
2. BIERMAN H., y otros (traducido por Ernesto Morales). **Análisis Cuantitativo para la Toma de Decisiones**. 8^{va} edición. Edit. Mosby – Doyma, división IRWIN. España, 1996.
3. BREAALEY Richard A., y Stewar C. Myers. **Principles of Corporate Finance**. Edit. McGraw - Hill. New York, 1996.
4. BREAALEY Richard A., y Stewar C. Myers. **Principios de Finanzas Corporativas**. Edit. McGraw - Hill. España, 1998.
5. BROWN Rex V. “**The State of the Art of Decision Analysis: A Personal Perspective**”, INTERFACES, 1992, Vol. 22, pp. 5 – 14.
6. CORPOVEN S. A. **Evaluación Económica de Proyectos**. Caracas, Mayo de 1995.
7. ODREMÁN Carlos H. “**Los Índices Financieros y el Punto de Equilibrio**”. CPC El Contador Público. Año 14 – N°3, julio – septiembre, 1993.
8. DeGARMO Paul., y otros **Engineering Economy**. 9^{na} edición. Macmillan Publishing Company. New York, 1993.
9. FAGERSTONE, Dennis E., y Steven Dalto. “**Exploratory Prospect Evaluation by Monte Carlo Simulation**”, paper SPE 6085. Conferencia técnica anual, New Orleans, octubre, 1976.
10. FRASER H. Allen y Richard D. Seba. **Economic of Worldwide Petroleum Production**. Publicaciones OGNC (Oil & Gas Consultants International). Tulsa, Oklahoma, 1993.

11. GITMAN Lawrence J. **Fundamentos de Administración Financiera**. Edit. Oxford University Press Harla. México, 1997.
12. HARVEY Helen E., y otros. **“A Risk and Economic Evaluation Tool for Management of Operating Costs”**, paper SPE 64448, Conferencia de gas y petróleo y exhibición, Australia, octubre, 2000.
13. IRWIN J. R. **“Drilling Contractor Dilema for the Nineties: Performance and Service with Profit”**, paper SPE 24557, Conferencia técnica anual, Washington, octubre, 1992.
14. Manual de Normas y Procedimientos para la ejecución de Proyectos Exploratorios.
15. MOORE C. R., y Tucker J. W. **“Ranking Exploration Opportunities – Some New Approaches”**, paper SPE 30054, Presentado en el simposium de Evaluación Económica. Texas, 1995.
16. MONTERO Maritza y Elena Hochman. **Técnicas de Investigación Documental**. Edit. Trillas. México, 1978.
17. MURTHA J. A. **“Monte Carlo Simulation: Ist is Status and Future”**, Journal of Petroleum Technology Vol. 49, N° 4 , abril, 1997, pp. 361 –373.
18. MYERS Raymond H., y Ronald E. Walpole. **Probabilidad y Estadística para Ingenieros**. 3^{era} edición. Edit. Interamericana. México, 1986.
19. NEWEMDORP Paul D. **Decision Analysis for Petroleum Exploration**. Edit. Pennwell. Tulsa, Oklahoma, 1975.
20. NIND T. E. **Fundamentos de Producción y Mantenimiento de Pozos Petroleros**. Edit. Limusa. Ontario, Canadá.
21. PDVSA. **Lineamientos para la Evaluación de Proyectos sometidos al Presupuesto de Inversiones**. Gerencia de Evaluaciones Económicas, 2002.

22. PDVSA. **Normas y Procedimientos Corporativos de Finanzas. Presupuesto de Inversiones. Capítulo VII. Evaluación de Propuestas de Inversión.** Original 1979 (revisión 2001).
23. PEREIRA José L. **Formulación y Evaluación de Propuestas de Inversión.** Publicaciones UCAB. Caracas, 1997.
24. ROSS Stephen A., y otros. **Finanzas Corporativas.** 5^{ta} edición. Edit. McGraw – Hill. México. 1999.
25. SALAS Guillermo J. **Redacción Técnica.** 5^{ta} edición. Editorial Universitaria. Universidad del Zulia, Maracaibo – Venezuela, 1977.
26. SCHUYLER John R. **“Rational is Practical: Better Evaluation through the logic of Shareholder Value”**, paper SPE 30066. Presentado en el simposium de Evaluación Económica. Texas, 1995.
27. SIMPSON G. S., y otros. **“The Application of Probabilistic and Qualitative Methods to Asset Management Decision Making”**, paper SPE 59455. Conferencia en Yokohama, Japón, abril 2000.
28. SPROWSO, Mitchell E., y otros. **“Decision Tree Analysis of Exploration Activities”**, paper SPE 7715. Presentado en el octavo simposium de Evaluación Económica. Texas, 1979.
29. THOROGOOD John L., y otros. **“Risk Management in Exploration Drilling”**, paper SPE 61038. Conferencia Internacional de Salud, Seguridad y Ambiente en exploración y producción de petróleo y gas natural. Noruega, junio, 2000.
30. TOBIN J.C. **“Credibility in Forecasting and Planning or Why Should Management Use an Analysis of Uncertainty in Their Investment Decision Process”**, paper SPE 25822. Presentado en el octavo simposium de Evaluación Económica. Texas, 1993.

