



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Análisis de Riesgos Mediante  
Matrices y su Aplicación al  
Convenio COMERI 144 PEMEX**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Petrolero**

**P R E S E N T A N**

Moreno Cadena Fernando Iván  
Prado Espinosa Jaime Luis

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Ramón Edgar Dominguez Betancourt



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016**

# Agradecimientos

Un profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México por haber sido una gran inspiración y fuente de sabiduría, ya que sin duda alguna es la máxima casa de estudios de América Latina. De una manera muy especial quisiera agradecer al Ing. Edgar Ramón Domínguez Betancourt por haber sido mi asesor. Sus comentarios me motivaron a concluir este proyecto de tesis.

A todos mis compañeros de la Carrera, con los cuales compartimos momentos muy agradables, unidos todos por el único fin de superarnos y aprender más.

De una manera muy especial a mis padres Jaime David Prado Valencia y Graciela Estela Espinosa Cortés ya que sin su amor y apoyo a lo largo de toda mi vida no habría podido concluir mis estudios universitarios.

Con mucho afecto a todos mis amigos de la infancia, ellos saben quienes son, los cuales han sido mis hermanos y los considero parte de mi familia. Sin su apoyo no habría podido alcanzar esta meta.

*Jaime Luis Prado Espinosa  
CDMX, 2016*

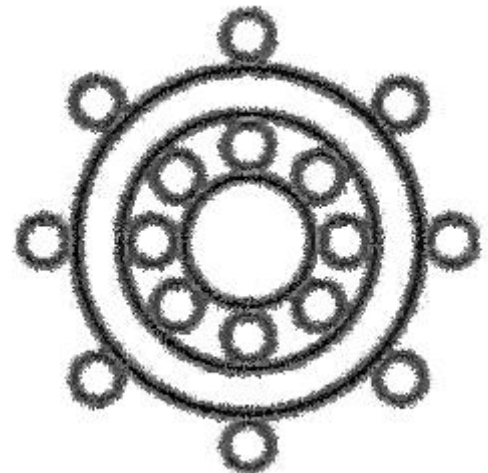
A mis padres, mi hermano, mi primo y familia.

A los amigos; a los que se quedaron, a los que se fueron y a los que llegaron.

Al teatro, que me regresó a los libros, a las canciones y a los pianos; al cine, a los misterios, al odio, al amor, a los escenarios.

“Seymour dijo en una ocasión que todo lo que hacemos en nuestra vida es ir de un pedazo de tierra santa a otra. ¿Alguna vez se equivocó?”  
– J.D. Salinger

Öpame, Amitābha, ĀmítuóFó!



*Fernando I. Moreno Cadena  
Ulrich, 2016*

## **ÍNDICE**

<b>Introducción.....</b>	<b>I</b>
<b>CAPÍTULO I.- El Análisis de Riesgos.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II.- La NOM-028-STPS-2012.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO III.- El Convenio COMERI 144 PEMEX.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO IV.- La Metodología de Análisis de Riesgo.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO V.- El Uso de Matrices en Análisis de Riesgo.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO VI.- El Uso de Matrices en el COMERI 144.....</b>	<b>30</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>33</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>34</b>

## **Introducción**

Desde el punto de vista técnico y económico, es necesario para cualquier empresa u organización hacer un adecuado análisis que le permita saber cuáles son las principales vulnerabilidades de su equipo y su personal, además de saber cuáles son las amenazas que podrían explotar las vulnerabilidades. En la medida que la empresa tenga clara esta identificación de riesgos podrá establecer las medidas preventivas y correctivas pertinentes que garanticen mayor seguridad en sus procesos.

Actualmente el análisis de riesgo ha impactado profundamente en las compañías de exploración y producción petrolera a tal grado que hoy se le considera como “Fuente de Supervivencia” y un elemento “Reconceptualizador de la industria”.

A partir del establecimiento del Análisis de Riesgo como parte integral de la cadena de valor para producción de petróleo y gas, las compañías petroleras se han propuesto como meta incrementar su productividad en un periodo corto de tiempo.

Este documento describe el proceso que viene desarrollando SASIPA (Subdirección de Administración, Seguridad Industrial y Protección Ambiental), a través del SSPA (Sistema de Seguridad y Protección Ambiental) en materia de Análisis de Riesgo, concretamente a través del convenio COMERI 144, el cuál es regido por la NOM-028-STPS-2012.

Aquí se presentan los principios y los conceptos que rigen las acciones que fueron emprendidas por PEMEX para la elaboración del convenio, con el objetivo principal de demostrar que la incorporación del análisis de riesgo como parte integral en los procesos de la cadena de valor del SSPA es un paso crítico para la optimización de la cadena de valor de la empresa, y mostrando que todo esto puede resumirse de una manera comprensible con la herramienta más sencilla del análisis de riesgo, que es la matriz de análisis de riesgo.

# Capítulo I

## El Análisis de Riesgo

El análisis de riesgo es una cuidadosa examinación en la cual se evalúa si algún **peligro** en el trabajo podría causar daño o lesión **a los trabajadores, a las instalaciones o al medio ambiente**, para entonces poder analizar si se han tomado todas las precauciones o si es necesario realizar más para prevenir accidentes.

Los trabajadores y otras personas tienen el derecho a ser protegidas contra una lesión causada por una falla tomando las medidas razonables de control. Los accidentes y enfermedades profesionales pueden arruinar vidas y afectar seriamente al medio ambiente o a la compañía.

Este tipo de análisis es ampliamente utilizado como herramienta de gestión en estudios financieros y de seguridad para identificar riesgos y otras para evaluar riesgos.

Los resultados obtenidos del análisis, van a permitir aplicar alguno de los métodos para el tratamiento de los riesgos, que involucra identificar el conjunto de opciones que existen para tratar los riesgos, evaluarlas, preparar planes para este tratamiento y ejecutarlos.

### 1.1 Riesgo e Incertidumbre

Antes de la publicación de Frank Knight, "Risk, Uncertainty, and Profit" (1964), no se hacía distinción entre riesgo e incertidumbre, y este último concepto no tenía la gran importancia que el día de hoy tiene en el pensamiento económico actual. Knight nos deja una frase que puede ayudarnos a comenzar a familiarizarnos con el término: "Todo lo que el hombre planea y ejecuta implica incertidumbre" (Knight, 2002 b, p.145).

Existe una gran confusión respecto al concepto de riesgo; se suelen usar las palabras "incertidumbre" y "riesgo" indistintamente.

**Incetidumbre:** Significa que no conocemos por adelantado el resultado de un evento.

**Riesgo:** Implica incertidumbre, pero también implica que se le añade un valor al resultado, por ejemplo, La evaluación de una empresa puede concluir: "Hay un 40% de probabilidades de que el pozo de petróleo propuesto se agote, con una pérdida de 12 millones de dólares en costos de exploración".

### 1.1.1. Tipos de Riesgo

Para efectos de este documento, se revisarán la siguiente clasificación de tipos de riesgo:

**Riesgo ALARP** (As Low as Reasonably Practicable — Tan Bajo como sea Razonablemente Práctico): Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de costo beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.

**Riesgo de proceso.** Peligros a los que se expone el personal. Combinación de la probabilidad de que ocurra un accidente y sus consecuencias.

**Riesgo de seguridad física.** Es la probabilidad de que una amenaza se materialice. Es el producto de la vulnerabilidad y de la intención de un agente agresor cuya acción está encaminada a causar daño.

**Riesgo de un ducto.** Es la combinación de la probabilidad de falla de un ducto y las consecuencias asociadas a la misma, durante la ocurrencia de un evento.

**Riesgo no tolerable:** Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.

**Riesgo tolerable:** El riesgo es de bajo impacto y es tolerado, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo.

A modo de referencia, a gran escala existe otra clasificación de riesgos, podemos dividir los riesgos en tres categorías:

**Riesgos de Negocio:** Representan la tentativa de sufrir pérdidas derivadas por la incapacidad de la empresa de generar y mantener en el tiempo los resultados, o su posición dentro del Mercado, como consecuencia de cambios o alteraciones en los sistemas fiscales, económicos, legales, regulatorios o de competencia.

