

Universidad Nacional de Cuyo - Facultad de Ingeniería

Gestión Ambiental

UNIDAD 3: INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE RIESGOS

Prof. Dra. Ing. Susana Llamas

CEIRS (Centro de Estudios de Ingeniería de Residuos Sólidos)
Instituto de Medio Ambiente – Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Cuyo

sllamas@uncuyo.edu.ar

susana.llamas@ingenieria.uncuyo.edu.ar

UNIDAD 3

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE RIESGOS3

 3.1. Introducción3

 3.1.1. Uso correctivo3

 3.1.2. Uso preventivo4

 3.2. Estudio de riesgos5

 3.2.1. Peligro y riesgo5

 3.2.1.1. Peligro5

 3.2.1.2. Riesgo5

 3.3 Contexto del riesgo ambiental5

 3.4. Estudio del riesgo ambiental6

 3.4.1 Identificación de riesgos6

 3.4.2. Determinación de receptores potenciales8

 3.4.3. Estimación de la dimensión del riesgo9

 3.4.4 Evaluación del riesgo ambiental10

 3.4.5 Control de riesgos15

 3.5. Plan de contingencias18

 3.5.1. Objetivos y alcance19

 3.5.2. Organización del plan y acción de respuesta20

 3.5.3. Reconocimiento21

 3.5.4. Notificación22

 3.5.5. Acción22

 3.5.6. Informe de la contingencia24

 3.6. Conclusiones24

 3.7. Comentarios finales25

 3.8. Bibliografía25

UNIDAD 3

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE RIESGOS

3.1. Introducción

La amplia expansión en el uso de los estudios de riesgos se debe a su contribución como instrumento de ayuda a la toma de decisiones relacionadas con la preservación de la salud, la vida humana y los valores culturales, la conservación del ambiente y la biodiversidad y la protección de los bienes materiales. Están dirigidos a prevenir la ocurrencia contingencias que involucran diferentes grados de incertidumbre. Los estudios de riesgo utilizan técnicas de valoración para determinar cuál es el nivel de aceptación específico de un riesgo en particular.

Muchos de los elementos e insumos utilizados en la actividad industrial presentan una o varias de las características de riesgo definidas por la reglamentación vigente: explosivos, inflamables, reactivas, corrosivas, tóxicas e infecciosas, entre otras (HCN, 1992). Estas características, en combinación con altas temperaturas y presiones, implican un alto potencial de daño. El transporte, el almacenamiento y el procesamiento de esos elementos e insumos involucran riesgos que pocas veces son considerados y evaluados adecuadamente por los responsables de tomar decisiones en una organización.

Sin embargo, las actividades industriales, además de satisfacer sus requerimientos de rentabilidad económica, cantidad, calidad de productos y protección ambiental, deben garantizar que los riesgos relacionados con las diferentes etapas de sus procesos han sido identificados y cuentan con planes para su control. Los procesos productivos relacionados con las actividades industriales son más complejos por la gran variedad de materiales, insumos y elementos empleados y por las alteraciones ambientales que pueden provocar.

Mientras mayor sea el conocimiento de los riesgos de una actividad industrial, de las posibles contingencias, de sus causas y de sus consecuencias, mayor será la capacidad para prevenir su ocurrencia, actuar para controlarlas y mitigar los efectos ambientales.

Los estudios de riesgos ambientales permiten: 1) identificar situaciones que podrían causar contingencias con efectos sobre el ambiente, 2) proponer medidas para prevenir su ocurrencia y 3) controlar las posibles consecuencias (Llamas, *et al.*, 2011).

El análisis del riesgo ambiental de proyectos es un instrumento de la gestión ambiental que se puede implementar en dos momentos de su ciclo de vida: 1) Correctivo: para remediar las consecuencias de eventos no planificados (Llamas *et al.*, 2011). 2) Preventivo: utilizado en la etapa de planificación para identificar situaciones peligrosas,

La amplia expansión en el uso del análisis de riesgos se debe, fundamentalmente, a su eficaz contribución para la toma de decisiones que involucran un importante grado de incertidumbre; en especial aquellas relacionadas con la salud de la población, la preservación de la vida y de los valores culturales, la conservación de la biodiversidad y el ambiente y la protección de los bienes materiales.

3.1.1. Uso correctivo

Las graves consecuencias ambientales originadas en la ocurrencia de grandes accidentes se hicieron evidentes a mediados de la década de 1970. La Tabla 1 contiene un resumen de algunos episodios relevantes que obligaron a implementar acciones correctivas para remediar los daños producidos.

Tabla 1. Accidentes con repercusiones ambientales

AÑO	LUGAR	DESCRIPCIÓN
1976	Seveso (Italia)	ICMESA producía Triclorofenol y Hexaclorofeno. Fuga incontrolada de 0,45 a 3 kg de TCDD (Tetraclorodibenzodioxina). Potencial mutagénico. Dosis letal = 0,1 mg. Área cubierta por la nube ≈ 1.800 Ha. 37.000 personas directamente afectadas.

AÑO	LUGAR	DESCRIPCIÓN
1984	Bhopal (India)	Escape de 25 t de gas (Isocianato de Metilo) y formación de nube tóxica de 50 km ² de extensión. Entre 2.500 y 4.000 muertes, 180.000 heridos y afectados.
1986	Chernobyl (Ucrania)	Explosión del reactor. La nube radioactiva afectó extensas zonas de Austria, Grecia y Turquía. Evacuación y abandono de la ciudad de Pripjat.
1993	Estambul (Turquía)	Inestabilidad en un vertedero produce el deslizamiento de 1.200.000 m ³ de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). 39 muertos y 11 viviendas destruidas.
2002	Galicia (España)	Derrame de 77.000 toneladas de petróleo provocado por el hundimiento del buque petrolero Prestige, que afectó 2.000 km de costas portuguesa, española y francesa. Considerado el tercer accidente más costoso de la historia, el costo de la limpieza del vertido y el sellado del buque fue de 12.000 millones de dólares.
2010	Golfo de México (EEUU)	Explosión en la plataforma Deepwater Horizon. Pozo Macondo - BP, el incendio continuó por dos días hasta que se hundió la plataforma. Pozo descontrolado durante 87 días vertiendo casi 5 millones de barriles de petróleo. Murieron 11 personas.
2015	San Juan (Argentina)	Derrame en la cuenca del río Jáchal de 1.072 m ³ de solución cianurada. Fuga producida por rotura de una válvula y apertura de una compuerta que debía estar cerrada.
2017		Desconexión de un caño (que transportaba agua con cianuro y varios metales pesados, más el oro y la plata extraídos de la roca), provocó el desacople de otras dos cañerías. Tercer derrame en un año y medio.
2019	Minas Gerais (Brasil)	Derrumbe de un dique de la mina Córrego do Feijão con toneladas desechos de mineral de hierro y residuos mineros. Daños materiales incuantificables. 272 muertos.
2020	Beirut (Líbano)	Explosión de NO ₃ NH ₄ en un depósito situado en el puerto, generó un cráter de 43 metros de profundidad, dejó a 300 mil personas sin hogar, causó 202 muertes, 6.500 heridos, 9 desaparecidos y una nube tóxica.
2022	Perú	Vertido de 6.000 barriles de petróleo durante operación de descarga de la refinería La Pampilla, ubicada en Ventanilla, distrito de la provincia de El Callao, aledaña a Lima. Área dañada: 1.739.000 m ² .

3.1.2. Uso preventivo

La etapa preventiva del estudio de riesgos ambientales se realiza durante la planificación de proyectos industriales, debido a que las operaciones, los procesos, las características y la gran diversidad de materiales y elementos que se utilizan tienen la potencialidad de causar alteraciones ambientales de grandes proporciones.

La contaminación relacionada con las actividades industriales puede tener su origen en alguna de las siguientes causas.

- 1) *Contaminación Operativa*: es la que una actividad produce por el sólo hecho de funcionar en condiciones operativas normales y comprende una gran variedad de acciones. Entre éstas se pueden mencionar la emisión de gases y partículas, la alteración paisajística, el ruido, la generación de líquidos contaminados y la producción de residuos sólidos. *El instrumento de la Gestión Ambiental que se ocupa del control de la contaminación operativa es el Estudio de Impacto Ambiental (EslA).*
- 2) *Contaminación Accidental*: es la que se produce por la ocurrencia de contingencias o accidentes. Ejemplos de esta pueden ser las explosiones, los incendios, las fallas mecánicas y los vertidos accidentales por pérdida de contención de los recipientes, entre otras (Llamas, 2007). *El instrumento de la Gestión Ambiental que se ocupa del control de la contaminación accidental es el Estudio de Riesgos (EsR).*

Todas las actividades económicas relacionadas con el aprovechamiento, producción, transformación industrial y comercialización de los recursos naturales representan, directa o indirectamente, algún riesgo ambiental (Rodríguez Molina, 2003).

3.2. Estudio de riesgos

El Estudio de Riesgos, es el documento que complementa al Estudio de Impacto Ambiental (EIA) cuando se trata de actividades consideradas riesgosas.