31. WALLS Michael R. “**Decision Anaysis of Exploration Opportunities in the Onshore US at Phillips Petroleum Company**”. INTERFACES, 1995, Vol. 25, pp. 39 – 56.
32. WALLS Michael R. “**Corporate Risk Tolerance and Capital Allocation: A Practical Approach to Implementin and Exploration Risk Policy**”, paper SPE 28281, publicado en la JPT, abril, 1995.
33. WIGNALL Tomás K. “**Oil and Gas Exploration, Statistical Decisión Criteria: Applications of discriminant Analysis in the Petroleum Industry**”, paper SPE 2223. Conferencia anual, Texas, 1968.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS.

- ❖ www.pdvsa.com
- ❖ www.monografias.com
- ❖ www.conocophillips.com
- ❖ www.perenco.com
- ❖ www.gestiopolis.com
- ❖ www.chevrontexaco.com
- ❖ www.sis.slb.com

ABREVIATURAS.

CAPM: Capital Assets Pricing Model.

EI: Eficiencia de la Inversión.

EIM: Eficiencia de la Inversión Mejorada.

FCD: Flujo de Caja Descontado.

G: Ganancia.

I: Inversión.

MEC: Máxima Exposición de Capital.

PRI: Período de Recuperación de la Inversión.

PRID: Período de Recuperación de la Inversión Descontado.

PVPN: Perfil del Valor Presente Neto.

TIR: Tasa Interna de Retorno o Rendimiento.

TIRM: Tasa Interna de Retorno Modificada.

VPN: Valor Presente Neto.

WACC: Weighted Average Cost of Capital.

GLOSARIO DE TÉRMINOS PETROLEROS Y FINANCIEROS.

Este glosario tiene el propósito de resolver el más grande problema al cual se enfrentan los estudiantes de la carrera Ingeniería de Petróleo o personas no familiarizadas a la actividad petrolera. La industria petrolera tiene un único conjunto de términos y expresiones.

ACTIVOS FIJOS.

Término contable para los activos de una corporación que no son fácilmente vendibles y los cuales representan el valor depreciable de propiedad, equipos, y otros activos tangibles.

ALTERNATIVA DE DECISIÓN.

Es una opción o elección disponible para tomar una decisión.

APALANCAMIENTO.

Es un término de uso común en las finanzas para describir la capacidad de los costos fijos para intensificar a favor de los accionistas los rendimientos que resulten de modificaciones en los ingresos.

BASE DE RECURSOS DE EXPLORACIÓN.

Son el conjunto de Plays, Leads y Prospectos con que cuenta la industria petrolera nacional para su planificación a largo plazo, cuantificada en áreas de responsabilidad exploratoria, excluyendo la faja petrolífera del Orinoco.

CAMPO PETROLERO.

Un área geográfica con varios pozos productores de petróleo y gas. En un campo simple puede haber un yacimiento continuo (acumulación petrolera) o varios yacimientos separados a profundidades variables.

CAPITAL DE TRABAJO.

Se entiende por capital de trabajo como los requerimientos de capital que se generan en un negocio en marcha producto de sus transacciones comerciales y necesidades operacionales. Estos requerimientos generalmente se traducen en diferencias de caja entre la generación operacional y la realmente recibida. El capital de trabajo es generalmente la suma de las cuentas por cobrar, los inventarios operacionales y los requerimientos de caja para cubrir operaciones mientras se cumple el ciclo de efectivo a corto plazo menos las cuentas por pagar. El capital de trabajo puede ser un elemento relevante, inclusive de sobrevivencia, para cierto tipo de negocios. Para fines de evaluación económica es importante conocer el capital de trabajo inicial (caja que no se recibe el primer año de operación) y las variaciones de los años posteriores respecto al período inmediatamente anterior (caja recuperada o no recibida) El capital de trabajo es un concepto nominal.

CAPITALIZACIÓN.

Poder o capacidad que tiene la empresa para generar recursos que entren a formar parte de su neto patrimonial, bien en su capitalización libre mediante reservas de libre disposición, bien en su capital permanente mediante reservas de revalorización, obligatorias o estatutarias.

CATÁLOGO DE COMPETENCIAS TÉCNICAS.

Documento que contiene el conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas que asociadas a un área funcional, especialidad o disciplina, son necesarias para realizar los procesos de trabajo con un nivel de rendimiento superior.

CONDENSADOS.

Aquellos hidrocarburos líquidos ligeros obtenidos por condensación del gas natural, condensado que consiste en una variada proporción de propano, butano, pentano y fracciones más pesadas con un poco o nada de etano y metano.

COSTO FINANCIERO IMPLÍCITO (CFI).

Se basa en la comparación de costos y gastos de varias opciones. Los flujos de las opciones que se comparan son ambas negativas. El análisis se efectúa con el flujo diferencial entre dos opciones. Matemáticamente es igual a la TIR.

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Egresos necesarios para mantener la normalidad de la operación del programa y/o proyecto (Costo de labor, materiales en proceso, materiales generales, servicios industriales, costo de combustible, apoyo tecnológico, servicios contratados, etc.)

CRIADERO, RESERVORIO O YACIMIENTO.

Formación geológica subterránea, porosa y permeable, que contiene una acumulación natural, separada e individual, de hidrocarburos explotables, y que está limitada por rocas impermeables o agua y se caracteriza por estar sometida a un solo sistema de presión, comportándose como una sola unidad independiente en cuanto a mecanismos de producción, propiedades petrofísicas y propiedades de los fluidos.

DEPRECIACIÓN.

Es el costo del uso, desgaste o consumo de los activos fijos tangibles, tales como equipos, instalaciones, etc., como consecuencia del uso durante su vida útil conlleva una operación contable que distribuye el costo del activo entre los años de vida útil que se le ha estimado. Económicamente se corresponde al pago o recuperación del capital invertido. Existen dos métodos a saber:

Línea Recta, donde la depreciación anual es igual al valor del activo entre su vida útil.