**Riesgos Estratégicos:** Surgen de decisiones erróneas tomadas para asegurar un rendimiento máximo mediante una cierta estrategia.

**Riesgos Financieros:** Están presentes en los mercados financieros y se traducen, generalmente, en importantes pérdidas de capital.

A su vez, los riesgos financieros los podemos clasificar en cinco tipos, cada uno de los cuales se encuentran relacionados con distintas variables financieras:

**Riesgo de Mercado:** Refleja la pérdida potencial ante movimientos adversos en las variables del Mercado (precio, tipo de interés y tipo de cambio) que afecten a las posiciones abiertas en los mercados financieros.

**Riesgo de Crédito:** Representa la pérdida potencial por falta de pago de una de las partes, en un determinado contrato, donde no cumpla con sus obligaciones.

**Riesgo de Liquidez:** Representa la posibilidad de que una empresa sea incapaz de liquidar las obligaciones o ponga en peligro el desarrollo de su actividad ordinaria.

**Riesgo Legal:** Se manifiesta cuando una modificación legal afecta los términos estipulados inicialmente en una transacción; también puede derivar de la existencia de una laguna legal o de una falta de jurisprudencia al respecto.

**Riesgo Operacional:** Constituye la pérdida potencial por fallos o deficiencias en los sistemas de información, en los controles internos o por errores en el procesamiento de las operaciones.

El riesgo operacional surge de la posibilidad de que ocurran ciertos sucesos inesperados relacionados con aspectos operativos y tecnológicos de las actividades a realizar y que puedan generar, en un momento dado, pérdidas. Este es el riesgo que será analizado a profundidad.

### 1.1.2 Riesgo Operacional

El riesgo operacional no es una variable nueva en la industria petrolera; los ingenieros siempre han gestionado este riesgo, aunque con una visión reactiva y no proactiva. Así mismo, el riesgo operacional tampoco es una material exclusiva de la industria petrolera; en otras industrias, como la militar su gestión y control es de vital importancia y goza de cierta madurez.

No existe una definición universal y común de este riesgo para los distintos escenarios donde está presente. Por esta razón es preciso establecer una correcta y homogénea delimitación de este riesgo en el contexto petrolero.

### 1.1.3 Del Riesgo Operativo Al Operacional

Cuando hacemos alusión a la necesidad de homogeneizar el concepto de riesgo operacional, no solo nos referimos a su contenido –a su desarrollo semántico- sino también en su continente –al vocablo que lo representa-. Y es que, la expresión

“Operational Risk”- traducida español como “Riesgo Operacional”- no fue aceptada y oficializada definitivamente hasta la publicación de Basilea II.

**Riesgo Operativo:** Que obra y hace su efecto; se hace alusión a riesgos presentes en una actividad que actualmente se lleva a cabo.

**Riesgo Operacional:** Riesgo que sería inherente cierta actividad, pero que actualmente no se lleva a cabo.

#### 1.1.4 Factores de Riesgo Operacional

En el riesgo operacional se hace énfasis en la causa y no en el efecto. Según el efecto, por su influencia en el origen de las pérdidas operacionales se desglosan en cuatro factores:

**Riesgo de Personas:** Pérdidas asociadas a los recursos humanos, ya sea por acciones no intencionadas o incompetencias; también a las causadas por actos intencionales en contra de los intereses de la empresa.

**Riesgo de Procesos:** Asociado a errores en los procesos. Al mismo tiempo pueden derivar de:

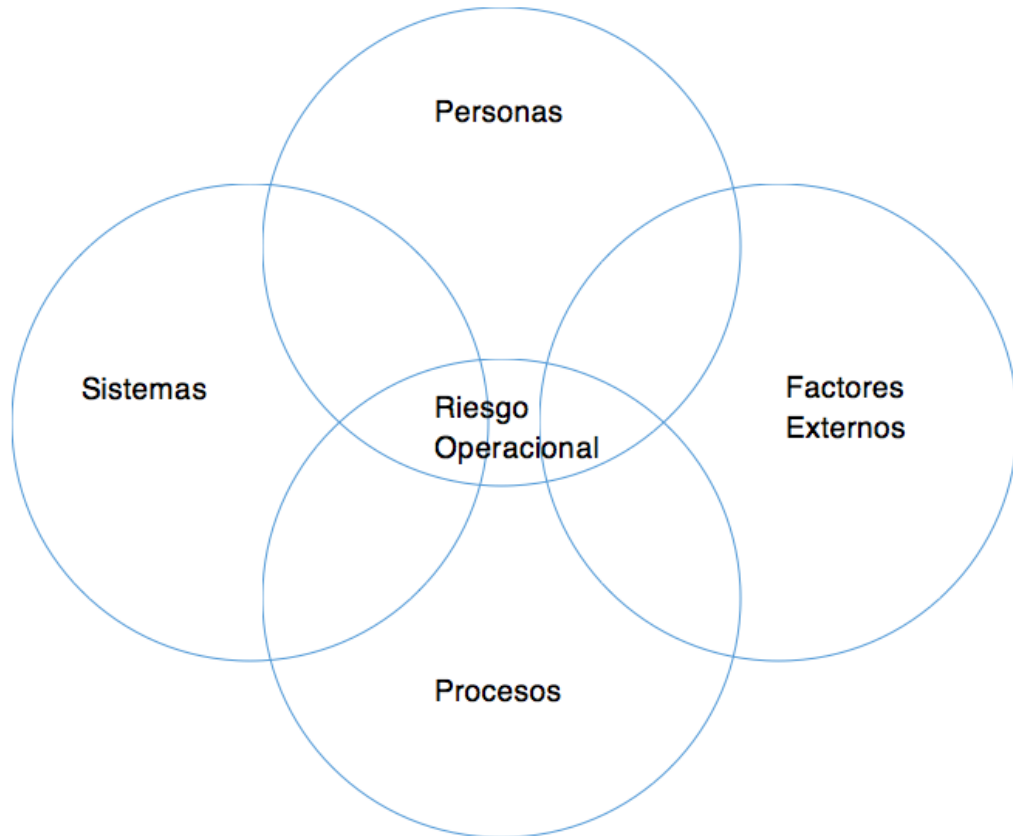
- Riesgo de modelos: Debidos a errores en las metodologías de gestión.
- Riesgo de Transacciones: Errores en la ejecución de operaciones; complejidad de los productos; riesgo contractual, etc.
- Riesgo de control: Exceder límites (De volumen o monetarios) de operaciones; riesgo de seguridad, etc.

**Riesgo de Sistemas:** Generado por fallas de cualquier tipo en los sistemas informáticos.

**Riesgo Externo:** Factores ya sea humanos o de otro tipo, ajenos a la empresa y sobre los que no tiene ningún tipo de control.

En la siguiente figura se representa la relación de los factores que generan riesgo operacional en una empresa:





### 1.1.5 Definición de los Tipos de Riesgos Operacionales

Podemos agrupar los riesgos operacionales en distintos eventos, los cuales serán descritos a continuación:

***Fraude Interno:*** Refleja las pérdidas derivadas de algún tipo de sustracción bienes indebidamente u omisión a las regulaciones o políticas empresariales en las que se podría quedar implicada al menos, una parte interna a la empresa.

***Fraude Externo:*** Agrupa las pérdidas derivadas de algún tipo de acto encaminado a defraudar a la empresa por parte de un tercero.

***Relaciones Laborales y Seguridad en el Puesto de Trabajo:*** Aquellas pérdidas originadas a partir de incompatibilidades con acuerdos laborales, de higiene, seguridad en el empleo, del pago de reclamaciones por daños o de discriminación.

**Cientes, Productos y Prácticas Comerciales:** Pérdidas derivadas del incumplimiento de una obligación frente a los clientes, o de las características de un producto.

**Daños a Activos Materiales:** Todas aquellas pérdidas derivadas de daños o perjuicios a activos materiales como consecuencia de desastres naturales u otros acontecimientos.

**Incidencias en el Negocio y Fallos en los Sistemas:** Pérdidas derivadas de incidencias en el negocio y de fallos en los sistemas.