El estudio de riesgos es un proceso complejo que se inicia mucho antes del momento en que se verifica la ocurrencia de una contingencia o accidente. El estudio preventivo de riesgos se realiza para las tres (3) etapas de una contingencia:

- 1) Etapa previa:**
 - a) Identificación.
 - b) Análisis.
 - c) Evaluación.
- 2) Etapa de ocurrencia:**
 - a) Rapidez de respuesta.
- 3) Etapa posterior:**
 - a) Regreso a la situación normal.
 - b) Mitigación, recuperación o restauración.

En muchos casos esta última etapa ocupa la mayor parte de los recursos monetarios, concentra el máximo esfuerzo humano y sólo sirve para esperar la ocurrencia de otra contingencia.

3.2.1. Peligro y riesgo

Los términos *peligro* y *riesgo* son de uso habitual en ámbitos tan diversos como la Medicina, la Ingeniería, el Derecho y la Economía. Sin embargo, frecuentemente se los utiliza de una manera incorrecta.

3.2.1.1. Peligro

Término que se usa para designar una condición física, química o biológica que puede causar daños a las personas humanas, al ambiente o a la propiedad. Ej.: incendio, explosión, intoxicación. Del inglés: *hazard* (Zaror Zaror, 2000).

3.2.1.2. Riesgo

Implica la posibilidad de dañar a las personas humanas o al ambiente, de causar pérdidas económicas o sobre la propiedad. Se expresa en función de la probabilidad de ocurrencia de una contingencia y de la magnitud de las consecuencias. Del inglés: *risk* (Zaror Zaror, *op.cit.*, 2000).

3.3 Contexto del riesgo ambiental

Un estudio del riesgo ambiental permite estimar las consecuencias que se podrían producir por la ocurrencia de contingencias que apartan al sistema (proyecto o actividad) de su condición operativa normal. El estado operativo normal está definido por las especificaciones técnicas, los estándares, los procesos de control de fabricación y de calidad, las condiciones de almacenamiento y transporte, entre otro (Barón, *et al.*, 1997).

El proceso del estudio de riesgos, representado en la Figura 1, se inicia estableciendo el contexto. Se trata de un proceso iterativo compuesto por pasos que siguen una secuencia lógica y sistemática, posibilitando una mejora continua en la toma de decisiones relacionadas con su tratamiento.

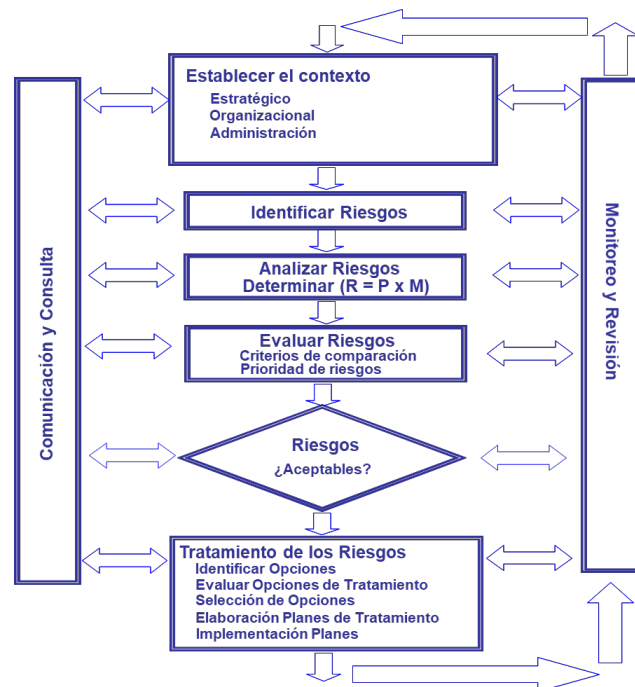


Figura 1. Proceso de estudio de riesgos. Elaboración propia

Para identificar los riesgos ambientales de las actividades de una organización es necesario establecer el contexto de análisis.

- a) *Contexto estratégico:* Identifica las relaciones entre la organización y su entorno. Incluye los aspectos financieros, operativos, competitivos, políticos, sociales (percepción pública, imagen), comerciales, culturales y legales.
- b) *Contexto de la organización:* Define las capacidades, los objetivos, las metas de la organización y analiza las estrategias implementadas para su logro; lo que ayuda a definir los criterios frente a los cuales se decide si el riesgo es o no aceptable y constituye la base para la selección de las alternativas viables para el control del riesgo.
- c) *Contexto de la administración del riesgo:* Analiza el proyecto o actividad, sus metas y objetivos, su extensión (temporal y geográfica) y las relaciones entre los diferentes sectores de la organización.

3.4. Estudio del riesgo ambiental

Es el documento en el cual se evalúa y califica la probabilidad de que se produzcan contingencias que puedan afectar la vida o la salud pública, dañar los ecosistemas o el ambiente o producir pérdidas económicas a partir de la realización de actividades consideradas riesgosas.

El estudio del riesgo ambiental, es un proceso que se desarrolla en una sucesión de etapas:

- 1) Identificación del riesgo.
- 2) Determinación de receptores potenciales.
- 3) Estimación la dimensión del riesgo.
- 4) Evaluación el riesgo.
- 5) Control de riesgos.

3.4.1 Identificación de riesgos

Se identifican las características peligrosas del sistema en estudio (explosividad, inflamabilidad, corrosividad, reactividad, lixiviabilidad, toxicidad, infecciosidad, teratogenicidad, mutagenicidad, carcinogenicidad,

radiactividad) (Gobierno de Mendoza, 1999). A continuación, se formulan las preguntas relacionadas con las causas, la frecuencia y la gravedad de las contingencias que podrían suceder.

¿Qué puede salir mal?

¿Cuál será la frecuencia de ocurrencia? = Probabilidad

¿Cuál será la gravedad de las consecuencias? = Magnitud

El objetivo de la identificación de riesgos es contribuir con la adopción de medidas adecuadas para su control.

Planificación de tareas

La identificación de riesgos se inicia con la a realizar por el equipo de trabajo, incluyendo la preparación del material necesario.

- *Reunión del equipo*: distribución de tareas, preparación de instructivos y planillas para la carga de datos.
- *Recopilación de documentación*: planos, diagramas de flujo, esquemas de operación, hojas técnicas, registros de mantenimiento.
- *Recorridos por la instalación*: sectores de recepción, carga, embalaje, expedición y despacho, obtención de material fotográfico.
- *Inventario*: equipos, máquinas, componentes, materiales, líneas de distribución de servicios (energía eléctrica, agua, gas) y todo elemento de interés para el análisis.

Zonificación de instalaciones

Cuando la instalación es muy compleja, se trabaja a partir de una zonificación por sectores homogéneos: almacenamiento, campamento, talleres, producción, acopio, laboratorio u otras.

Para cada sector identificado se realiza un inventario de máquinas, equipos, materias primas e insumos, líneas de servicio, cantidad de personal y grado de capacitación requerido, entre otros.

Para cada máquina o equipo inventariado se prepara una lista de componentes (partes fijas y móviles, interruptores, válvulas, bridas, juntas, tipo de energía, u otros).

Para cada componente se elabora una hoja de mantenimiento, indicando vida útil estimada.

Para cada materia prima o insumo inventariado se identifican las características de riesgo (Gobierno de Mendoza, *op. cit.*, 1999).

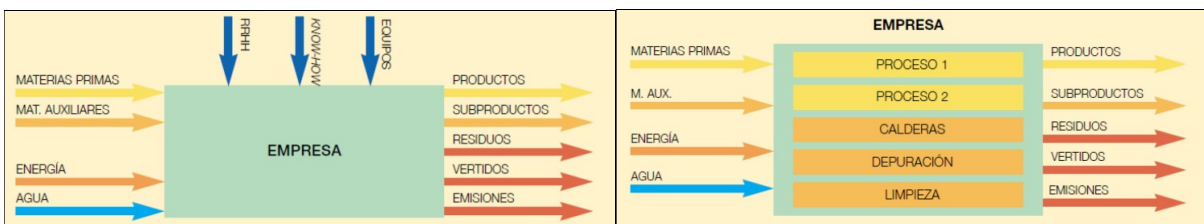


Figura 2. Zonificación de un establecimiento y sus sectores. **Fuente:** (CAR/PL, 2000)

La Figura 2 presenta un esquema de la zonificación para una empresa. La primera parte del esquema permite identificar todas las entradas y salidas generales relacionadas con la actividad del establecimiento; la segunda parte se ocupa de identificar todos los procesos, máquinas y equipos.

Cada proceso identificado se desagrega en sus elementos más simples, como se ve en el esquema de la Figura 3, para precisar mejor las entradas y las salidas. Esto facilita la identificación de riesgos en cada parte.



Figura 3. Información de los procesos, entradas y salidas, **Fuente:** (CAR/PL, *op. cit.*)

Estos esquemas se complementan con planos de distribución en planta (*lay out*) y con diagramas de flujo (*flow sheet*) de cada proceso.

Para la identificación de riesgos en instalaciones industriales también se puede recurrir a fuentes externas de información: literatura sobre instalaciones similares, bases de datos de desempeño de componentes, consulta a expertos, u otras.