Unidad de Producción, en este caso la depreciación anual es igual al valor del activo entre la cantidad total del volumen asociado al proyecto (Reservas desarrolladas

remanentes) multiplicando por el correspondiente volumen neto anual (Fiscalizada menos Regalía).

Debemos aclarar que la depreciación no es un egreso real, la empresa no efectúa ningún desembolso, es una figura contable cuya función es evitar la descapitalización, solo se considera egreso para el cálculo del Aporte Legal a PDVSA e ISLR.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

Es una medida de la dispersión de los datos alrededor del valor medio, matemáticamente es la raíz cuadrada de la varianza.

DIVIDENDOS.

Una distribución de efectivos de ganancial netas, o valores de reservas, hecha a discreción por el consejo de directores a el equity de los accionistas de valores de una corporación.

DIVISAS.

Comprende tanto los billetes de bancos extranjeros como los saldos bancarios denominados en moneda extranjera. Son derechos sobre el extranjero como: cheques, letras, giros, saldos de cuentas corrientes, etc. Expresados en moneda extranjera y pagaderos en el exterior. Es un concepto más amplio que el de moneda extranjera.

EFICIENCIA DE LA INVERSIÓN.

Uso eficaz de los recursos financieros y humanos empleados para la obtención de beneficios, es decir la rentabilidad obtenida en términos reales, por cada unidad monetaria invertida.

EGRESOS.

Son los desembolsos de efectivo necesarios para el desarrollo de una actividad, gastos administrativos, inversiones, incrementos en costos operacionales, servicios y mantenimiento, personal adicional, capital de trabajo, costos de operación, servicios y mantenimiento, personal, impuesto de explotación (regalía), Depreciación / Amortización, Aporte legal de PDVSA e impuesto sobre la renta (ISLR).

EQUITY.

Básicamente el término se refiere al título de propiedad, derecho, o reclamo sobre un activo o grupo de activos. Equity puede ser definido como el valor residual de un negocio después de una hipoteca, y todas sus deudas. Esto representa la cantidad de propiedad del accionista en la compañía, esto comprende su capital de reserva, pagado en excedente y ganancias contratadas. El término también es usado para un certificado de seguridad el cual representa la propiedad residual en una corporación. Si no hay preferencia en pagos de dividendos, la garantía es llamada reserva. La reserva preferible es la designación empleada para esas garantías para que la preferencia del pago de dividendos es garantizado

ESTRUCTURA DESGLOSADA DE TRABAJO.

Secuencia de actividades relacionadas, planificadas para la ejecución de un Proyecto Exploratorio. Las Estructuras Desglosadas de Trabajo están predefinidas y son particulares a cada tipo de Proyecto.

ESTUDIO GEOLÓGICO-OPERACIONAL.

Estudio realizado tomando como base la “Prognosis” (pronóstico) Geológica, con el propósito de incluir dentro de las consideraciones geológicas del área, la experiencia e información operacional disponible. Por ejemplo: Riesgos Operacionales más importantes, Correlaciones con pozos vecinos, topes formacionales, información detallada de pozos vecinos perforados, otros.

EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Permite determinar las características de rentabilidad y riesgos propias por sí mismo, sin distorsiones derivadas de la forma de financiar las inversiones. En última instancia evaluar las probabilidades de recuperar los montos invertidos, los costos y gastos operativos, y si hay un excedente que compense los riesgos del “negocio”.

Otra definición es la siguiente: dados un conjunto de recursos y una estrategia general de los propietarios del proyecto, la evaluación económica es el análisis de una actividad, para decidir si se emprende o no la misma, al determinar si dicha actividad es rentable de acuerdo a las aspiraciones de los propietarios y si es coherente con dicha estrategia.

EVALUACIÓN TÉCNICA.

Estudio de alternativas tecnológicas de desarrollo del proyecto, determinando volúmenes de producción, procesos, ubicación geográfica e instalaciones apropiadas.

EVENTO.

Es una salida particular en la lista de todos los posibles que pueden ocurrir como el resultado de una decisión bajo incertidumbre.

EVENTO DEPENDIENTE.

Es un evento el cual puede solamente ocurrir si otro evento específico ya ha ocurrido.

EVENTO INDEPENDIENTE.

Es un evento el cual si este ocurre no afecta otro.

EVENTO MUTUAMENTE EXCLUYENTE.

Es un evento el cual si este ocurre excluye la ocurrencia de todas las otras posibles salidas.

ÉXITO EXPLORATORIO.

Cuando se ha obtenido flujo estabilizado de hidrocarburos en un pozo exploratorio.

FLUJO DE EFECTIVO.

Se determina con los ingresos y egresos que durante el horizonte económico establecido genere la propuesta, la estimación del flujo de efectivo constituye la primera fase de la evaluación. La buena calidad de las estimaciones y el mayor conocimiento respecto a las variables a ser consideradas inciden en la obtención de resultados más reales.

GAS NATURAL.

Hidrocarburos que se encuentren en estado gaseoso, a la temperatura de quince grados con cincuenta y seis centésimos de grados centígrados (15.56°), equivalentes a sesenta grados fahrenheit (60°F) y a la presión normal atmosférica a nivel del mar.

GASTOS.

Erogaciones operacionales, administrativas y de mantenimiento que se incurren durante un año.

HIDROCARBUROS.