**Ejecución, Entrega y Gestión de Procesos:** Todas aquellas pérdidas derivadas de errores en el procesamiento de operaciones o en la gestión de procesos, así como de relaciones con contrapartes comerciales y proveedores.

#### 1.1.5.1 La Pérdida Operacional

Para tener más claros los tipos de pérdidas originadas a partir de riesgos operacionales, podemos clasificarlas de la siguiente manera:

#### 1.1.5.2 Pérdidas Esperadas y No Esperadas

**Pérdidas Esperadas (EL, Expected Loss).**- El conjunto de pérdidas operacionales esperadas recogerá todas aquellas mermas, previsibles y habituales, que son propias de una actividad ordinaria de la entidad.

**Pérdidas no esperadas (UL, Unexpected loss).**- Por otra parte, las pérdidas no esperadas son todas aquellos sucesos no previstos y que pueden llegar a desencadenar situaciones nada favorables dada la magnitud del origen. No obstante, para este tipo de pérdidas habrá que articular medidas adicionales como la traslación de riesgos utilizando, por ejemplo, contratos de seguros.

#### 1.1.5.3 Severidad y Frecuencia

A la hora de identificar una pérdida habrá que determinar dos parámetros muy importantes, a los que hemos hecho alusión anteriormente, aunque no de manera explícita:

**Severidad:** Cuantía monetaria o de otro tipo en la que pueda ser medida la pérdida.

**Frecuencia:** Cantidad de veces en que se repite el suceso durante cierto tiempo, para calcular así la probabilidad de que acontezca.

Generalmente se registran un elevado número de eventos para que se implanten medidas oportunas para minimizar su frecuencia y severidad.

#### 1.1.5.4 La Identificación y Clasificación De La Pérdida

De manera sintética se enumeran a continuación una serie de aspectos a contemplar a la hora de identificar un evento de riesgo operacional:

1. Ha sido motivado por un error humano en las tareas asignadas en un determinado proceso.
2. Es consecuencia de un fallo en el sistema de control o en los procedimientos implantados por la empresa.
3. Deriva de fallos en los sistemas y/o equipos computacionales.
4. Deriva de un evento ajeno a los sistemas de control de la empresa.
5. La empresa generalmente asocia la pérdida operacional a una disminución en los resultados o en la situación patrimonial de la empresa.

#### 1.2 Decisiones

Tomar una decisión significa determinar que hacer frente a una situación. En una compañía o empresa las decisiones son tomadas por profesionales expertos o por el alto mando. El objetivo de una decisión es alcanzar al destinar recursos y las decisiones se toman constantemente con valores, que son aquellos aspectos considerados importantes; un valor considerado importante comúnmente es el económico, ya que se intenta incrementar las ganancias propias o las de la compañía.

El análisis de decisión es una forma estructurada de las acciones en las decisiones actuales que pueden llevar a los resultados deseados. En una situación de decisión se distinguen tres factores:

1. Las decisiones que pueden ser tomadas
2. Las oportunidades y los eventos desconocidos que pueden afectar los resultados
3. El resultado mismo.

El análisis de decisión construye modelos lógicos que permiten estimar las posibles implicaciones de cada curso de acción que puede tomarse y así se puede entender mejor la relación entre las acciones y los objetivos.

Para cada decisión se dispone al menos dos alternativas, que son los cursos de acción que pueden tomarse. Cuando se elige una alternativa y se le asignan recursos, se ha tomado la decisión. Entonces la incertidumbre entra en juego. La incertidumbre es la posibilidad de resultados no previstos. El resultado es lo que ocurre después de que se desarrolla la situación de decisión; lo que ocurre no es solo resultado de la alternativa elegida, depende también de la incertidumbre.

### 1.2.1 Tipos de Decisiones

Las condiciones en que se toman las decisiones (certidumbre, riesgo e incertidumbre) sirven de base a un muy completo marco de referencia para la toma de decisiones. Las decisiones pueden clasificarse como:

**Decisiones de vaina:** Son elecciones estándar en respuesta a problemas definidos y conocidos.

**Decisiones adaptativas:** Son tomadas en respuesta a una combinación de problemas inusuales y sólo parcialmente conocidos; implican por lo general la modificación de decisiones anteriores.

**Decisiones innovadoras:** Son basadas en el desarrollo de soluciones alternativas o creativas dado un problema nunca antes enfrentado o visto. Implican una serie de decisiones relacionadas entre sí, tomadas en el curso de varios meses, e incluso años. Dado que las decisiones innovadoras representan una tajante ruptura con el pasado, a veces se les toma antes de que sea posible comprender plenamente un problema.

### 1.2.2 Modelos de toma de decisiones

La importancia y trascendencia del proceso de toma de decisiones ha conllevado a la creación de modelos que sirvan para disminuir la probabilidad de error, y solucionar los problemas de la mejor manera y en el menor tiempo posible. Entre estos modelos se encuentran los siguientes:

**Modelo racional:** Pretende aumentar la probabilidad de que las decisiones tomadas sean lógicas y estén bien fundamentadas por medio del seguimiento de un proceso racional y continuo que consta de siete pasos: Definición y diagnóstico del problema, establecimiento de metas, búsqueda de soluciones alternativas, comparación y evaluación de soluciones alternativas, selección entre soluciones alternativas, implementación de la solución seleccionada y, por último, seguimiento y control.

**Modelo de racionalidad económica:** Este modelo se basa en el supuesto de que el hombre, como ser económicamente racional, escoge la mejor alternativa debido a que tiene conocimiento de todas las posibilidades y las consecuencias de cada una de éstas. Los pasos para tomar una decisión según este modelo son: Descubrir los síntomas del problema o la dificultad, determinar el objetivo que va a obtener o definir el problema que va a solucionar, desarrollar criterios para poder evaluar las situaciones alternas, identificar todas las alternativas, considerar las consecuencias de cada alternativa, escoger la mejor alternativa e implementar la decisión.

# Capítulo II

## La NOM-028-STPS-2012

El objetivo de esta Norma Oficial Mexicana es establecer los elementos de un sistema de administración para organizar la seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir accidentes mayores y proteger de daños a las personas, a los centros de trabajo y a su entorno. A continuación, un breve extracto de la NOM-028-STPS-2012:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-028-STPS-2012, SISTEMA PARA  
LA ADMINISTRACION DEL TRABAJO-SEGURIDAD EN LOS  
PROCESOS Y EQUIPOS CRITICOS QUE MANEJEN SUSTANCIAS  
QUIMICAS PELIGROSAS**

**INDICE**

1. *Objetivo*
2. *Campo de aplicación*
3. *Referencias*
4. *Definiciones*
5. *Obligaciones del patrón*
6. *Obligaciones de los trabajadores*
7. *Análisis de riesgos*
8. *Procedimientos de seguridad y autorizaciones para trabajos peligrosos*
9. *Administración de riesgos*
10. *Administración de la integridad mecánica de los equipos críticos*
11. *Administración de cambios*
12. *Plan de atención a emergencias*
13. *Programa de auditorías internas*
14. *Procedimiento para la investigación de accidentes mayores*
15. *Sistema de información sobre los procesos y equipos críticos*
16. *Contratistas*
17. *Programa de capacitación*
18. *Unidades de verificación*
19. *Procedimiento para la evaluación de la conformidad*
20. *Vigilancia*

21. *Bibliografía*
22. *Concordancia con normas internacionales*

### **TRANSITORIOS**

*Apéndice A Cantidades umbrales de sustancias químicas peligrosas  
Guía de Referencia I Revisiones de seguridad en el prearranque y los  
procedimientos de operación Guía de Referencia II Técnicas para  
realizar el análisis de riesgos*

*Guía de Referencia III Selección del personal por entrevistar y ejemplo  
de cuestionario*

#### **1. Objetivo**

*Establecer los elementos de un sistema de administración para organizar la seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir accidentes mayores y proteger de daños a las personas, a los centros de trabajo y a su entorno.*

#### **Campo de aplicación**

*La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica a los centros de trabajo que:*