¿QUÉ PUEDE SALIR MAL?: Para responder a esta pregunta es necesario recopilar toda la información disponible sobre el riesgo que se estudia. En esta etapa también se puede consultar a especialistas, realizar simulaciones, emplear modelos, realizar ensayos de laboratorio, u otros. A partir del conocimiento del riesgo es posible identificar el tipo de contingencias potenciales.

La identificación de riesgos, para una situación específica, se basa en el conocimiento que se tenga de las características de las sustancias empleadas (ej.: tóxicas, combustibles, inflamables, cancerígenas), de los procesos que se desarrollan (ej.: trituración, destilación, presurización), del nivel de capacitación del personal (experiencia, formación, entrenamiento), de la información actualizada de los factores externos (ej.: precipitaciones, vientos, sismos) y de la ubicación de los receptores potenciales.

3.4.2. Determinación de receptores potenciales

Para determinar a los receptores potenciales de un riesgo, es necesario conocer su ubicación y las formas en que podrían quedar expuestos. El receptor potencial del riesgo identificado es aquel que se encuentra directa o indirectamente expuesto y es susceptible de sufrir las consecuencias de la ocurrencia de una contingencia.

Es importante identificarlos para establecer las prioridades de actuación, que se presentan organizadas en función de aspectos tales como: la vulnerabilidad del receptor potencial, o su sensibilidad frente a la posible ocurrencia de alguna/s de las contingencias identificadas.

Para determinar y clasificar a los receptores potenciales se trabaja con información geográfica actualizada, en la que se indica la ubicación y extensión de los sectores con mayor probabilidad de exposición a los riesgos identificados.

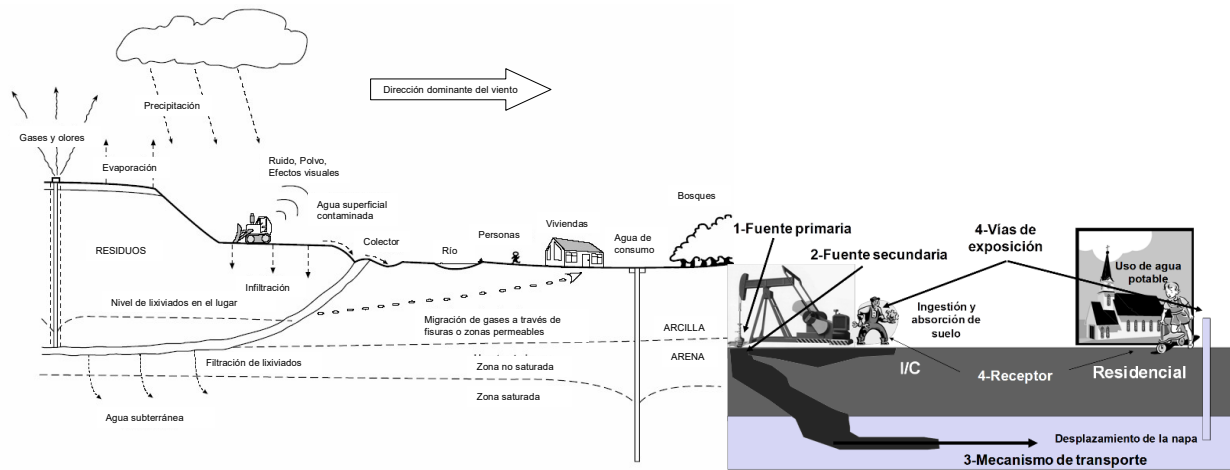
Algunos ejemplos de receptores potenciales se presentan a continuación:

- *Medio socio-cultural:* pobladores cercanos, valores culturales.
- *Recursos ambientales:* medio biótico (flora, fauna), medio abiótico (aire, agua, suelo).
- *Bienes materiales:* propios y ajenos (construcciones, vías de comunicación y transporte, servicios).

En estos casos el tiempo de respuesta es crítico en el momento de dar inicio a las acciones de respuesta para controlar las consecuencias de cada contingencia.

Modelo conceptual de exposición

Un modelo conceptual de exposición permite tener una visión integral de la ubicación relativa entre el origen del riesgo identificado y los receptores potenciales. En la Figura 4 se presentan esquemas simples para el modelo conceptual de exposición.



Adaptado de: (CAE – University of Canterbury Christchurch New Zealand, 2000)

Nota: I/C = Ingesta / Contacto dérmico

Figura 4. Modelo conceptual de exposición: Fuente primaria. Fuente secundaria. Mecanismos de transporte. Vías de exposición. Receptor

Modelo secuencial de exposición

Es necesario establecer el origen del riesgo, los mecanismos de transporte, el medio afectado, la ruta de exposición y los receptores. La preparación de un modelo secuencial de exposición, es una representación simplificada de la forma en que se podría producir la exposición a un riesgo determinado.

Con el modelo secuencial se describe la trayectoria que podría seguir un contaminante, desde el origen hasta los receptores potenciales, si se produjera una liberación accidental en el establecimiento. La Figura 5 es una representación esquemática del modelo secuencial de exposición.

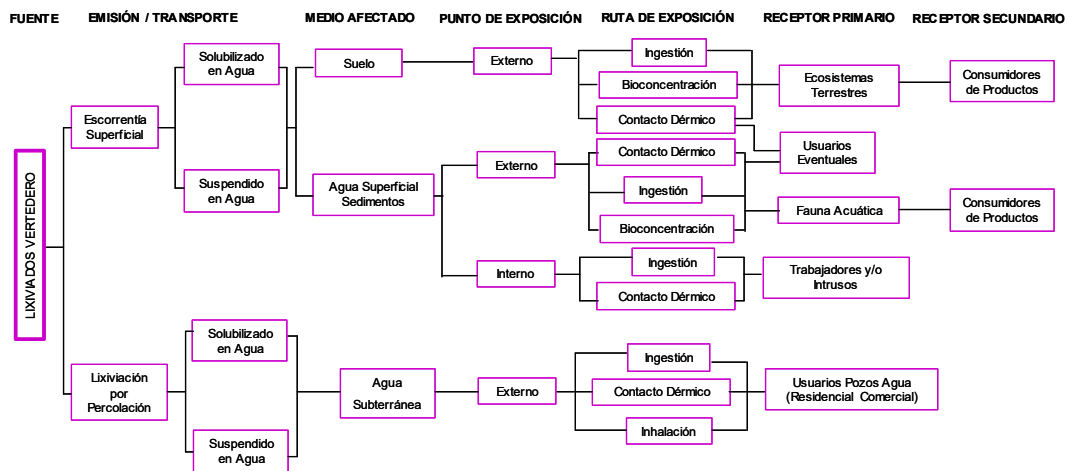


Figura 5. Modelo secuencial de exposición. Fuente: (Llamas, op. cit., 2007)

3.4.3. Estimación de la dimensión del riesgo

Se trata de una fase del estudio en la que se trabaja con niveles variables de incertidumbre, generalmente debido a la escasez de información relacionada con los riesgos que se originan en una situación concreta de peligro. La Dimensión del Riesgo (R) se define por medio de dos variables: 1) La Probabilidad de ocurrencia (P) de una contingencia y 2) La Magnitud de sus consecuencias (M).

La estimación de la dimensión del riesgo (R) implica obtener la probabilidad (P) de ocurrencia de una contingencia en un período de tiempo determinado y predecir la magnitud (M) de las consecuencias que podría producir.

¿CUÁL SERÁ LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA?, ¿CUÁL SERÁ LA MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS?: La estimación de la Dimensión del Riesgo (R) se basa en el cálculo de la Probabilidad de ocurrencia (P) y de la Magnitud de las consecuencias (M) de la contingencia en estudio.

Para que la expresión de la Dimensión del Riesgo (R) contemple la presencia de los potenciales receptores del peligro identificado, es necesario incluir la Exposición. Es importante destacar que la identidad del riesgo la da la Exposición, debido a que la determinación de la probabilidad de ocurrencia de una contingencia por sí misma no involucra riesgo.

Para *evaluaciones preliminares* de riesgo suele resultar más conveniente recurrir a *técnicas cualitativas*.

A continuación, se presenta la expresión de cálculo para la Dimensión del Riesgo (R):

$$R = P \times M$$

Donde:

P = probabilidad de ocurrencia de la contingencia

M = Magnitud de las consecuencias

Matemáticamente, el riesgo es función de la Probabilidad de ocurrencia de la contingencia bajo análisis (**P_c**) y de la Magnitud de las consecuencias (**M_c**). Éstas, a su vez dependen de otras variables.

$$R = f(P_c; M_c) \left\{ \begin{array}{l} P_c = f(P_e; P_r; P_x) \\ M_c = f(M_n; M_s) \end{array} \right.$$

Donde:

R: Dimensión del riesgo

P_c: Probabilidad de ocurrencia de la contingencia

P_e: Probabilidad del evento causante

P_r: Probabilidad de los resultados

P_x: Probabilidad de la exposición

M_c: Magnitud de las consecuencias

M_n: Magnitud de las consecuencias sobre los recursos naturales

M_s: Magnitud de las consecuencias sobre el ambiente

3.4.4 Evaluación del riesgo ambiental

La evaluación del riesgo ambiental consiste en determinar su dimensión (R) y comprobar si el valor obtenido se encuentra dentro de los límites de aceptabilidad previamente definidos. Para calcular (R) se asignan valores a la probabilidad de ocurrencia (P) de la contingencia y a la magnitud de las consecuencias (M).