Compuestos de carbono e hidrogeno que se encuentran en la superficie o en el subsuelo, cualquiera que sea su estado físico.

HORIZONTE ECONÓMICO.

Es un período de tiempo que delimita el estudio a realizar, está vinculado con la vida técnica o comercial útil probable del activo objeto de inversión. Generalmente este período fluctúa entre 10 y 20 años. Sin embargo, existirán propuestas que requieran ser evaluadas en períodos menores o mayores que estos, como sería la compra vs. El alquiler de automóviles, cuyo horizonte económico recomendado es de 4 ó 5 años, o bien, el caso de la adquisición de un edificio para oficinas cuyo horizonte económico aceptado es mayor a 20 años.

En general no es recomendable establecer un horizonte económico demasiado extenso, ya que las estimaciones del flujo de efectivo se dificultan debido a la incertidumbre que se tiene del comportamiento futuro de las variables económicas a ser manejadas.

Es conveniente aclarar la diferencia conceptual que existe entre Horizonte Económico y Vida Útil. La Vida Útil del proyecto se refiere al período estimado de servicio en operación de la inversión (activo) y es la base para el cálculo de la depreciación. La vida útil del proyecto puede ser igual o menor que el horizonte económico y nunca menor.

IMPUESTO DE EXPLOTACIÓN O REGALÍA.

Ver Tasa de Regalía.

INCERTIDUMBRE.

El término incertidumbre denota ausencia de certeza o certidumbre. Es un estado dubitativo, de duda, una incapacidad para decidir sobre el curso de acción a tomar.

INDICADORES ECONÓMICOS.

Son parámetros de decisión, de carácter económico – financiero que implican: recuperación de la inversión y costo de oportunidad del dinero.

Los indicadores económicos se pueden clasificar en:

DINÁMICOS. Incluyen el valor del dinero en el tiempo, tales como: Valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), tasa interna de retorno modificada (TIRM), eficiencia de la inversión (EI), período de recuperación de la inversión descontado (PRID), costo financiero implícito (CFI) y valor anual equivalente (VAE).

ESTÁTICOS. No incluyen el valor del dinero en el tiempo, tales como: período de recuperación de la inversión (PRI), inversión (I), ganancia (G), máxima exposición de capital (MEC).

INFLACIÓN EXTERNA.

Es la inflación estimada a nivel mundial, utilizada en la elaboración de las bases del Plan de Negocios. En los actuales momentos, dada la importancia comercial y referencias usadas, se toma como base la inflación de Estados Unidos, medida a través del Consumer Price Index, not seasonally adjusted, all cities, all urban consumers (CPI).

INFLACIÓN PROMEDIO.

Representa el efecto inflacionario que sufre una cesta de productos adquirida uniformemente durante un año respecto al mismo patrón de compra del año anterior. Se calcula como el cociente del promedio del índice de precios del año referencia, entre el promedio del índice de precios del período anterior.

$$\text{Inflación Promedio } t = \frac{\text{Suma}(\text{IPC.ene} - \text{dic.año.t})}{\text{Suma}(\text{IPC.ene} - \text{dic.año.t} - 1)}$$

INGRESOS.

Son las entradas de efectivo proveniente de la venta de petróleo, gas y líquidos. Ventas de activos, intereses de capital. Se origina según el objetivo del proyecto (Exportación y/o mercado interno) y por el valor de rescate, cuando aplique.

INICIATIVAS.

Todas aquellas actividades, acción y proyectos que están en progreso para ampliar, las metas asociadas a los objetivos estratégicos.

INTERÉS COMPUESTO.

Es la ganancia producida por un capital invertido durante un período determinado y no se retira, sino que se reinvierte, acumulándose en varios períodos de tiempo.

INVERSIÓN.

En este rubro debe incluirse el costo total del programa o proyecto sujeto a evaluación, la inversión es un elemento básico, por lo que se hace necesario efectuar una

buena estimación, y se define como el egreso necesario para la ejecución del programa o proyecto sujeto a evaluación.

LÍMITE ECONÓMICO.

Es aquel punto en el cual la tasa de producción al cabo de los años, la ganancia neta para el interés de trabajo del propietario, de un pozo o propiedades de producción, los ingresos antes de impuestos, iguala sus costos operativos.

LINEAMIENTOS FINANCIEROS.

Son las directrices financieras que son necesarias considerar para la evaluación y consideración de programas y proyectos.

LINEAMIENTOS GENERALES.

Es el documento donde se dan todas las directrices mandatorias. Incluye información general sobre el aprovechamiento de nuevas oportunidades de negocios, acontecimientos a considerar del entorno social, económico y financiero, y atinentes a medidas económicas importantes tomadas por el Ejecutivo Nacional relacionadas a la industria, así como sus implicaciones en la elaboración de las propuestas.

LINEAMIENTOS OPERACIONALES.

Son las directrices operacionales que aplican funcionalmente y que son necesarias considerar para la definición de programas y proyectos.

LEAD.

Conceptualización de una posible acumulación de hidrocarburos que requiere ser documentada

MARGEN OPERACIONAL.

Mide el rendimiento operacional sobre las ventas, lo cual nos permite conocer la ganancia por cada unidad vendida.

METAS.

Las metas se refieren a puntos de referencia o aspiraciones que las organizaciones deben lograr, con el objeto de alcanzar en el futuro objetivo a un plazo más largo. Ellas deben ser medibles, cuantitativas, realistas, estimulantes, coherentes y prioritarias.

NIVEL DE EVALUACIÓN.