**a)** *Realicen procesos específicos de:*

- 1) Extracción de petróleo;**
- 2) Extracción de gas natural;**
- 3) Almacenamiento y distribución de gas natural;**
- 4) Producción de gas licuado de petróleo (gas L.P.);**
- 5) Almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo (gas L.P.);**
- 6) Producción de petroquímicos, o**
- 7) Refinación del petróleo crudo y petroquímica básica, o**

**b)** *Manejen sustancias químicas peligrosas en procesos y equipos críticos, en volúmenes iguales o mayores a las cantidades umbrales señaladas en el Apéndice A de esta Norma.*

*La cuantificación de las sustancias químicas peligrosas deberá realizarse conforme a uno o más de los criterios siguientes:*

**a)** *La capacidad instalada de almacenamiento y/o proceso de la sustancia química peligrosa en el centro de trabajo, y/o*

**b)** *La cantidad de las sustancias químicas peligrosas presentes como materias primas y/o producto terminado en almacén y/o proceso.*

Quedan excluidos del cumplimiento de la presente Norma los centros de trabajo que:

- a) Manejen sustancias químicas peligrosas en procesos y equipos críticos, en cantidades menores a las que se precisan en el listado del Apéndice A de esta Norma;
- b) Almacenen líquidos inflamables en tanques atmosféricos que se mantengan por debajo de su punto de ebullición, sin requerir enfriamiento o refrigeración;
- c) Usen hidrocarburos únicamente como combustibles para su consumo interno;
- d) Vendan gasolina o gas al usuario final, o
- e) Realicen la venta al menudeo de sustancias químicas peligrosas o productos que las contengan.

**Administración de riesgos**

La administración de riesgos deberá contener los elementos siguientes:

- a) Una relación de los riesgos identificados, evaluados y jerarquizados, mediante el estudio de análisis de riesgos;
- b) Los criterios de aceptación de los riesgos, basados en la probabilidad de ocurrencia y consecuencias que ocasionen. Se podrán utilizar los criterios de la Tabla 1.

Aplicación	Ejemplos Cualitativos	Ejemplos Cuantitativos
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aceptación del riesgo.</li> <li>•Aceptación de la probabilidad.</li> <li>•Aceptación de las consecuencias.</li> <li>•Aceptación del costo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Matriz de riesgos.</li> <li>•Componentes de falla sencillos contra múltiples</li> <li>•Límites de emisión</li> <li>•Matriz de riesgos y umbral de costo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Individual y/o criterio de riesgo social</li> <li>•Frecuencia del evento crítico.</li> <li>•Niveles de concentración. Umbrales en los límites de la propiedad.</li> <li>•Criterio de costo-beneficio. Evaluación matemática del riesgo.</li> </ul>

c) Un programa para el cumplimiento de las recomendaciones seleccionadas que resulten del estudio de análisis de riesgos del proceso.

El sistema de administración de riesgos deberá:

- a) Contar con un responsable de la administración de riesgos;



- b) Definir el enfoque de administración de riesgos, con criterios para eliminar o reducir los riesgos;*
- c) Listar los riesgos y proponer alternativas de control;*
- d) Generar las recomendaciones de las medidas de control para la atención de riesgos;*
- e) Establecer la viabilidad técnica y económica de las recomendaciones de las medidas de control;*
- f) Presentar las conclusiones de la evaluación costo beneficio de las medidas de control;*
- g) Elegir las medidas de control conforme a su viabilidad para la atención de riesgos, considerando las acciones siguientes:*
  - 1) La revisión y selección de las medidas de control, de acuerdo con su viabilidad;*
  - 2) La búsqueda de nuevas recomendaciones de medidas de control, si las anteriores no son viables, de conformidad con los elementos de administración de riesgos, y*
  - 3) La revaluación de la viabilidad técnica y económica de las nuevas recomendaciones de medidas de control;*
- h) Disponer de los recursos para la implementación de las medidas de control a efectuar;*
- i) Contener las fechas de programación e instauración del sistema de administración de riesgos;*
- j) Establecer la realización de las evaluaciones de seguridad necesarias antes de la implementación de las medidas de control;*
- k) Determinar la vigilancia del cumplimiento del programa para el manejo del riesgo, con las medidas de control seleccionadas, y*
- l) Prever la revaluación de los riesgos, después de aplicar las medidas de control.*

## Capítulo III

### El Convenio COMERI 144 PEMEX

El objetivo de este convenio es contar con las reglas para elaborar en PEMEX los análisis de riesgo de proceso y ductos para prevenir fuga o derrames de sustancias peligrosas en los procesos además de prevenir fallas de carácter industrial o por errores humanos.

Se aplica de forma general y obligatoria en los centros de trabajo de PEMEX incluyendo organismos subsidiarios cuando se realicen análisis de riesgo de proceso, análisis de ductos y análisis de riesgos de seguridad física a las instalaciones en operación, o bien, en nuevos proyectos. A continuación, un breve extracto del convenio COMERI 144:

***Lineamientos para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso, Análisis de Riesgos de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios  
PEMEX***

***DIRECCIÓN CORPORATIVA DE OPERACIONES  
SUBDIRECCION DE DISCIPLINA OPERATIVA, SEGURIDAD, SALUD Y  
PROTECCIÓN AMBIENTAL DIRECCION CORPORATIVA DE  
ADMINISTRACIÓN GERENCIA DE SERVICIOS DE SEGURIDAD FISICA***

Clave: COMERI 144

Fecha: 10 de agosto del 2010

#### CONTENIDO

#### CAPÍTULO

#### 1.0 DISPOSICIONES GENERALES

##### 1.1 Objeto

##### 1.2 Ámbito de aplicación

##### 1.3 Definiciones

##### 1.4 Acrónimos

#### 2.0 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

##### 2.1 Responsabilidades

##### 2.2 Análisis de riesgos de proceso

##### 2.3 Análisis de riesgos de ductos

##### 2.4 Interface de los análisis de riesgos de proceso y los análisis de riesgos de ductos, con el análisis de riesgos de seguridad física.

##### 2.5 Análisis de riesgos de seguridad física

#### 3.0 DISPOSICIONES FINALES

##### 3.1 Interpretación

##### 3.2 Supervisión y control

#### 4.0 DISPOSICIONES TRANSITORIAS

*Anexo 1 Información técnica mínima requerida para la identificación, análisis y evaluación de los riesgos de Proceso*

*Anexo 2 Requisitos o características que deben cumplir el líder y los miembros del Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos de Proceso*

*Anexo 3 Requisitos o características que deben cumplir quienes integran el Grupo de Expertos de Seguridad Física*

## **ANÁLISIS DE RIESGOS DE PROCESO.**

*1.- Para la elaboración del análisis de riesgos de proceso debe utilizarse información completa, vigente y actualizada, la cual debe estar disponible en el Centro de Trabajo, de acuerdo a la GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DEL PAQUETE DE TECNOLOGÍA DEL PROCESO.*

*2.- Se debe contar con una base de datos con los registros de incidentes y accidentes relacionados con fugas o derrames de sustancias peligrosas ocurridos en los Centros de Trabajo, que puedan ser utilizados como casos para ser analizados durante la elaboración de los análisis de riesgos de proceso. Esta información, debe conservarse por un periodo de cinco años, y debe ser intercambiable, bajo autorización de la Máxima Autoridad del Centro de Trabajo, como experiencia operativa entre instalaciones con procesos similares.*

*3.- Desarrollo de los análisis de riesgos de proceso.*

*Se utilizan para identificar, analizar, evaluar, jerarquizar y administrar los riesgos asociados con los procesos de manera que:*

- Se utilice un enfoque organizado, metódico y sistemático.*
- Se busque y obtenga un consenso entre las diversas disciplinas participantes.*
- Se documenten los resultados para uso posterior en el seguimiento de las recomendaciones y en el entrenamiento del personal.*
- Determinar la severidad de las consecuencias de los escenarios de riesgos de proceso considerados como los peores casos, requeridas para la elaboración o actualización de los Planes de Respuesta a Emergencia y de los análisis de riesgos de seguridad física de las instalaciones.*
- Prevenir los accidentes y las lesiones relacionadas con el proceso.*