Para definir los valores de aceptabilidad se trabaja con el plano de riesgo donde se grafican las curvas de *iso*-riesgo. En el eje de abscisas se ubican los valores de la Probabilidad de ocurrencia (P) y en el eje de ordenadas los correspondientes a la Magnitud de las consecuencias (M).

En la Figura 6 se puede ver que cada curva de *iso*-riesgo del diagrama representa valores constantes del riesgo. A medida que dichas curvas se alejan del origen de coordenadas, corresponden mayores valores de riesgo. En otras palabras, para una misma probabilidad de ocurrencia (P), el riesgo sobre la curva K₃ resulta mayor que sobre la curva K₂.

$$R = P \times M = K_1 > K_2 > K_3$$

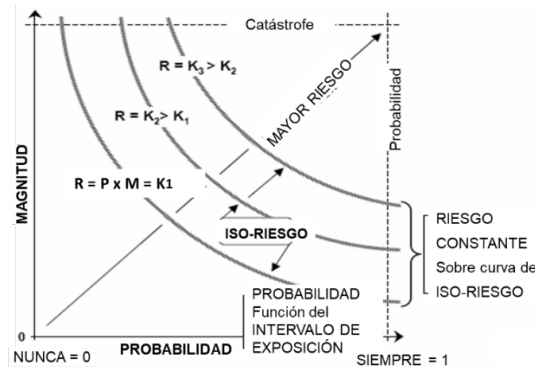


Figura 6. Plano de riesgo. Curvas de *iso-riesgo*

La escala sobre el eje de abscisas (x) representa la Probabilidad de ocurrencia (P) de una contingencia. Su escala se extiende entre la contingencia imposible (Nunca = 0) y la contingencia segura (Siempre = 1).

El eje de ordenadas (y) representa la Magnitud de las consecuencias (M) de una contingencia. Su escala se extiende desde el límite superior, que corresponde a la ocurrencia de la peor contingencia creíble (catástrofe), hasta el límite inferior que corresponde a la menor magnitud posible.

En la Figura 7 se puede ver que los límites de tolerancia al riesgo coinciden con el contorno de las curvas de *iso-riesgo*.

Para ubicar el extremo superior de una curva de *iso-riesgo*, siempre que sea posible, se debe evaluar el riesgo (R) de la peor magnitud (M) creíble.

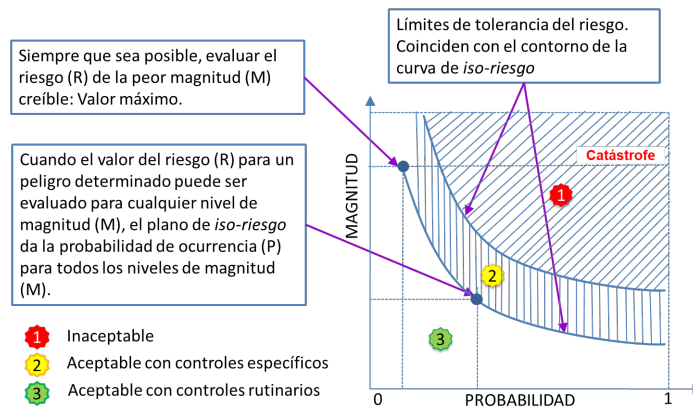


Figura 7. Límites de tolerancia para cada nivel de riesgo. Elaboración propia

La aplicación práctica de las curvas de *iso-riesgo* es la confección de la matriz de riesgos, que se logra por aproximación a una función discreta.

Una vez ubicadas las zonas correspondientes a los diferentes niveles de riesgo, la función continua representada en el plano de *iso-riesgo*, se aproxima a una función discreta para graficar las celdas de la matriz.

La Figura 8 corresponde a la transformación (R) del plano de *iso-riesgo* en la matriz de riesgos.

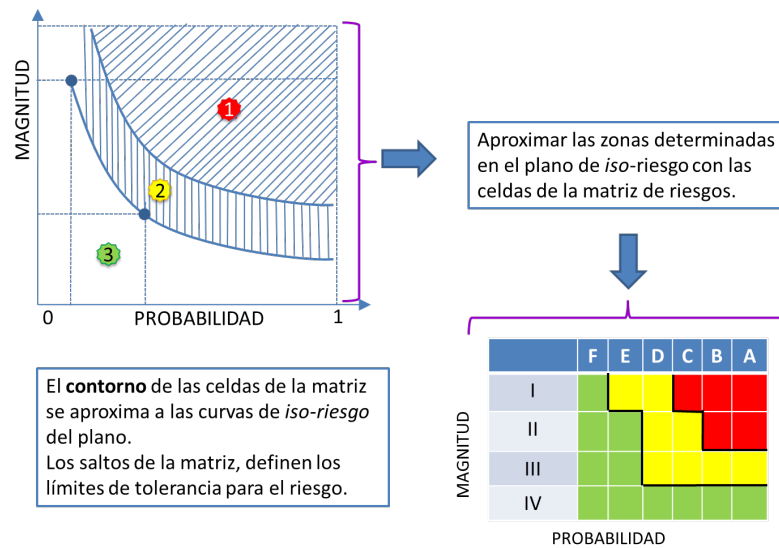
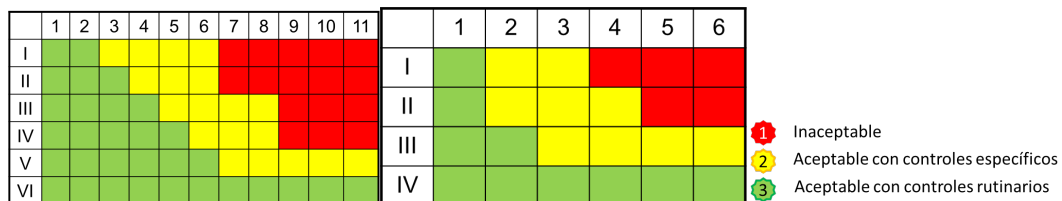


Figura 8. Transformación del plano de iso-riesgo en la matriz de riesgos. Elaboración propia

Hay que tener presente que el juicio subjetivo no puede resolver más de seis (6) pasos discretos de probabilidad (P), de manera que agregar más pasos carece de sentido. Por eso es importante simplificar el análisis. Una matriz de 4 x 6 = 24 celdas, es mucho mejor que una de 6 x 11 = 66 celdas, dado que en ambos casos habrá tres (3) zonas de riesgo representadas por sus colores.



La aplicación de medidas para el control de riesgos no permite el paso de la zona 1 (Inaceptable) a la zona 3 (Aceptable con controles rutinarios) en un único paso. Para que las medidas de control sean confiables y creíbles, siempre se debe atravesar la zona 2 (Aceptable con controles específicos).

Matriz de evaluación de riesgos

Es importante tener presente que su empleo solo permite evaluar riesgos ya identificados. La matriz de evaluación de evaluación de riesgos **NO** identifica riesgos.

Para evaluar riesgos utilizando la matriz, lo primero que se debe hacer es definir el horizonte temporal para el ciclo de vida del proyecto o actividad en estudio. Con los valores de la magnitud de las consecuencias (M) y de la probabilidad de ocurrencia (P) de la contingencia, se obtiene la dimensión del riesgo (R).

En la Figura 9 se puede ver que cada fila de la matriz representa un nivel diferente de la magnitud de las consecuencias (M) y cada columna representa un estado particular de probabilidad de ocurrencia (P). Ambas se deben interpretar a partir del horizonte temporal del proyecto o de la actividad que se estudia.

MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					
	F Imposible	E Improbable	D Remota	C Ocasional	B Posible	A Frecuente
I Catástrofe	Verde	Verde	Amarillo	Rojo	Rojo	Rojo
II Crítica	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Rojo	Rojo
III Marginal	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo
IV Mínima	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Figura 9. Matriz de Riesgos. Elaboración propia

En la matriz de riesgos se diferencian tres zonas.

- 1) **ROJO**: zona de riesgo (R) inadmisibles: altos valores para P y M.
- 2) **AMARILLO**: zona de riesgo (R) controlable: valores intermedios para P y M.
- 3) **VERDE**: zona de riesgo (R) aceptable: reducidos valores para P y M.

La determinación de la zona de aceptabilidad del riesgo es una decisión que involucra la asignación de recursos económicos y materiales, así como la designación del personal responsable, por lo que corresponde a los más altos niveles gerenciales de una organización.

En la preparación de planes para el control de los riesgos evaluados por medio de la matriz, es importante tener presente que diferentes combinaciones de Probabilidad (P) y Magnitud (M) pueden pertenecer a la misma zona de la matriz. En la Figura 9 se comprueba que las celdas I-C ≈ I-B ≈ I-A ≈ II-B ≈ II-A, se ubican en la zona (1) en la que es imperativo reducir el riesgo a niveles menores, aun cuando cada celda corresponde a un valor particular ($R = P \times M$).