Se entenderá por nivel de evaluación el alcance de los impactos económicos introducidos por un proyecto, considerados en la evaluación económica. El nivel de evaluación se subdivide en:

- Nivel Unidad de Negocios.
- Nivel PDVSA.
- Nivel Corporación.
- Nivel FISCO.
- Nivel Nación

NIVEL UNIDAD DE NEGOCIO.

Una evaluación a nivel de negocio considera, en la determinación de los flujos de caja del proyecto, sólo los impactos que genera el proyecto en las economías de la unidad, obviando los impactos que pudiesen causarse en otras empresas o unidades de negocio de la corporación.

NIVEL PDVSA.

Una evaluación a nivel PDVSA, de acuerdo con el enfoque tradicional, es básicamente una evaluación a nivel de negocio a la cual se le añade el Aporte Legal a PDVSA, en los negocios en los cuales esta figura aplica, al flujo de caja del proyecto.

NIVEL CORPORACIÓN.

Una evaluación a nivel corporación requiere que la evaluación de un proyecto considere, en la determinación de sus economías, el impacto que este tiene sobre las diferentes unidades de negocio o filiales de PDVSA tanto nacionales como internacionales. Este nivel permite ver la naturaleza de negocio integrado verticalmente que tiene la empresa.

NIVEL FISCO.

Una evaluación nivel Fisco considera los flujos de caja generados por los impuestos de carácter nacional, el impuesto al consumo de combustibles y lubricantes y las regalías de explotación de crudo y gas producto de la ejecución del proyecto. Se consideran como impuestos de carácter nacional el Impuesto sobre la Renta, el IVA, aranceles, impuestos por Ley de Timbre Fiscal, Impuesto al Valor Agregado y el Impuesto a los Activos Empresariales.

NIVEL NACIÓN.

Una evaluación nivel Nación considera los flujos de caja a nivel PDVSA o Corporación mas los impuestos nacionales causados por la ejecución del proyecto. Este nivel de evaluación se usará para comparar los resultados de las opciones de menor costo y no deberá ser usado para justificar económicamente proyectos de generación de ingresos.

OPERADORA.

Es el contratista que habiendo suscrito contrato de operaciones petroleras con el Gobierno, en unión de otros contratistas en un convenio de operación conjunta, ha sido designada por éstos, por su capacidad técnica en la materia, para ejecutar las operaciones y actividades que se deriven de las obligaciones contraídas en dicho contrato.

OPERACIONES PETROLERAS.

Todas o cada una de las actividades que tengan por objeto la exploración, explotación, desarrollo, producción, separación, compresión, transformación, transporte y comercialización de hidrocarburos y productos petroleros.

OPORTUNIDADES EXPLORATORIAS.

Son el conjunto de Plays, Leads y Prospectos identificados en las áreas de exploración que tienen expectativas de reservas y contenidas en la Base de Recursos del año en curso. Estas oportunidades serán aprovechadas en las compañías usando recursos propios o con terceros.

PARIDAD.

En el lenguaje monetario, valor fijado para una moneda en relación con otra, pudiendo ser fija o flotante. (En nuestro caso relación dólar / bolívar).

PETRÓLEO.

Compuesto de hidrocarburos que se encuentren en estado líquido, a la temperatura de quince grados con cincuenta y seis centésimos de grados centígrados (15.56°), equivalentes a sesenta grados fahrenheit (60°F) y a la presión normal atmosférica a nivel del mar, y que no esté caracterizado como condensado.

PETRÓLEO CRUDO.

El petróleo que después de ser purificado, separado o procesado, sea de una calidad generalmente aceptable para su transporte, transformación o comercialización.

PLAN DE NEGOCIOS.

Comprende las acciones o decisiones a ser ejecutadas en exploración para la consecución de los objetivos, metas y estrategias de la corporación en un período de diez años, estableciendo las bases del presupuesto anual y las actividades incluidas en el ciclo de planificación. El presupuesto del año siguiente forma parte del primer año de este Plan de Negocios.

PLAY.

Son recursos de hidrocarburos que comparten características tectónico-sedimentarias similares en un área determinada.

Dinámica de Play: Coordinación perfecta para crear condiciones favorables para formación de la trampa, migración, rutas de migración y preservación.

POZO EXPLORATORIO.

Generalmente hablando, son aquellos pozos perforados para encontrar nuevas acumulaciones de hidrocarburos. Se emplea como sinónimo wildcat well.

PRECIO DE REALIZACIÓN.

Precio de venta de un activo.

PREMISAS FINANCIERAS.

Son parámetros y/o instrucciones financieras de aplicación obligatoria, y necesarias para cuantificar los recursos requeridos bajo la misma base económica.

PREMISAS OPERACIONALES.

Son parámetros y/o instrucciones operacionales que aplican funcionalmente y que son las metas a alcanzar mediante los programas y proyectos.

PRESUPUESTO DE INVERSIONES.

Está asociado a desembolsos de Capital, para obras cuya ejecución puede ser mayor de un año, cuyo flujo de dinero es contable. Normalmente esta asociado al plan de negocio o de mediano plazo.

PRESUPUESTO DE OPERACIONES.

Está asociado a desembolsos de Gastos, para trabajos cuya ejecución se realiza dentro del año presupuesto y cuyo flujo de dinero es contable.

PROBABILIDAD.

La probabilidad de que algo ocurra o la fracción promedio corrida un gran número de veces que un evento ocurre.

PROCESO DE EXPLORACIÓN.