*3.1.- Los análisis de riesgos de proceso deben actualizarse al menos cada cinco años, o bien cuando exista alguna de las siguientes situaciones: antes de que se realicen cambios a la tecnología de algún proceso, cuando se proyecte un proceso nuevo o bien, producto de una investigación de un incidente o accidente mayor. Cabe mencionar que los cambios a la tecnología que den pie a la elaboración o actualización del análisis de riesgos de proceso, serán clasificados de esta forma, de acuerdo a las disposiciones establecidas en la GUÍA TÉCNICA PARA ADMINISTRACIÓN DE CAMBIOS DE TECNOLOGÍA.*

*3.3.- Planeación y preparación.*

*3.3.1.- Definir el objetivo y el alcance del análisis de riesgos del proceso bajo estudio.*

*3.3.2.- Formar el GMAER.*

*3.3.3.- El GMAER debe contar con un líder, así como con personal de especialidades tales como:*

*a) Operación.*

*b) Mantenimiento (Áreas mecánica, eléctrica, instrumentación, civil y las que apliquen de acuerdo al caso particular).*

*c) Ingeniería de diseño de proceso.*

*d) Seguridad industrial.*

*e) Protección ambiental y*

*f) Salud en el trabajo.*

## Capítulo IV

# Metodología del Análisis de Riesgo

### 4.1 Estrategias de Análisis de Riesgo

Tomar y gestionar riesgos es una tarea y deber de la dirección de una compañía con la finalidad de lograr beneficios y crear valor para sus accionistas. Sin embargo, las crisis corporativas que han ocurrido en los últimos años revelan que determinadas entidades no gestionan adecuadamente, ni comprenden en profundidad los riesgos que asumen. Por esto mismo existe una cierta tendencia en la dirección corporativa a en lugar de gestionar el riesgo, huir directamente del optando por estrategias conservadoras.

La *gestión* del riesgo no es una nueva práctica, ya que siempre ha sido primordial para las compañías tratar de prevenir el fraude, mantener la integridad de los controles internos y reducir los errores en el procesamiento de las transacciones.

En muchos casos, gran parte de la gestión y el análisis de riesgo no es más riguroso que la astrología o la adivinación; muchas veces sólo dependemos del sentido común o de modelos erróneos, y como resultado se omiten o se subestiman riesgos que pueden ir desde quiebras financieras a accidentes de grandes proporciones, o un proyecto que no funciona y fracasa. El riesgo implica que algo puede salir mal.

La gestión y su análisis consisten en usar lo que se tiene cuando se necesita. En pocas palabras todo esto significa: ser sagaz con respecto a correr riesgos.

Ahora bien, podemos ser sagaces pero inconscientemente tontos respecto al análisis de riesgos: podemos carecer de sentido de la estadística y carecer también de escepticismo científico; nos disponemos a aceptar prácticas defectuosas de una empresa. Existen tres razones que explican generalmente un mal análisis de riesgos.

1. No se cuantifica si las técnicas de gestión riesgos funcionan: suponemos que si no ocurre nada malo es gracias a un exitoso análisis de los riesgos existentes.
2. Se usan muchos métodos erróneos o débilmente ejecutados en el análisis de riesgos.
3. La mayoría de las veces no usamos métodos matemáticamente válidos para medir riesgos.

Se utilizan generalmente una variedad de herramientas, de las más simples hasta las más complejas para el análisis de riesgo:

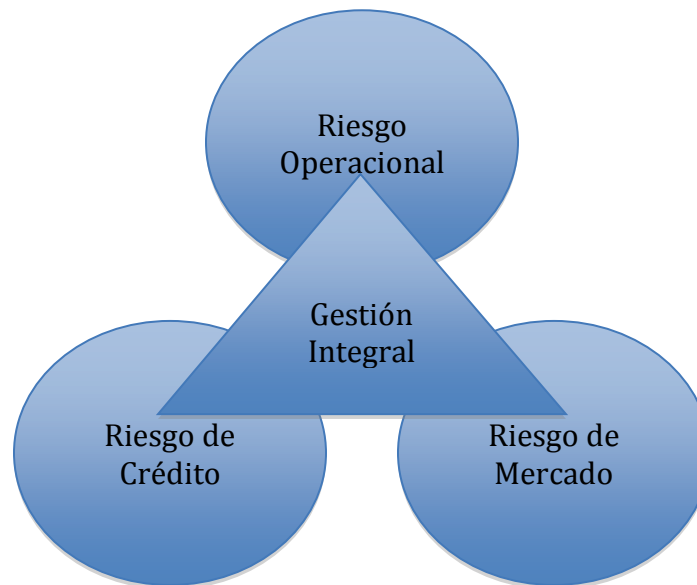
**Corazonada:** Este método está basado en la intuición y no incluye el uso de mediciones ni cálculos de probabilidades.

**Auditor experto:** Profesionales externos suelen hacer evaluaciones con listas de control y puntuaciones.

**Métodos de estratificación simple:** Se califica los riesgos mediante sistemas: como colores, jerarquías, mapas de color y matrices.

**Modelos probabilísticos:** Se analizan las probabilidades usando diferentes métodos para calcular los riesgos, que aunque son imperfectos, mejoran constantemente.

Para ello, áreas de soporte como la de *organización* elaboran, para determinados procesos de la compañía, procedimientos de trabajo que, entre otros aspectos, contemplan los controles y las verificaciones oportunas que permitan que el producto o servicio se desarrolle con la menor cantidad de riesgo posible.



## 4.2 Prácticas Correctas para la Gestión del Riesgo

Generalmente, a la hora de gestionar el riesgo hay que distinguir dos posturas, una primera visión con un carácter proactivo, basada en la identificación y control de los factores de riesgo aunque todavía no se hayan materializado en pérdidas, es decir, sustentada en criterios cualitativos; y, de otra parte, la postura reactiva, que sirve para ejecutar el plan de contingencias una vez acontecido el evento, basada en variables cuantitativas. En cualquier caso, independientemente del enfoque adoptado, la gestión del riesgo operacional se alinea con tres objetivos fundamentales para una entidad financiera:

1. Asegurar la continuidad del negocio de la entidad a largo plazo.
2. Suscitar la mejora continua de los procesos e incrementar la calidad del servicio al cliente.
3. Cumplir el marco regulador establecido y optimizar la asignación de capital.

### 4.2.1 Reglas esenciales para la Gestión Efectiva del Riesgo Operacional

Para el desarrollo y establecimiento del modelo adecuado de riesgo operacional, se proponen seis reglas vitales que debe tener presente tanto el supervisor nacional como el banco:

- *Objetividad:* La medición del riesgo se debe basar en criterios estándar.
- *Consistencia:* Independientemente de la línea de negocio, un mismo perfil de riesgo debe generar la misma información.
- *Relevancia:* La identificación de los riesgos ha de ser auditada y controlada por la propia entidad.
- *Transparencia:* Se debe desarrollar un sistema de información que permita que esta fluya a todos los ámbitos de la organización.
- *Análisis Integral:* La gestión del riesgo operacional debe abarcar e implicar a todas las áreas de la entidad.
- *Análisis Completo:* La totalidad de riesgos operacionales a los que está expuesto un banco deben ser identificados, registrados y controlados.

A continuación se detallan, de manera sintética, los diez principios fundamentales para guiar y tratar correctamente al riesgo operacional.

### DESARROLLO DE UNA CULTURA ADECUADA DE RIESGO

**Principio 1:** El consejo de administración ha de ser consciente de los principales aspectos de los riesgos operacionales del banco.

**Principio 2:** El consejo de administración debe asegurar que el esquema de gestión del riesgo operacional del banco esté sujeto a una auditoría interna efectiva e integral.

**Principio 3:** La alta dirección de la compañía debe tener la responsabilidad de implementar el esquema de gestión del riesgo operacional aprobado por el Consejo de Administración.

### GESTIÓN DE RIESGOS: IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN, SEGUIMIENTO, CONTROL Y MITIGACIÓN

**Principio 4:** Los bancos deben identificar y evaluar el riesgo operacional inherente a todos los productos, actividades, procesos y sistemas relevantes.