Para que la evaluación del riesgo resulte confiable es importante obtener una estimación de los efectos adversos que podrían ocurrir por la exposición a los riesgos en estudio, así como de la intensidad y duración para que éstos se manifiesten sobre la población, el ambiente o los bienes materiales. En esta evaluación la vulnerabilidad y sensibilidad de los receptores potenciales del riesgo también deben ser identificadas y dimensionadas. Para hacerlo se utiliza: 1) El modelo conceptual de exposición al riesgo y 2) El modelo secuencial de exposición al riesgo.

Las evaluaciones de riesgo deben ser: *creíbles, científicamente válidas, estar bien documentadas y deben proporcionar resultados útiles.*

Interpretación de la Probabilidad de ocurrencia (P)

Para un proyecto o una actividad con un horizonte temporal (*ciclo de vida*) de 50 años, la Probabilidad de ocurrencia (P) de una contingencia específica podrá variar entre los extremos: contingencia imposible (*Nunca* = 0) y contingencia segura (*Siempre* = 1).

La Probabilidad de ocurrencia (P) es una medida de la frecuencia estimada para la contingencia en estudio, durante el ciclo de vida de la actividad.

Para medir la frecuencia de ocurrencia se propone un descriptor que, por medio de una variable lingüística, define cada nivel de probabilidad de ocurrencia (P).

Con esa información se elabora un cuadro (Tabla 2) que permite asignar el valor de la probabilidad de ocurrencia (P) para la contingencia en estudio.

Tabla 2. Asignación de valores para la probabilidad de ocurrencia (P) en un horizonte temporal de **50 años**

PROBABILIDAD DE OCURENCIA		
NIVEL	DESCRIPTOR	DEFINICIÓN
A	Frecuente	Una vez cada 5 años
B	Posible	Una vez cada 15 años
C	Ocasional	Una vez cada 25 años
D	Remota	Una vez cada 35 años
E	Improbable	Una vez cada 50 años
F	Imposible	Nunca???

Interpretación de la Magnitud de las consecuencias (M)

Para determinar la magnitud de las consecuencias (M) de una contingencia se utilizan descriptores que tienen en cuenta diferentes formas de medir sus efectos, por ejemplo:

- La **magnitud de la alteración o el daño** que la ocurrencia de la contingencia podría ocasionar sobre el ambiente.
- La **magnitud de las pérdidas económicas** (recursos dañados, costo de las tareas de remediación y restauración, o demandas penales).
- El **tiempo necesario** para regresar a la condición previa a la ocurrencia de la contingencia.
- La **duración del efecto** sobre el ambiente.

Al igual que en el caso del análisis de la Probabilidad de ocurrencia (P) de una contingencia, la Magnitud de las consecuencias (M) también se puede resumir en un cuadro como el presentado en la Tabla 3.

Tabla 3. Asignación de valores para la magnitud de las consecuencias (M) en el horizonte temporal de **50 años**

MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS				
Categoría/Descriptor	Alteración / Daño	Pérdidas [U\$D]	Tiempo [Años]	Efecto ambiental
I. Catástrofe	Global. Extinción	> 500.000.000	> 50	<i>Largo plazo:</i> Reparación del daño ambiental. Inhabilitación permanente.
II. Crítica	Regional. Destrucción	500.000.000 – 50.000.000	20 –50	<i>Mediano plazo:</i> Reconstrucción ambiental. Inhabilitación temporal.
III. Marginal	Local. Contaminación	50.000.000 – 1.000.000	5 - 20	<i>Corto plazo:</i> Saneamiento ambiental. Sanciones.
IV. Mínima	Puntual. Alteración	< 1.000.000	< 5	<i>Inmediato:</i> Monitoreo ambiental. Inspecciones.

Calibración de la matriz de riesgos

Para calibrar la matriz de riesgo, se selecciona una celda y se analiza el escenario considerado para su ponderación ($R = P \times M$). Se debe emplear un escenario práctico que resulte familiar o que represente un peligro real, para lo cual es necesario analizar todos los antecedentes del sitio y de la actividad. Finalmente, se establecen los niveles de tolerancia al riesgo y luego se ubica la celda en la matriz.

Al finalizar la calibración de cada matriz de riesgos puede ocurrir que sea necesario:

- Rezonificar las celdas de la matriz.
- Redefinir los niveles de la magnitud.
- Redefinir los niveles de probabilidad de ocurrencia.
- Modificar el intervalo de exposición.

En todo momento se debe tener presente que *cada riesgo identificado tiene una única matriz de evaluación de riesgos* que representa las diferentes combinaciones de probabilidad de ocurrencia (P) y magnitud de las consecuencias (M).

Las matrices de riesgo deben ser revisadas con una frecuencia acorde al horizonte temporal de la contingencia que se evalúa y siempre se tendrá presente que el riesgo de un peligro identificado varía:

Es importante tener siempre presente que:

- a) Cada riesgo identificado tiene su propia matriz.
- b) Diferentes combinaciones de P y M pueden producir iguales niveles de R.
- c) El horizonte temporal de una contingencia es dinámico.

La frecuencia de revisión de las matrices de riesgo se relaciona con el horizonte temporal de la contingencia que se estudia. En esta revisión siempre se debe tener presente que el riesgo identificado varía:

- De un objetivo a otro.
- Con el tamaño de la población expuesta (receptores potenciales).
- De una fase operativa a otra.
- Con la duración de la exposición.

POR CONVENCION: Siempre se debe evaluar el peor escenario creíble y consultar a varios expertos (la percepción del riesgo varía de un analista a otro).

Cuando haya dudas para el dimensionamiento de las celdas de la matriz, siempre se debe incrementar la magnitud de las consecuencias (M).

Cuando haya dudas para el dimensionamiento de las celdas de la matriz siempre se debe incrementar la magnitud de las consecuencias.

3.4.5 Control de riesgos

Es el proceso que explora las alternativas viables y propone la implementación de acciones para lograr la minimización de los riesgos identificados, estudiados y evaluados. Este proceso ayuda a mejorar el comportamiento ambiental de la organización a largo plazo y decidir sobre las acciones a seguir para limitar obligaciones futuras.

En la preparación de estrategias para controlar riesgos ambientales se aconseja aplicar la siguiente secuencia:

- 1) Identificar el objetivo a proteger: ambiente, personas, bienes materiales, sistemas bióticos, otros.
- 2) Definir el alcance del sistema: límites físicos, fases operativas, mantenimiento, emergencias.
- 3) Evaluar y jerarquizar riesgos: Evaluar la magnitud del peor caso creíble (M), la probabilidad de ocurrencia de cada caso (P). Determinar la dimensión del riesgo ($R = M \times P$).
- 4) Comparar los valores obtenidos para la dimensión del riesgo (R) con los límites aceptados y definir su aceptabilidad.
- 5) Recomendar estrategias de tratamiento para la reducción de la dimensión del riesgo (R).
- 6) Verificar la eficiencia de las medidas adoptadas.

En la Figura 10 se presenta el diagrama de flujo del proceso de Evaluación del Riesgo.

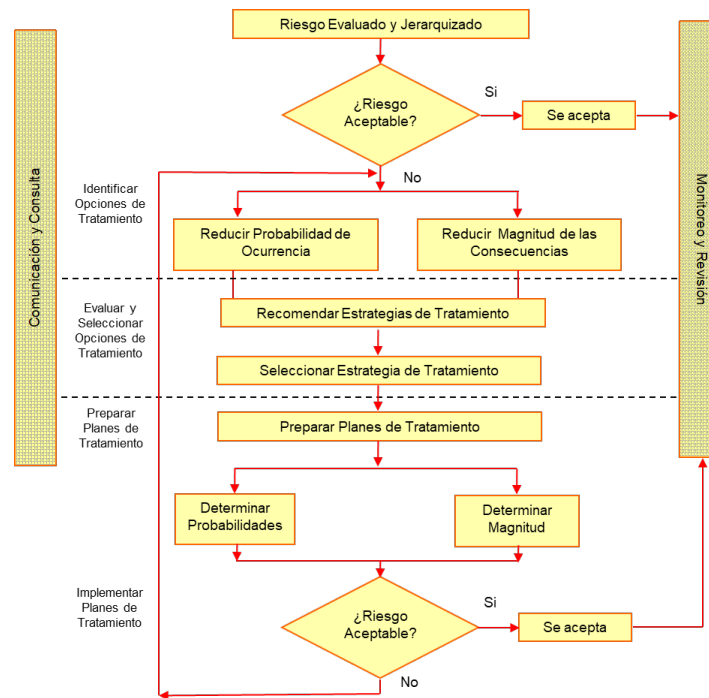


Figura 10. Diagrama de Flujo del proceso de Evaluación del Riesgo

En la estimación de la dimensión del riesgo (R) intervienen la probabilidad de ocurrencia (P) y la magnitud de las consecuencias (M), por lo que es necesario identificar sobre cuál de ellas (o de sus combinaciones) es posible ejercer algún grado de control. El control de riesgos analiza las respuestas del sistema cuando se realizan cambios en los diferentes elementos que lo componen. Para reducir la dimensión del riesgo (R) se pueden definir medidas de actuación sobre:

- a) El sistema peligroso.
- b) Las condiciones iniciadoras.
- c) Las consecuencias.