Serie de actividades conducentes a estimar el rango de los recursos de hidrocarburos posibles (todo lo que la acumulación de hidrocarburos y los requerimientos para producir los mismos) de manera tal, que adicione significativo valor a una tasa de retorno aceptable.

Este proceso incluye:

- Desarrollo del concepto de Play.
- Análisis del Riesgo.
- Estimación de Volumen.
- Ingeniería Conceptual.
- Análisis Económico Postmortem (Postdrill feedback).

PRODUCCIÓN NETA.

Los volúmenes de petróleo crudo, gas natural comerciable y condensados producidos en el área de explotación, medidos en el punto de medición después de ser purificados, separados o procesados, excluyéndose los volúmenes efectivamente utilizados en las operaciones de explotación, las cantidades de gas destinadas a la combustión en la atmósfera y los volúmenes de agua, sedimentos u otras sustancias no hidrocarburíferas.

PRODUCTOS PETROLEROS.

Los productos gaseosos, líquidos o sólidos derivados del petróleo crudo, gas natural o condensado, resultantes de cualquier proceso físico o químico, incluyendo, metano, etano, propano, butano, gas natural licuado, gas licuado del petróleo, gasolina natural, nafta, gasolinas, kerosinas, diesel, combustibles pesados, asfaltos, aceites, grasas lubricantes y todas las mezclas de los mismos y sus subproductos hidrocarburíferos.

PROGRAMAS.

Son todas aquellas obras que en su ejecución son iniciadas y completadas dentro del año presupuesto. Normalmente, son de naturaleza repetitiva. Una porción puede ser cancelada y/o desfasada, y la parte completada puede ponerse en operación, lo cual hace que tenga valor productivo. Pueden ser susceptibles a cambios por la variación de la demanda de crudos y/o productos.

PROGRAMA DE PERFORACIÓN.

Plan detallado de todas las actividades a ser realizadas durante el Proceso de Perforación de un Pozo. El Programa debe incluir: Diseño de Revestidores, Programa de Cementación, Programa de Mechas, Hidráulica de Perforación, Sartas de Perforación, Programa de Lodo, Captura de Información, Curva estimada de tiempo Vs. Profundidad, Información sobre experiencia del área con relación a los pozos vecinos, etc.

PROPUESTAS INDEPENDIENTES.

Las propuestas independientes son aquellas que compiten entre sí, de tal manera que la aceptación de una de ellas no elimina a las otras de posterior consideración. Si una empresa tiene fondos ilimitados para invertir, pueden ponerse en ejecución todas las propuestas independientes que cumplan con los criterios mínimos de inversión.

PROPUESTAS MUTUAMENTE EXCLUYENTES.

Las propuestas mutuamente excluyentes son aquellas en la cual la aceptación de una en un grupo elimina todas las demás propuestas del grupo sin ningún análisis a posteriori.

PROSPECTO.

Se define como prospecto una trampa potencial cartografiada que requiere ser evaluada con taladro, para definir su contenido de hidrocarburos.

PROYECTOS.

Son todas aquellas obras que en su ejecución, generalmente, toma varios años. Son de naturaleza no repetitiva. Las obras deben completarse para ponerse en operación y tener valor productivo real. Normalmente, no es susceptible a modificaciones sin originar cambios en el rendimiento del proyecto.

PROYECTO DE DELINEACIÓN Y DESARROLLO (PDD).

Comienza con un descubrimiento comercial (según PDVSA) y tiene como objetivo de definir, conjuntamente con la Unidad de Producción, su volumen, productividad así como la comercialidad de la fase de desarrollo.

PROYECTO DE EVALUACIÓN DE PROSPECTOS (PEP).

Proyecto diseñado para confirmar la potencialidad económica de un prospecto.

PROYECTOS DE EXPLORACIÓN.

Conjunto de actividades interrelacionadas del Negocio de Exploración que tienen alcance, tiempo, costo y productos con especificaciones definidas, alineados a la estrategia corporativa.

PORTAFOLIO DE LAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO.

Es aquel conformado por todas las oportunidades exploratorias, paquetizadas, con un desarrollo conceptual cuya eficiencia de inversión es mayor que cero ($EI > 0$).

POSTMORTEM.

Proceso mediante el cual la información obtenida de la perforación de uno o varios pozos exploratorios es incorporada al proceso de exploración (Postdrill feedback) para aumentar el grado de conocimiento y proveer estimados consistentes y factibles que pueden ser usados para optimizar la cartera de oportunidades.

PUNTO DE MEDICIÓN.

Es el lugar situado en el área de explotación, en el que se mide la producción neta de hidrocarburos y se determina los ingresos estatales (regalías e impuestos).

RIESGO.

Es la probabilidad (medible) que se cumplan predicciones sobre variables y parámetros incluidos en el flujo de efectivo.

Como riesgo se entiende la volatilidad, o desviaciones respecto a un marcador, de los flujos de caja futuros. Conceptualmente, a mayor riesgo de un proyecto/empresa, los inversionistas exigen mayor rentabilidad y viceversa. Generalmente existen dos marcadores básicos de riesgo, la rentabilidad con riesgo 0 (definida en función de las letras del Tesoro Americanas) y la rentabilidad con riesgo 1 (definida por el mercado), sobre los cuales se construye una curva de frontera eficiente. Esta curva delimita la aceptación de proyectos en función de la rentabilidad-riesgo, proyectos que se encuentren dentro o por encima de la curva se consideran aceptables, proyectos por debajo de la curva, a menos que las

correlaciones entre proyectos los justifique, no se consideran opciones atractivas de inversión. Existen diferentes maneras de medir o definir matemáticamente el riesgo. Financieramente las medidas más usadas están todas cubiertas con el concepto estadístico varianza. A fines del Portafolio Corporativo se han definido dos maneras de medir el riesgo, la primera es la probabilidad de que el Valor Presente Neto probabilístico sea menor que el VPN determinístico y la segunda es la probabilidad de que el VPN probabilístico sea menor que cero.