**Principio 5:** Los bancos deben implementar un proceso para el seguimiento regular de los perfiles del riesgo operacional y de su exposición material a pérdidas.

**Principio 6:** Los bancos deben tener políticas, procesos y procedimientos para controlar o mitigar los riesgos operacionales más significativos.

**Principio 7:** Los bancos deben implementar planes de contingencia y de continuidad del negocio a fin de garantizar su capacidad para operar en forma continua y minimizar las pérdidas en caso de una interrupción severa del negocio.

### PAPEL DE LOS SUPERVISORES

**Principio 8:** Los supervisores deben exigir a todos los bancos, sin importar su tamaño, que implementen un sistema eficaz para identificar, evaluar, seguir y controlar o mitigar los riesgos operacionales materiales como parte un enfoque integral para la gestión de riesgos.

**Principio 9:** Los supervisores deben llevar a cabo, de manera directa o indirecta, una evaluación periódica independiente de las políticas, procedimientos y prácticas de un banco relacionadas con el riesgo operacional.



---

---

## PAPEL DE LA DIVULGACIÓN

**Principio 10:** Los bancos deben realizar suficiente divulgación pública para permitir que los participantes del mercado evalúen su enfoque para la gestión del riesgo operacional.

### 4.2.2 Elementos Clave

Es responsabilidad de cada banco el desarrollo de las políticas, los procesos y los procedimientos para la gestión del riesgo operacional. De esta manera, a la hora de extrapolar el marco implícito en dicho texto a una entidad de crédito en particular, éste debe ser coherente con el perfil de la misma. Es decir, ha de adaptarse a su tamaño y a la naturaleza y complejidad de sus actividades.

En consecuencia, a la alta dirección le corresponde transcribir la estrategia de riesgo operacional, en las políticas y procedimientos que deben implementarse en las diferentes unidades organizativas. Después de esto, se exponen los aspectos claves a determinar:

#### **1. Establecer la infraestructura conceptual de la gestión**

- I. Definir roles y responsabilidades en el marco de gestión.
- II. Encuadrar la gestión del riesgo operacional dentro del entorno de control global del riesgo, dotándole de personalidad propia.
- III. Diseñar las metodologías y procesos de medición de riesgos.
- IV. Establecer los principios operativos básicos.

#### **2. Establecer la arquitectura de datos y sistemas de información.**

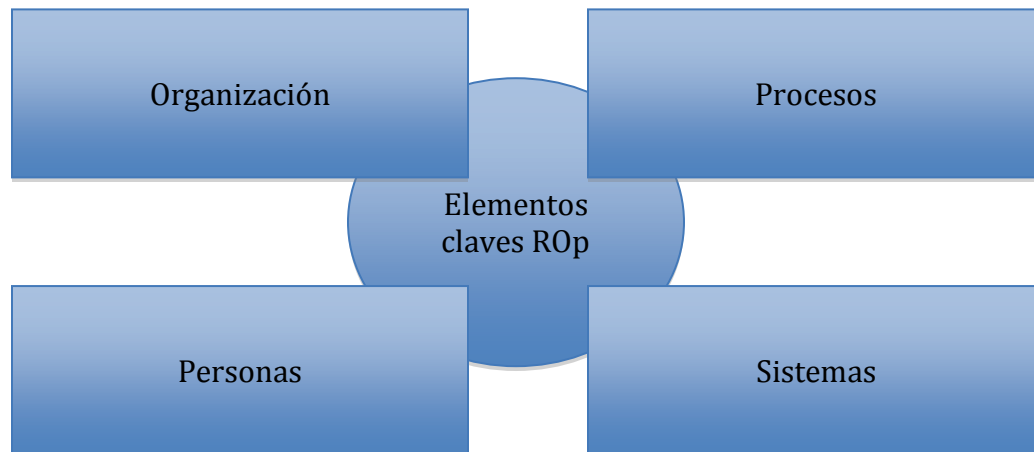
Se debe asentar una infraestructura adecuada para que la información fluya a toda la organización. Además, dado que el comité exige determinar el capital regulatorio por líneas de negocio –para las metodologías Estándar y avanzada-, se debe adaptar las Fuentes de información y aplicar técnicas de transferencia de riesgos con el objeto de que toda actividad realizada quede reflejada dentro de las ocho líneas establecidas.

#### **3. Contratar los recursos humanos y tecnológicos necesarios.**

Además de la asignación de recursos humanos e informáticos, la alta dirección de la entidad deberá proyectar acciones periódicas de formación en material de riesgo operacional. Estas acciones tendrán una doble función: instruir al personal en la gestión óptima de este riesgo y

sensibilizar al conjunto de la organización sobre la importancia del mismo y la necesidad de su control. En definitiva, se irá forjando una cultura organizativa de riesgo operacional.

La siguiente figura muestra los factores capitales de la gestión del riesgo operacional:



### 4.2.3 Estructura Organizativa

En la creación del marco para la gestión del riesgo operacional una tarea preliminar es articular la infraestructura organizativa más apropiada. Esto implica determinar los roles y las responsabilidades de las diferentes unidades de control. En el caso del riesgo operacional, cualquier empleado de la organización de efectúe un proceso o una operación debe asumir, gestionar y controlar dicho riesgo.

Aquí se detallan los niveles internos de responsabilidad propuestos como guías para el control del riesgo operacional.

- **Comité de Riesgos:** Esta unidad representa la máxima autoridad sobre el control general de riesgos en la entidad. Estructuralmente, se articula como órgano del staff del Consejo de Administración, al que ha de tener pertinentemente informado. Sus funciones esenciales deben ser:
  - La política de riesgos de la entidad
  - El perfil de riesgo de la entidad
  - La asignación de recursos para controlar el riesgo
  - La asignación de capital para cubrir el riesgo

- *Comité de Riesgo Operacional:* Jerárquicamente, depende del Comité de Riesgos. Además de transmitir las políticas y procedimientos de gestión del riesgo operacional al resto de la organización, ha de tener asignadas las siguientes potestades:
  - Supervisar el grado de implantación del marco de gestión
  - Desarrollar un sistema de información periódica sobre riesgo operacional para la organización, en general, y el Comité de Riesgos, en particular
  - Analizar los riesgos reales y potenciales y desarrollar junto con los responsables de las unidades de negocio y de soporte las acciones correctoras.
  
- *Unidad de Riesgo Operacional:* Se erige como el máximo responsable ejecutivo en la gestión del mismo. Sus funciones deben ser:
  - Planificar, diseñar e implementar el modelo de gestión del riesgo operacional en sus diferentes etapas: identificación, evaluación, seguimiento y control.
  - Definir las políticas y procedimientos y dirigir la información interna.
  - Calcular el capital regulatorio por riesgo operacional.
  
- *Unidades de negocio y soporte:* Los ejecutores y responsables finales de la gestión del riesgo operacional e implantación de las acciones correctoras, son los gestores de las diferentes áreas de negocio y de soporte de la entidad. Su labor contempla las siguientes tareas:
  - Realizar las auto-evaluaciones
  - Seguimiento de indicadores y pérdidas operacionales
  - Definición e implantación de acciones correctoras
  
- *Comité de Auditoría:* Al igual que el Comité de Riesgos, es un órgano Staff del Consejo de Administración. Su cometido principal es vigilar que los procedimientos de gestión se cumplen de manera estricta. A la vez, deberá aprobar y supervisor las directrices y políticas para el control del riesgo operacional a nivel corporativo.
  
- *Auditoría Interna:* Preliminarmente, debe supervisor la puesta en práctica de las políticas y procedimientos diseñados; posteriormente, se limitará a velar por el cumplimiento y evaluación del marco de gestión implementado.

Es frecuente que las entidades soliciten la colaboración de compañías especializadas para el diseño de herramientas informáticas que optimicen los procesos de gestión de riesgos.