Como se puede observar en la Figura 11 un sistema peligroso implica un riesgo toda vez que esté presente un evento iniciador que haga posible la ocurrencia de un evento no deseado (contingencia).



Figura 11. Control del riesgo
Adaptado de (Crowder, 2003)

Control del sistema peligroso

El primer elemento de control es el *sistema peligroso*. El control es más eficiente cuando se aborda desde las etapas iniciales de un proyecto, especialmente en la fase de diseño. Las posibilidades de intervención

temprana facilitan su adecuación para el logro de un mejor desempeño en el ciclo de vida. Esto permite una mayor flexibilidad, porque permite intervenir en la modificación del diseño, el cambio del sitio, cambios en los procesos, u otros.

Cuando se trata de sistemas peligrosos **existentes**, las tareas de control pueden requerir intervenciones en diversos ámbitos: modificación de los procedimientos, cambio de materiales, renovación de instalaciones o equipos, realización de simulacros, u otras.

El control de riesgos relacionados con el sistema peligroso se puede enfocar en:

- 1) Fallas de diseño que pueden tener su origen en la ausencia o escasez de ensayos para determinar las propiedades de los materiales que constituyen el sistema o, por desconocimiento del entorno.
- 2) Fallas durante la etapa de construcción que pueden tener su origen en diseños deficientes, en la incorrecta aplicación de diseños adecuados, o por la ocurrencia de contingencias externas al sistema que pueden afectar su desempeño.
- 3) Fallas durante la etapa de operación que pueden tener su origen en diseños deficientes, en una construcción defectuosa, en la falta de procedimientos de operación o, por la ocurrencia de situaciones extraordinarias que afectan el desempeño del sistema.

Cuando se trata de sistemas peligrosos existentes las tareas de control pueden requerir intervenciones dirigidas a: la modificación de procedimientos, el cambio de materiales, la renovación de instalaciones o equipos, la realización de simulacros, u otras.

Control de las condiciones iniciadoras

El segundo elemento de control son las *condiciones iniciadoras*. La contingencia es el eslabón final de una cadena de eventos menores a los que se les presta poca atención y para los cuales no se elaboran registros. Estos eventos menores pueden producir un evento iniciador, dando origen a la cadena de eventos que culminan con la ocurrencia de una contingencia.

En la Figura 12 se presenta un esquema simplificado de la trayectoria de la oportunidad de un accidente (Wilpert *et al.*, 1993).

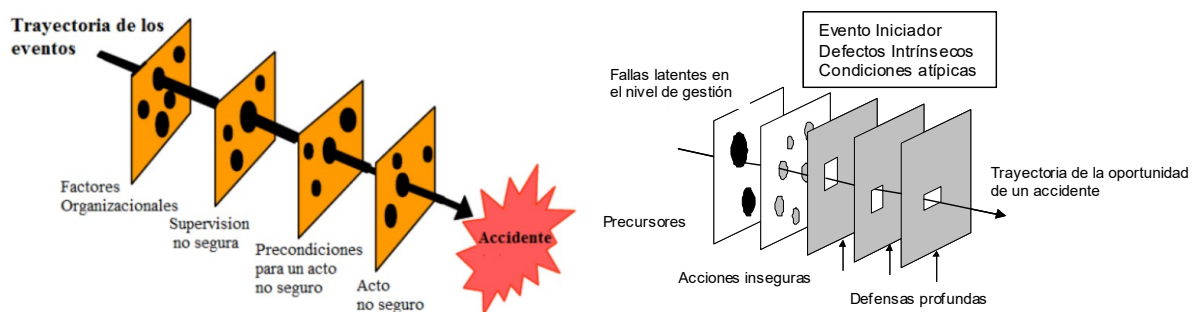


Figura 12. Trayectoria de la oportunidad de un accidente. Adaptado de: (Wilpert *et al.*, 1993, p. 12) y (Brown, 1996)

Para que ocurra una contingencia se debe producir una serie de incidentes menores que por sí mismos no resultan suficientes para su ocurrencia, pero contribuyen incrementando la debilidad del sistema hasta que, finalmente, se produce la falla generalizada. Algunos ejemplos de condiciones iniciadoras son:

- 1) Reemplazo frecuente de algún componente menor.
- 2) Deficiente control del contenido de los vehículos cargados al ingresar a una instalación.
- 3) Iluminación defectuosa en las zonas de acceso y descarga de materiales.
- 4) Señalizaciones deficientes o insuficientes para indicar los circuitos de desplazamiento de los vehículos o del personal.
- 5) Rampas de acceso en lugares poco apropiados.
- 6) Ventilación insuficiente.
- 7) Escaso número de tomas eléctricas = uso de extensiones (alargadores).

Control de las consecuencias

El tercer elemento de control se ocupa de las consecuencias. Se puede intervenir en el sistema para controlar: la probabilidad de ocurrencia (P) o la magnitud de las consecuencias (M).

El control de la probabilidad de ocurrencia (P) busca reducir la frecuencia de ocurrencia de las contingencias y se puede lograr por medio de cambios en los procesos, modificaciones en el diseño, reemplazo de equipos o materiales, capacitación del personal.

El control de la magnitud de las consecuencias (M) se puede lograr por medio de la realización de simulacros, asegurando la disponibilidad de medios adecuados para la intervención, instrucciones precisas, designación de responsables, delegación de tareas.

La intervención para reducir la exposición de los potenciales receptores se puede lograr por medio de la instalación de barreras que dificulten el contacto, la rapidez de respuesta ante la ocurrencia de la contingencia, la comunicación de los riesgos emergentes de la actividad, u otros.

Para que el control de los riesgos de la actividad resulte eficaz es necesario:

1. Diseñar e implementar un Plan de Contingencias que tenga en cuenta la dimensión de cada riesgo.
2. Preparar e implementar programas de capacitación y entrenamiento.
3. Destinar recursos financieros para la compra del equipamiento necesario.
4. Elaborar programas de información y comunicación de los riesgos.
5. Implementación de barreras que impidan o dificulten el contacto entre el riesgo identificado y los potenciales receptores.

3.5. Plan de contingencias

El Plan de Contingencias es una guía que permite coordinar y optimizar el potencial de respuesta frente a la ocurrencia de eventos no deseados que puedan producir daños a las personas, al ambiente o a los bienes materiales. En el mismo se describen las distintas fases que lo componen, se exponen las medidas a adoptar, los procedimientos a seguir y se define: **quién, cómo y con qué** se llevará a cabo el Plan.

¿QUIÉN?

SEGÚN NIVEL DE RIESGO

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ RECURSOS PROPIOS <ul style="list-style-type: none"> ✓ Área Desarrollo Sostenible <ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable Técnico ▪ Brigada respuesta ▪ Personal de turno ✓ Gerencia Técnica <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maquinarias ▪ Equipos ▪ Elementos especiales ✓ Gerencia Finanzas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presupuesto anual ▪ Compra elementos ✓ Gerencia de Personal <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación ▪ Entrenamiento | <ul style="list-style-type: none"> ➤ ASISTENCIA EXTERNA <ul style="list-style-type: none"> ✓ Autoridades de Control <ul style="list-style-type: none"> ▪ Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial ▪ DPA ▪ DGI ▪ Municipalidad ✓ Servicios Especiales <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bomberos ▪ Policía ▪ Ambulancias ✓ Servicios externos <ul style="list-style-type: none"> ▪ EDEMSA ▪ Aguas Mendocinas ✓ Servicios auxiliares <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hospitales |
|---|---|

¿CÓMO?

▲ COORDINACIÓN DE OPERACIONES

- Reunión del personal necesario.
- Delimitación del área de trabajo.
- Restricción de ingreso y circulación.
- Movilización personal requerido.
- Indumentaria e implementos de seguridad.
- Traslado de maquinaria y equipo necesario.
- Contención del derrame, vuelco o fuga.
- Otros.

¿CON QUÉ?

➤ COORDINACIÓN DE OPERACIONES

- Equipos de comunicación interna.
- Retroexcavadoras, palas cargadoras, palas manuales.
- Cisternas de almacenamiento.
- Equipo electrógeno.
- Bombas manuales.
- Paños absorbentes.
- Mangueras.
- Otros.

Como los riesgos identificados están categorizados en diferentes niveles de gravedad según el valor de la Dimensión del riesgo (R), la implementación de las acciones de respuesta debe ser consistente con dichos niveles.

La elaboración de un Plan de contingencias se justifica por la necesidad de dar una respuesta inmediata y eficaz ante la ocurrencia de alguna de las situaciones de riesgo previamente identificadas y evaluadas.

3.5.1. Objetivos y alcance

Todas las acciones de respuesta a la ocurrencia de contingencias deben estar dirigidas a salvar vidas, proteger el ambiente y minimizar el daño a los bienes materiales.