RIESGO GEOLÓGICO.

Es el riesgo referido a que los cinco factores independientes del Play existan:

- Presencia de Roca Madre.
- Suficiente nivel de madurez de la roca madre.
- Migración de hidrocarburos.
- Presencia de Roca Yacimiento con porosidad y permeabilidad.
- Existencia de roca sello.

RIESGO DEL PROYECTO.

Conjunto de eventos, factores reales o teóricos, o situaciones que pueden afectar negativamente la realización o culminación exitosa del proyecto.

RIESGO Y ANÁLISIS FINANCIERO.

Se utiliza dos tipos de análisis a saber:

- Modelos no probabilísticos (determinísticos), tal como el análisis de sensibilidad.
- Modelos probabilísticos (estocásticos) para los cuales se usan la teoría de probabilidades y/o la simulación por el método de Montecarlo.

RESERVAS.

Son los volúmenes de hidrocarburos de acumulaciones conocidas, que pueden ser recuperados comercialmente de acuerdo a la información geológica y de ingeniería disponible.

RESERVAS POSIBLES.

Son los volúmenes estimados de petróleo crudo, bitumen natural, gas natural, sustancias asociadas, atribuibles a acumulaciones geológicas y de ingeniería indica, con un grado mayor probable, que no podrían ser recuperadas.

RESERVAS PROBABLES.

Son los volúmenes estimados de petróleo crudo, gas natural, condensados, líquidos del gas natural y sustancias asociadas, atribuibles a acumulaciones conocidas, en las cuales la información geológica y de ingeniería indica desde el punto de vista de su recuperación un mayor grado de incertidumbre comparado con el de las reservas probadas, bajo condiciones tecnológicas y regulaciones gubernamentales vigentes.

RESERVAS PROBADAS.

Son los volúmenes estimados de petróleo crudo, gas natural, condensado y sustancias asociadas recuperables, con razonable certeza, de acuerdo a la información geológica y de ingeniería disponible y bajo las condiciones tecnológicas, económicas y regulaciones gubernamentales vigentes.

SALIDA.

Es un estado natural o un evento que podría ocurrir si dada una alternativa de decisión es aceptada.

SENSIBILIDAD (Análisis de sensibilidad).

Se efectúan al evaluar el cambio de uno de los indicadores económicos al considerar el cambio de sólo una de las variables y/o parámetros, a la vez, incluidos en el flujo de efectivo. Sus mayores limitaciones son que considera variaciones constantes a lo largo del horizonte económico, y que resulta complejo determinar variaciones de varias variables a la vez. Para minimizar esas limitaciones se utiliza la metodología del diagrama de riesgo o diagrama araña, para lo cual se establecen valores límites de las variables (como resultado de un estudio estadístico) y se determinan los nuevos indicadores económicos al considerar los efectos individuales de cada límite.

SIMULACIÓN POR MÉTODO DE MONTECARLO.

Es una técnica usada para simular procesos aleatorios que suministra un método para generar salidas de una distribución de probabilidad. Se basa en la distribución probabilística de cada variable, con lo cual se asignan valores aleatorios para cada una de ellas, independientemente, lo cual permite determinar los indicadores económicos, y finalmente, evaluar la tendencia de tales resultados y su probabilidad de ocurrencia.

SISTEMA PETROLERO.

Es un sistema físico-químico dinámico, de generación y concentración de hidrocarburos, funcionando en una escala de espacio y tiempo geológico, es decir, que requiere la convergencia en el tiempo de ciertos elementos y procesos geológicos esenciales para la formación de un depósito de hidrocarburos. Ejemplos: Roca Madre Madura, Expulsión Migración Secundaria, Acumulación y Retención.

SUBCONTRATO DE SERVICIOS PETROLEROS.

El que celebra una contratista de servicios petroleros con una subcontratista de servicios petroleros, para que ejecute determinados trabajos directamente relacionados con las operaciones que contrató.

TASA DE DESCUENTO.

Es la tasa de interés compuesto que se utiliza para descontar los flujos de efectivo neto (Ingresos menos Egresos, determinados para una propuesta de inversión conforme a un horizonte económico) que se estructuran en el tiempo. Debe ser por lo menos igual al costo de capital. Equivale a la rentabilidad mínima exigida para un proyecto.

TASA DE I.S.L.R.

Aplicación de tasa impositiva a la renta gravable.

TASA DE REGALÍA (Impuesto de explotación).

Se corresponde al $16 \frac{2}{3}$ del valor mercantil del petróleo extraído en las áreas geográficas asignadas y/o el $16 \frac{2}{3}$ del valor mercantil de los hidrocarburos líquidos producidos, derivados del gas natural tratado en las plantas de remoción de líquidos y azufre producido. Se calcula sobre la base de crudos de referencia y la gravedad API.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

Tipo de descuento que iguala el valor de los flujos de entrada y salida de una inversión a la fecha inicial de la misma. Por consiguiente, el tipo de retorno interno, si se toma como tipo de costo de capital o tipo de descuento de los flujos netos de caja, hace que el valor actualizado de estos flujos se iguale al valor inicial de la inversión y, consiguientemente, produce un valor actualizado neto, igual a cero. La TIR es una medida de la rentabilidad de un negocio, o proyecto.