#### 4.2.4 El proceso lógico de gestión

Después de haber establecido y delimitado el marco organizativo de control, el siguiente paso es la implementación del proceso de gestión; cuya aplicación debe ser responsabilidad de la Unidad de Riesgo Operacional. Para esto se proponen las siguientes etapas:

1. **Identificación:** Determinar las principales amenazas reales o potenciales a las que está expuesta la entidad financiera.
2. **Evaluación y medición:** Cuantificar el impacto que originan o pueden originar los riesgos inherentes a la entidad. En este punto es tan importante la severidad potencial de la pérdida como su frecuencia.
3. **Seguimiento:** Vigilar la evolución de los riesgos identificados permitirá una eficaz detección y corrección de posibles deficiencias o pérdidas en las políticas y procedimientos de gestión, reduciendo pérdidas o, al menos, minimizando su severidad.
4. **Control y mitigación:** Esta etapa se encamina a reducir el riesgo evaluado. Las técnicas utilizadas pueden ser:
  - *Mitigación:* Desarrollo de nuevos controles y planes de contingencia.
  - *Evitar los riesgos:* Rediseño de procesos o abandono de las actividades.
  - *Transferencia de riesgos:* Aseguramiento contra ciertos eventos o externalización de algunas actividades a través de la contratación de otras compañías (outsourcing).
  - *Financiación de los riesgos:* Provisiones o coberturas (contratación de seguros).
  - *Aceptación de la situación actual.* Entendiendo que dicho perfil de riesgos se ajusta a la situación deseada.

#### 4.3 Herramientas de Gestión

Las entidades financieras se deben apoyar en un conjunto de herramientas que faciliten la identificación y recopilación de pérdidas operacionales, así como la evaluación, seguimiento y control de los riesgos a los que están expuestas.

### 4.3.1 Enfoques cualitativos

- **Flujograma de Procesos:** El diagrama de procesos y riesgos ilustra gráficamente, paso a paso, los procesos identificados en cada área de negocio junto con sus riesgos inherentes.
- **Mapas de Riesgos:** Una vez identificados los riesgos asumidos, se plasman de manera ordenada, especificando a que procesos, productos o servicios y unidades de negocio o de soporte afectan. Este mapa permite saber con antelación cuales son las áreas con debilidades críticas y donde es necesario actuar de forma prioritaria.
- **Auto-evaluaciones:** Son llevadas a cabo por las propias unidades de negocio y de soporte, para tratar de evaluar el grado de adecuación sobre el control del riesgo y determinar los puntos de control que se deben mejorar.

### 4.3.2 Enfoques Cuantitativos

- **Bases de Datos:** Se debe definir e implementar un procedimiento de identificación y recopilación de las pérdidas, que permitan un análisis completo del perfil de riesgo de la entidad en términos de frecuencia y severidad de los fallos operacionales.
- **Modelos Actuariales:** La adecuación de los datos capturados y su correcto tratamiento posterior serán vitales para el desarrollo de modelos actuariales que permitan reflejar con amplio detalle y estadística el perfil de riesgo de la entidad.
- **Redes Causales:** Este enfoque describe las relaciones causa-efecto entre las diferentes pérdidas. A partir de estas redes causales, se pueden ejecutar simulaciones que generen distribuciones de pérdidas que se irán agregando de abajo hacia arriba.

## 4.4 Consejos para Reparar la Gestión de Riesgos

Es importante dejar de depender de nuestro instinto o de contratar consultores para llevar un análisis que probablemente resulte dudoso; mejor empleemos el método de las “probabilidades calibradas” de las simulaciones Monte Carlo. Los gerentes de riesgos exitosos aprenden a empezar con la descomposición, es decir, separar los elementos básicos de un riesgo. Muchas herramientas sirven para manejar los números y permiten que el gerente de riesgos se concentre en gestionar los riesgos. Toma pocos días capacitar a alguien para que use un programa Monte Carlo basado en Excel, como Crystal Ball.

Hay que abordar nuestro trabajo de gestión de riesgos de forma científica:

exijamos pruebas tangibles de que un método funciona y debemos estar dispuestos a cambiar de idea si no nos respaldan esas pruebas. Sólo porque ya adquirimos un software y hayamos corrido un modelo no significa que la tarea está hecha; los modelos son imperfectos. Siempre es importante mantenernos escépticos y consultar con colegas. Según se vaya construyendo el modelo, se usan, prueban y miden constantemente los resultados.

Otras estrategias para una gestión exitosa de los riesgos son:

- **Dejar de inventar excusas:** A veces creemos que nuestra situación es tan poco común que es imposible modelarla. Se puede modelar prácticamente todo y probablemente se tengan suficientes datos para generar un modelo útil.
- **La perfección no es un objetivo razonable:** Ningún modelo es infalible. Puede hacer uno que sea más preciso y útil que cualquier método que se esté usando ahora.

## Capítulo V

### El Uso de Matrices en Análisis de Riesgo

Las medidas de seguridad adecuadas pueden hacer contribuciones positivas hacia la producción y gastos reducidos de operación. La asesoría de riesgos es una herramienta efectiva para identificar riesgos en la seguridad de los procesos y determinar cómo disminuir los riesgos con una buena relación calidad-precio.

El Ranking de Riesgos es una metodología común para tomar decisiones en base a riesgos sin tener que realizar un análisis de riesgos cuantitativo. Las dos grandes ventajas de utilizar esta metodología son:

- Ayuda a diferenciar riesgos relativos para facilitar la toma de decisiones
- Mejora la consistencia y la bases de decisión

A las compañías se les recomienda adoptar un sistema de ranking estandarizado para poder realizar una toma de decisiones que tome en cuenta las metas de seguridad de la compañía. El elemento principal dentro de este sistema es la **Matriz de Riesgo**, la cual tiene consecuencia contra severidad, además de un eje de frecuencia. El producto de todo esto nos da una *medida de riesgo*.

La matriz de riesgo es una metodología que ayuda a identificar, priorizar y administrar los riesgos clave. Estas matrices de riesgo pueden crear un falso sentido de seguridad si no se realizan adecuadamente.

Una matriz de riesgo efectiva debe cumplir con los siguientes criterios:

- Ser simple para su fácil comprensión y utilización.
- No se debe requerir algún conocimiento extensivo de análisis de riesgo cuantitativo.
- Tener un enfoque hacia la aplicabilidad.
- Tener rangos consistentes que incluyan todo el espectro de escenarios posibles.
- Tener descripciones detalladas de las consecuencias de las decisiones tomadas para todo el rango que se desea abarcar.
- Tener claramente definido el nivel de riesgo tolerable e intolerable.
- Mostrar como los escenarios que cuentan con un nivel de riesgo intolerable pueden ser mitigados para que se encuentren en un nivel tolerable dentro de la matriz.
- Proveer una guía clara para saber qué acción es requerida para mitigar cada escenario que cuente con niveles de riesgo intolerables.

La combinación de la consecuencia y severidad con la frecuencia nos da un estimado del riesgo. Aunque hay muchas matrices de riesgo que han sido desarrolladas y publicadas, el desarrollo y la aplicación de las matrices de riesgo presentan sus propios retos.

La construcción de la matriz de riesgo comienza cuando se establece como se debe de utilizar la matriz. Algunos usos comunes para estas matrices son para el Análisis de Peligros en los procesos y para auditorías de seguridad.

Una decisión inicial de vital importancia se debe hacer para definir los niveles de aceptación y de tolerancia que tendrá la compañía al usar la matriz. Otro elemento clave del diseño de matrices de riesgo es tener la capacidad de evaluar la efectividad de las medidas de mitigación de riesgos.

El siguiente paso es definir los rangos de consecuencia y probabilidad. Para comenzar se deben determinar cuáles son las consecuencias. Estas pueden incluir:

1. Personal de Seguridad
2. Seguridad Pública
3. Impacto Ambiental
4. Daño a propiedad / Interrupciones de Negocio
5. Imagen Corporativa
6. Implicaciones Legales

El paso final para desarrollar la matriz de riesgo es traducir el criterio de tolerancia en la matriz.