Los objetivos generales de un Plan de Contingencias se orientan a:

- **Capacitar** al personal para responder de inmediato frente a una situación de contingencia.
- **Movilizar** los recursos humanos y materiales necesarios para hacer frente a la contingencia hasta su control.
- **Verificar** la implementación de las medidas preventivas y de seguridad correspondientes a la dimensión de riesgo.
- **Minimizar** las consecuencias de las contingencias desarrollando las acciones necesarias y suficientes para impedir su agravamiento.
- **Mitigar** el daño ya producido para atenuar los efectos sobre las personas, el ambiente y los bienes materiales.
- **Circunscribir** el impacto de la contingencia sobre el ambiente.
- **Cubrir las etapas** necesarias para volver a la normalidad operativa lo antes posible.
- **Reducir** los costos directos y financieros que ocasiona la ocurrencia de una contingencia.
- **Informar** a la gerencia para que, a través de los canales correspondientes que ésta designe, se pueda comunicar a la comunidad y a los organismos de control que correspondan, lo ocurrido y las acciones efectuadas.
- **Analizar** el riesgo y su ocurrencia, las acciones desarrolladas y realizar una evaluación crítica para un continuo aprendizaje.

Los alcances de un Plan de Contingencias se relacionan con las situaciones de riesgo identificadas y con el Estudio de Impacto Ambiental del área de influencia de la actividad analizada.

Un ejemplo de los alcances de un Plan de Contingencias, se presenta a continuación:

- **Organizar** administrativamente los métodos de respuesta de la Organización.
- **Identificar** la estructura y los equipos de respuesta de la Organización.
- **Coordinar** su implementación con otros planes de la Organización.

- **Designar** al personal necesario y los roles según los tiempos de respuesta para la contingencia.
- **Entrenar**, formar y capacitar para el desempeño de cada uno de los roles asignados.
- **Adoptar** los métodos más efectivos para la notificación y comunicación a los organismos de control que correspondan, así como a la comunidad.

3.5.2. Organización del plan y acción de respuesta

La estructura organizativa del Plan de Contingencias representa los niveles de autoridad que deben intervenir en la atención de contingencias. En general se presentan agrupadas en dos áreas: a) una orientada hacia la participación de las áreas gerenciales y b) otra relacionada con la intervención del personal de respuesta.

El *área gerencial* tiene la *responsabilidad* de: 1) asignar los recursos materiales y humanos para hacer frente a las situaciones de contingencia, 2) comunicar a los organismos de control la ocurrencia de la misma y 3) anunciar el momento en el que se abandona la situación de emergencia.

El *personal de respuesta* tiene el *deber* de asumir el rol de acción que le ha sido asignado para la intervención ante situaciones de contingencia.

La Figura 13 corresponde a la estructura organizativa para la activación del plan de contingencias para intervenir frente al derrame de un fluido tóxico en agua superficial.

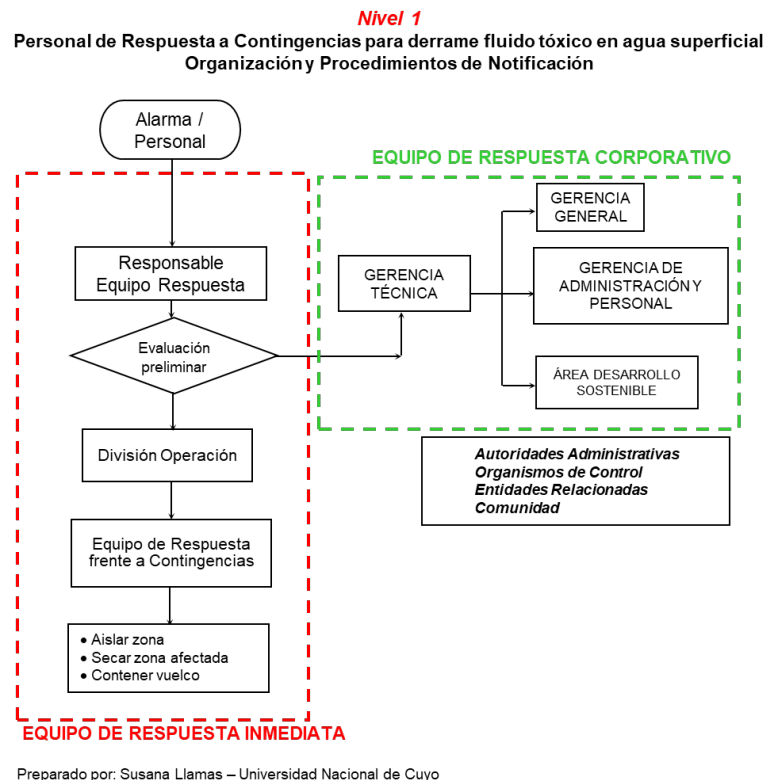


Figura 13. Estructura organizativa de respuesta para derrame de fluidos tóxicos en agua superficial

Por lo general la secuencia de una situación de contingencia se compone de cuatro etapas, como se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Secuencia de respuesta

3.5.3. Reconocimiento

El *tipo* de contingencia se relaciona con los niveles de riesgo y su ocurrencia se *reconoce* mediante el entrenamiento constante.

El *control* de la contingencia se desarrolla por la conducción efectiva del responsable del equipo de respuesta. Para esto es necesario que se realicen reuniones formales e informales sobre los tipos de riesgo vinculados a la actividad, probable origen, tipo y forma de evitarlos o prevenirlos.

El rápido reconocimiento de una contingencia se favorece cuando éstas se clasifican teniendo en cuenta los siguientes factores:

- 1) Entrenamiento constante.
- 2) Conducción efectiva del responsable del equipo de respuesta.
- 3) Capacidad y habilidad de manejar la situación con recursos propios de la organización.
- 4) Potencial agravamiento de la contingencia.
- 5) Número de contingencias ocurridas y la extensión de sus daños.
- 6) Probabilidad de atraer el interés externo.
- 7) Grado de requerimiento para involucrar organismos, o instituciones externas.

En función de los factores mencionados las contingencias pueden ser clasificadas en niveles:

Nivel 1

- ✓ Contingencia grave que ocurre en la organización o fuera de ella.
- ✓ Requiere el accionar de un conjunto de recursos de la organización.
- ✓ Puede requerir la intervención de diversos organismos de control y/o instituciones externas.
- ✓ Amplia implicancia técnica, pública y/o personal.
- ✓ Alta probabilidad de atraer el interés externo.
- ✓ Manejo de la contingencia a partir de planes de respuesta y planes de contingencia propios del lugar de ocurrencia más el aporte de organismos de control.

Nivel 2

- ✓ Contingencia que ocurre en la organización, pero con algunos efectos fuera del área en cuestión.
- ✓ Contingencia que tiene lugar fuera de la organización pero que afecta su seguridad.
- ✓ Requiere la intervención de organismos o instituciones externas.
- ✓ Puede atraer el interés externo.
- ✓ Posibilidad de manejo de la contingencia a partir de planes de respuesta y planes de contingencia propios del lugar de ocurrencia.

Nivel 3

- ✓ Contingencia que no tiene efectos fuera de la organización.
- ✓ Poca probabilidad de participación de organismos o entidades externas.
- ✓ Poca probabilidad de atraer el interés externo.
- ✓ Posibilidad de manejo de la contingencia a partir de planes de respuesta propios del lugar de ocurrencia.

3.5.4. Notificación

La ocurrencia de alguna de las contingencias identificadas siempre debe ser *notificada* al personal designado en el Plan de Contingencias y *reportada* a los niveles gerenciales. En aquellas situaciones para las que no resulte posible el inmediato aviso de la ocurrencia de la contingencia, o cuando se produzca una demora en la notificación, se debe dejar encomendado un responsable para la realización de dicha notificación.

Para la notificación efectiva de una contingencia, es importante:

- 1) Estructura de avisos
- 2) Secuencia de llamadas
- 3) Teléfonos de emergencia
- 4) Notificación al Responsable designado
- 5) Notificación a las áreas corporativas

3.5.5. Acción

El manejo de contingencias vinculadas a situaciones de riesgo se basa en las siguientes *acciones*: la detección temprana, la reacción automática inmediata, la posibilidad de aislar y confinar del área en emergencia, la evacuación de zonas vecinas en riesgo, el inicio del rol de emergencia aplicable a cada situación por el personal debidamente entrenado.

El propósito de la acción es dar inicio a una secuencia de tareas según el tipo de contingencia ocurrida a los efectos de:

- **Minimizar** los posibles daños a las personas, al ambiente y/o bienes materiales.
- **Mitigar** los impactos negativos que se pudieran producir como consecuencia de la ocurrencia de la contingencia.
- **Circunscribir** el área afectada por la contingencia ocurrida.
- **Regresar** al estado de operación normal.
- **Reducir** costos asociados a la ocurrencia de la contingencia.
- **Informar** a los niveles gerenciales, a la comunidad (si correspondiera) y a los organismos de control correspondientes respecto de la ocurrencia de la contingencia.
- **Evaluar** la ocurrencia de la contingencia, aprender respecto de la misma para evitar su repetición y entrenar al personal involucrado para asegurar el adecuado manejo de la misma ante una potencial futura ocurrencia.