TASA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA (TIRM).

El incluir inversiones después del momento cero, puede traer como consecuencia cambios de signo en los flujos de caja, en estos casos, tales inversiones tendrán un costo de capital diferente a la TIR resultante.

Así mismo, existe la restricción de la fórmula del TIR que implica aceptar la hipótesis de que los excedentes de efectivo generados por el proyecto son reinvertidos hasta el final del horizonte económico a un interés compuesto igual a la tasa del TIR. En realidad

esos excedentes pueden reinvertirse a una tasa igual al costo de oportunidad, a una tasa mínima de inversión de cero riesgo, o simplemente no reinvertirse. Entonces se denomina tasa interna de retorno modificada a aquella tasa interna de retorno que considera las tasas de financiamiento de las inversiones y de la reinversión de los excedentes de efectivo.

TÉRMINOS REALES O CONSTANTES.

Es una forma de presentar valores monetarios referenciados, deflactados o escalados, a un valor de moneda fija (moneda base), definida en función del Índice de Inflación de una fecha específica. Esto se hace a objeto de minimizar el efecto inflacionario al comparar cifras históricas.

Cuando se proyectan cifras en términos reales o constantes, las mismas representan su comportamiento con relación a la inflación. En otras palabras, una proyección que asume que un valor se mantiene constante en términos reales indirectamente asume que dicho valor crece al mismo ritmo de la inflación.

TÉRMINOS NOMINALES O CORRIENTES.

Los términos nominales o corrientes son los valores monetarios en resultado histórico.

Cuando se proyectan cifras en términos nominales o corrientes, los valores son indexados o ajustados usando las tasas de inflación acumulada aplicable a cada elemento.

TIEMPO DE PAGO ESTÁTICO.

Tiempo requerido para que una inversión se haga rentable si se ignora el valor del dinero en el tiempo, en otras palabras consiste en calcular los años en que el proyecto tarda en recuperar la inversión inicial.

TIEMPO DE PAGO DINÁMICO.

Este indicador perfecciona el anterior y se define cómo el tiempo necesario para que la suma de los flujos netos anuales descontados equiparen la inversión inicial.

TURNKEY.

Un estilo del contrato de perforación que la contratista, para una cantidad fijada, proporciona toda la labor, materiales y equipos, y hacen todo el trabajo necesario para perforar un pozo, colocan la tubería de revestimiento o completación, así todos los propietarios hacen esto “turn the key”. Esos acuerdos son generalmente usados en áreas donde los problemas en la perforación son mínimos y predecibles, y sus costos justamente uniformes. Este tipo de contrato difiere de los contratos normales de perforación los cuales basan el precio sobre un precio acordado por pie de pozo perforado o precios por días reservados, con la responsabilidad asumida por el operador para los equipos y completación del pozo.

VALOR ESPERADO.

Es el valor promedio ponderado de todas las posibles salidas las cuales pueden ocurrir como el resultado de una decisión específica. El valor de cada salida es pesado por su probabilidad de ocurrencia.

VALOR DE RESCATE O SALVAMENTO.

Otro ingreso a considerar es el Valor de Rescate o Salvamento y corresponde al valor estimado de un bien de la inversión original, al final del período determinado como horizonte económico (o vida útil) que se espera obtener por su venta.

VALOR EN LIBROS.

Diferencia entre la inversión inicial y la depreciación acumulada (lo que falta por depreciación del activo).

VALOR PRESENTE NETO (VPN).

Corresponde al valor actual de los flujos de efectivo neto (Ingresos – Egresos) determinados para una propuesta conforme a un horizonte económico. Se calcula como la suma de dichos flujos de efectivo descontados con una tasa de descuento ajustado a su riesgo y bajo la hipótesis de que tales ingresos y egresos se reinviertan o financien, respectivamente, a igual tipo de descuento que el utilizado para el cálculo hasta el vencimiento del activo. Si el VPN es positivo, significa que acometer el proyecto representa un incremento monetario del patrimonio de los propietarios, si el VPN es negativo hay una pérdida patrimonial para los propietarios, en este caso debe rechazarse el proyecto desde el punto de vista económico financiero.

VME.

Acrónimo para el Valor Monetario Esperado.

VARIANZA.

Es una medida del grado de dispersión de los datos sobre el valor medio. Matemáticamente esto significa las desviaciones cuadradas sobre el valor medio de un conjunto de datos.

VIDA ÚTIL.

Lapso durante el cual se espera que un activo depreciable pueda ser usado por un ente público en la prestación de servicios o producción de bienes, no obstante considerar, características o circunstancias tales como, especificaciones de fábricas, deterioro por uso, acciones de factores naturales u obsolescencia por avances tecnológicos. También se considera vida útil el número de unidades de producción u otras similares que el ente público espera obtener del activo.

En su determinación pueden intervenir factores como el deterioro inherente a la naturaleza del bien, obsolescencia, desgaste físico por utilización acelerada, programas de reparaciones y mantenimiento del activo, limitaciones de carácter legal u otra clase para el uso del bien. Se considera vida útil de un activo agotable, la capacidad estimada de

producción, correspondiente a las unidades que se espera extraer durante la explotación o producción económica.

WILDCAT.

Término popular usado para referirse a un pozo exploratorio.

ZONA.

Es un término indefinido que denota generalmente un intervalo estratigráfico en el subsuelo la cual tiene características de rocas comunes.