Aquí se muestra un ejemplo de una matriz de riesgo:

Consecuencia	1	2	3	4
Frecuencia				
4	IV	II	I	I
3	IV	III	II	I
2	IV	IV	III	II
1	IV	IV	IV	III



Junto con la matriz se deben incluir dos tablas: una con la descripción de las categorías utilizadas en la matriz, y otra con los rangos de probabilidad. Esta es la primera:

Magnitud del Riesgo	Categoría	Descripción
<b>I</b>	Inaceptable	Debe ser mitigado con ingeniería y/o controles administrativos urgentemente.
<b>II</b>	Indeseable	Debe ser mitigado con ingeniería y/o controles administrativos rápidamente.
<b>III</b>	Aceptable con controles	Debe ser verificado para saber si los procedimientos y controles están bajo control.
<b>IV</b>	Aceptable	La mitigación es innecesaria.

Posteriormente se realiza otra tabla con los rangos de probabilidad/Frecuencia basado en los niveles de protección:

Rangos de Frecuencia	Criterio de Frecuencia Cuantitativa
Nivel 4	Muy Frecuente:
Nivel 3	Frecuente:
Nivel 2	Poco Frecuente:
Nivel 1	Muy Poco Frecuente:

De igual forma se debe consultar la tabla que incluya los rangos típicos de consecuencia:

Rangos de Consecuencia	Descripción
4	Dentro/Fuera de instalaciones:
	Ambiental:
	Propiedad:
3	Dentro/Fuera de instalaciones:
	Ambiental:
	Propiedad:
2	Dentro/Fuera de instalaciones:
	Ambiental:
	Propiedad:
1	Dentro de instalaciones:
	Fuera de instalaciones:
	Ambiental:
	Propiedad:

# Capítulo VI

## El Uso de Matrices en el COMERI 144

A continuación se presentan las matrices:

### 6.1 Matriz de Accidentes de contratistas en el Proceso de Perforación.

Consecuencia	1	2	3	4
Frecuencia				
4	IV	II	I	I
3	IV	III	II	I
2	IV	IV	III	II
1	IV	IV	IV	III

Magnitud del Riesgo	Categoría
I	Inaceptable
II	Indeseable
III	Aceptable con controles
IV	Aceptable

Rango de Frecuencia	Criterio de Frecuencia Cuantitativa (Datos de 2013).
Nivel 4	Muy frecuente: 49 incidentes anuales. (dato de 2016)
Nivel 3	Frecuente: 42 accidentes anuales
Nivel 2	Poco frecuente: 8 accidentes anuales.
Nivel 1	Muy poco frecuente: 4 accidentes anuales.

Rangos de Consecuencia	Descripción
4	<p>1.- Golpe y explosión en Gasoducto, 5 Presidentes-CPG La Venta; 07/04/2013 (SSAP).</p> <p>2,3.-Volcadura de lancha pantanera en Río Chilapa; 12/06/2013 (SDC).</p> <p>4.- Explosión e incendio de Pozo Gasífero 53; 26/08/2013 (SPRN).</p> <p>Implicaron lesiones importantes a los trabajadores por quemaduras, intoxicación y falta de oxígeno.</p> <p><b>Daño ambiental:</b> Generación de gases invernadero, incendios en flora y daño a la fauna local, y contaminación palustre.</p> <p><b>Propiedad:</b> Importante daño a las instalaciones.</p>
3	<p>1.- Incendio auto tanque Estación Nejo; 16/01/2013 (SPRN).</p> <p>2.- Caída de Junta telescópica en P.A.E. Chihuahua; 28/01/2013 (UNP).</p> <p>3.- Inclinación de P.S.S. SEMI2; 03/02/2013 (SML).</p> <p>4.- Incendio en presa metálica en Pozo Inyector de Agua Congénita Paredón 11; 05/07/2013 (UNP).</p> <p>5.- Golpe a Plataforma Ixtoc A, Base Naval por el B/A Seacor Spirit; 15/07/2013 (SML).</p> <p>6.- Incendio en unidad de inyección de nitrógeno en Pozo Tecominoacan 711; 16/07/2013 (SSAP).</p>

	<p>7.- Colisión del BPD Blue Giant con la Plataforma Abkatun-A/Permanente; 30/07/2013 (SML).</p> <p>8.- Deslizamiento de mástil del equipo DS-638, Pozo Ébano 1151-D; 06/08/2013 (SPRN).</p> <p><b>Ambiental:</b> Potencial para afectar el medio ambiente en caso de fugas y derrames. Intoxicación de la flora y fauna local.</p> <p><b>Propiedad:</b> Daño por colisión y comprometimiento de la integridad de las instalaciones, equipos y componentes de los mismos.</p>
2	<p>Daño a los trabajadores ya sea armando equipo, maniobrando objetos pesado, manejando cuñas o trabajando con preventores:                  25% en cabeza                  14% en tronco                  14% en brazo                  33% en manos                  14% en piernas</p> <p>El 43% de las lesiones son calificadas como fracturas.                  El 7% de los accidentes se presentan de las 8 a las 16 hrs del día.</p> <p><b>Ambiental:</b> Ninguno.</p> <p><b>Propiedad:</b> Ninguno.</p>
1	<p>Enfermedad ordinaria de los trabajadores.</p> <p><b>Ambiental:</b> Ninguno.</p> <p><b>Propiedad:</b> Ninguno.</p>

## **Conclusión**

Después de haber realizado este trabajo podemos concluir que una vez que se tienen los resultados del análisis de riesgo, la organización tiene en sus manos una poderosa herramienta para el tratamiento de las vulnerabilidades latentes y un diagnóstico general de la seguridad del entorno de trabajo como un todo. A partir de este momento es posible establecer políticas y procedimientos para la corrección y mitigación de los problemas ya detectados, y la gestión de seguridad de estos, de ser preciso, a lo largo del tiempo para garantizar que las vulnerabilidades encontradas no sigan siéndolo o se mantengan en el mismo nivel, y gestionando de esa manera la posibilidad de afrontar con mayor eficiencia nuevas vulnerabilidades que puedan surgir a lo largo del tiempo.

Una vez que se tienen las recomendaciones, se inician las acciones de distribución de ellas para corregir el entorno y reducir los riesgos a los que están sometidos los recursos de infraestructura, humanos, tecnológicos y los procesos que respaldan a uno o más procesos subsecuentes. De esa manera es posible implementar las medidas de corrección y tratamiento de las vulnerabilidades.

Una vez que los resultados son rastreados y puntuados con relación a su valor crítico y relevancia, uno de los productos finales del análisis de riesgos, la matriz, nos indica de una manera rápida, a través de datos cualitativos y cuantitativos la situación en que se encuentran los activos analizados al listar las vulnerabilidades, amenazas potenciales y respectivas recomendaciones de seguridad para corrección de las vulnerabilidades.

La realización de la matriz de riesgos tiene como resultado la información clave para realizar informes de recomendaciones de seguridad para una toma de decisiones rápida o para que la organización pueda evaluar los riesgos a los que está sometida, realizar una investigación más detallada usando métodos más complejos y conocer cuáles son los procesos que están más expuestos a amenazas, todo esto para poder alcanzar los objetivos intermedios o finales de la organización.

## **Bibliografía**

Carrillo, S. y Suárez, A., "Medición efectiva del riesgo operacional", 2006.

Buehler, K.S. and Prisch, G., "Conviviendo con el riesgo", 2003.

Basel, "Operational Risk Management", 1998.

D. W. Hubbard, The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It, 2009.

Cox, L.A. Jr., 'What's Wrong with Risk Matrices?' Risk Analysis, Vol. 28, No. 2, 2008.

PEMEX, Dirección Corporativa De Operaciones, Subdirección De Disciplina Operativa, Seguridad, Salud Y Protección Ambiental Dirección Corporativa De Administración Gerencia De Servicios De Seguridad Física; Lineamientos para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso, Análisis de Riesgos de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios COMERI 144, 2010.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social, "NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-028-STPS-2012, SISTEMA PARA LA ADMINISTRACION DEL TRABAJO-SEGURIDAD EN LOS PROCESOS Y EQUIPOS CRITICOS QUE MANEJEN SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS", 2012.

PEMEX, "Anuario Estadístico", 2013.