En la Tabla 4 se presenta un modelo de hoja resumen de acción frente a contingencias.

Tabla 4. Modelo de Hoja Resumen de Acción Frente a Contingencias

GRAVEDAD	SENSIBILIDAD DEL ÁREA	CONSECUENCIA	ACCIONES A IMPLEMENTAR	NOTIFICACIÓN
<p>NIVEL 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derrame importante. • Lixiviados en agua superficial. • Lixiviados en agua Subterránea. 	<p>ALTA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas de mayor vulnerabilidad • Reducido margen de tiempo para la implementación de acciones de respuesta 	<p>CRÍTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interrupción del servicio. • Alteración visible sobre el ambiente. • Posibilidad de afectar la salud. 	<p>RESPONSABLE DE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación preliminar. • Verificación del evento • Personal necesario. • Recursos materiales • Aislar el sector comprometido. • Limitar el contacto con el curso de agua. • Recorrido sector más vulnerable. • Contener el derrame. 	<p>ÁREA GERENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerencia General. • Gerencia Técnica. • Área Medio Ambiente. • Organismos de control
<p>NIVEL 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derrame evidente. • Lixiviados en agua superficial. 	<p>MEDIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas con menor vulnerabilidad • Mayor margen para la intervención anticipada 	<p>GRAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alteración del funcionamiento normal de la Instalación. • Impactos menores sobre el ambiente. • Mínima posibilidad de afectar la salud. 	<p>RESPONSABLE DE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación preliminar. • Verificación del evento • Personal necesario. • Recursos materiales • Verificar extensión y profundidad • Contener el derrame. • Recuperar el lixiviado. 	<p>ÁREA GERENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerencia Técnica. • Gerencia de Administración y Recursos Humanos • Área Desarrollo Sostenible.
<p>NIVEL 3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derrame menor. 	<p>BAJA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas con muy reducida vulnerabilidad. • Tiempo suficiente para implementar medidas preventivas. 	<p>MENOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se altera el normal funcionamiento de la Instalación. • No se perciben alteraciones sobre el ambiente. • No se afecta la salud. 	<p>RESPONSABLE DE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación preliminar. • Verificación del evento • Personal necesario. • Recursos materiales • Verificar extensión. • Contener el derrame. • Recuperar el lixiviado. 	<p>ÁREA GERENCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerencia Técnica • Gerencia de Administración y Recursos Humanos • Área Desarrollo Sostenible.

Autor: Prof. Dra. Ing. Susana Llamas

3.5.6. Informe de la contingencia

La ocurrencia de una contingencia *debe dar lugar a la realización de una investigación* que culmina con la elaboración de un reporte interno. El mismo debe consignar, como mínimo, lo siguiente:

- 1 Fecha en que se produjo la contingencia.
- 2 Hora y forma en que registraron los siguientes eventos:
 - 2.1 Recepción aviso de contingencia.
 - 2.2 Notificación a los niveles gerenciales.
 - 2.3 Inicio acciones de respuesta.
 - 2.4 Aviso organismos y/o instituciones interesadas.
 - 2.5 Finalización del estado de emergencia.
- 3 Croquis de ubicación del incidente:
 - 3.1 En el interior de la organización: especificar sitio preciso.
 - 3.2 En el exterior de la organización: indicar sitio preciso.
- 4 Origen de la contingencia (indicar la causa que originó el episodio).
- 5 Condiciones meteorológicas.
- 6 Nivel de gravedad del evento.
- 7 Personal interviniente (indicando el rol de respuesta de cada uno).
- 8 Recursos materiales utilizados.
- 9 Extensión geográfica de la contingencia:
 - 9.1 Plano de áreas vulnerables.
 - 9.2 Croquis de ubicación de los sectores afectados.
- 10 Acciones implementadas.
- 11 Muestras extraídas:
 - 11.1 Croquis de ubicación de los puntos de muestreo.
 - 11.2 Momento del muestreo (tiempo transcurrido desde el inicio de la contingencia).
 - 11.3 Método de muestreo empleado.
 - 11.4 Cantidad de muestras extraídas.
 - 11.5 Método de análisis empleado.
 - 11.6 Resultado de los análisis.
- 12 Observaciones y sugerencias del responsable de la conducción el Plan de Contingencias.
- 13 Firma del responsable de la conducción del Plan de Contingencias.

3.6. Conclusiones

El estudio de riesgos es una de las herramientas de la gestión ambiental de mayor utilidad en la elaboración de planes de respuesta ante situaciones de contingencia.

Cabe destacar que no siempre es posible evitar la ocurrencia de situaciones adversas, no obstante lo cual la estimación de la probabilidad de ocurrencia, la identificación de la vulnerabilidad de los potenciales receptores y el dimensionamiento de la magnitud de las consecuencias contribuyen a establecer prioridades de acción mediante la implementación de planes de contingencia específicos para los riesgos evaluados.

Un conocimiento más profundo de los riesgos potenciales de las actividades o proyectos permite definir políticas de desempeño ambiental y de prevención de contingencias, contribuye en la organización y asignación de los recursos humanos y materiales necesarios para intervenir en la implementación de acciones de respuesta ante contingencias, reduce los tiempos necesarios para regresar a la situación normal, posibilita el control de la contingencia en un entorno limitado y reduce los costos directos e indirectos derivados de tales situaciones.

3.7. Comentarios finales

Es conveniente destacar que la Administración de Riesgos es una parte integral de las buenas prácticas gerenciales que resulta, como se ha expresado, constituida por pasos cuya implementación conduce a la mejora continua en la toma de decisiones. En tal sentido los Estudios de Riesgo contribuyen con el aporte de un método lógico, sistemático y riguroso que permite a las organizaciones minimizar pérdidas y maximizar oportunidades.

Para que los resultados de los estudios de riesgo cumplan su función en la toma de decisiones es fundamental que los máximos niveles de la organización definan y documenten la política de riesgos incluyendo los objetivos y que ésta resulte relevante para el contexto estratégico de la misma.

Igualmente importante es la comunicación efectiva (interna y externa) para asegurar que los responsables de la implementación de la administración de riesgos y los terceros interesados comprendan la base sobre la cual se toman las decisiones y por qué se requieren ciertas acciones concretas en particular.

Queda por señalar que la realización de estudios de riesgo no puede, por sí misma, evitar la ocurrencia de contingencias. No obstante, es una herramienta de una utilidad inestimable en la tarea de preparar planes de respuesta eficientes para intervenir ante situaciones de contingencia, permitiendo que las consecuencias del evento resulten minimizadas y circunscriptas a un entorno reducido contribuyendo de esta forma a la protección de la vida y la salud humana, la preservación del ambiente y la tutela de los bienes materiales.

3.8. Bibliografía

Barón, J., Caballero, C. y Zárate, S. (1997). Análisis de Riesgos. Cap. 7: Análisis Preliminar de Modos de Fallas de Contención de la Central de Atucha I Durante Accidentes Severos.: 65-76.

Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL). (2000). DAOM: Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización. PNUMA. Ministerio de Medio Ambiente. Barcelona. España. ISBN: 84-393-5126-7.

Gobierno de Mendoza (1999). Decreto N° 2625/1999. Reglamentación de la Ley N° 5917/1992. Residuos peligrosos. Apartado II. Procedimiento para la identificación de un residuo como peligroso.

Honorable Congreso de la Nación (HCN). (1992). Ley N° 24.051/1992. Residuos Peligrosos. Anexo II. Características de riesgo.

Llamas S., Guevara, B., Arroyo Evans, F., Mercante, I. (2011). *Evaluación del riesgo ambiental de un predio contaminado con Mercurio. Estudio de caso*. IV Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos Sólidos. Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima. México. 293-298. ISBN 978-607-607-015-4.

Llamas, S. (2007). Análisis de modos de falla y criticidad de efectos en los sistemas de contención de lixiviados. En: *Desarrollos e investigaciones Científico – Tecnológicas en Ingeniería*. III Encuentro de

Investigadores y Docentes de Ingeniería. ENIDI 2007. Mendoza. Editores: Dra. Ing. Graciela Maldonado, Dr. Ing. Ángel Veca, Dra. Ing. Hebe Cremades. ISBN: 978-950-42-0087-1.

Rodríguez Molina, M. L. (2003). Análisis de riesgos ambientales en los proyectos de préstamos de inversión. CEN 773. pp: 60.

Wilpert, B., Qvale, T. (2019). Reliability and Safety in Hazardous Work Systems: Approaches to Analysis and Design. Edited By Bernhard Wilpert Technische Universitaet, Berlin, Germany. Thoralf Qvale. Copyright Year 1994. ISBN: 9781138877016.

Zaror Zaror, C. A. (2000). Introducción a la Ingeniería Ambiental para la Industria de Procesos. Capítulo 11. Principios de análisis de riesgo para la industria de procesos. 423-497. Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería. Departamento de Química. Chile.