

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL Concepción del Uruguay

MAESTRIA EN INGENIERIA
AMBIENTAL

Trabajo Final Integrador de la Especialización en
Ingeniería Ambiental

Gestion Ambiental de sitios contaminados en los
Sistemas de Transporte de Hidrocarburos por
unidades cisternas

DIRECTOR:

Ing Fernando Raffo [_fcraffo@gmail.com](mailto:fcraffo@gmail.com)

AUTOR:

Lic. Marcos R. Coria [_licmarcosrcoria@gmail.com](mailto:licmarcosrcoria@gmail.com)

ÍNDICE.

- 1. Introducción**
- 2. Diagnostico.**
 - 2.1 Bases para la definicion de calidad de agua en la Ley 24051 .**
 - 2.2 Criterio de Riesgo para la definición del Valor Guía según la OMS**
 - 2.3 Agua potable y agua de la napa freática**
 - 2.4 Bases para la definicion de calidad en suelo en la Ley 24051**
- 3. Problema**
 - 3.1 Objetivo**
 - 3.1.1 Meta**
- 4. Antecedentes**
- 5. Alternativas**
 - 5.1. Riesgo aceptable**
 - 5.2. Elección de alternativa.**
- 6. Desarrollo**
 - 6.1 Evaluación de riesgos**
 - 6.2 Evaluación de toxicidad**
 - 6.3 Caracterización de riesgos**
 - 6.4 Gestión de riesgos**
 - 6.5 Participación de las partes interesadas**
 - 6.6. Uso de la evaluación de riesgos en la limpieza del sitio**
 - 6.6.1 Cálculos de evaluación de riesgos hacia adelante y hacia atrás**
 - 6.7 Enfoque de evaluación de riesgos por niveles**
 - 6.8 Planificación**
 - 6.8.1 Determinación del contexto regulatorio**
 - 6.9 Modelo conceptual del sitio [MCS]**
 - 6.9.1 Se desarrolla un de los varios problemas: identificar qué fuentes, receptores y vías de exposición incluir en el MCS**
 - 6.10. Comunicación de los Riesgos**
 - 6.11. Seguro.**
- 7. Conclusión**
- 8. Bibliografía**
- 9. Anexos**

1. Introducción:

El presente documento pretende resumir los conceptos relacionados a la metodología conocida como Acción Correctiva Basada en Riesgo (*Risk-Based Corrective Action*), a los fines de permitir conocer los alcances y usos, elementos, orígenes y aplicabilidad de ésta herramienta, así como el uso de la misma en la República Argentina

El trabajo fue desarrollado por Marcos Ramón Coria, Licenciado en Higiene y Seguridad en el trabajo egresado de la Universidad de Morón año 2010.

Desde el año 2000 trabajo en YPF SA Negocio Logística, instalaciones Villa Mercedes San Luis, 2010 Complejo Industrial Lujan de Cuyo y 2012 a la actualidad me desempeño como Coordinador de Medio Ambiente, Seguridad y Salud para la Región Litoral de Argentina.

Durante el año 2017 a cargo de jefatura Medio Ambiente para el negocio para todas las instalaciones de Argentina, donde se trabajó temas ambientales más específicos y en gran parte desarrollados en la especialización y maestría en Ingeniería Ambiental.

Algunas tareas asignadas a las funciones antes descritas; Definir Accionar ante Situación Ambiental Plan / Programa e Inicio Saneamiento Ambiental - Auditar las obras de remediación y/o trabajos de caracterización - Comprobar efectividad del saneamiento y Obtención resultados - Coordinar y participar de auditorías:

Resolución M.E.M. N° 785/2005 Programa Nacional de Control de Pérdidas de Tanques Aéreos de Almacenamiento de Hidrocarburos y sus Derivados - Resolución SE N° 1460 - Año 2006 - Reglamento Técnico para el Transporte de Hidrocarburos Líquidos por Cañerías (RTTHL).

Resolución E 120/2017 Secretaria de Recursos Hidrocarburíferos del 03-jul-2017 Reglamento Técnico de Transporte de Hidrocarburos Líquidos por Cañerías que se describe en el Anexo I.

- Programas de Capacitación - Auditorías ambientales - Análisis de normativa, legislación y procedimientos vigentes - Coordinar Estudios de Impacto ambiental - Gestionar Habilitaciones ambientales de instalación- Declaraciones Juradas a los organismos de control de Residuos y efluentes - Guiar análisis de monitoreos ambientales - Consolidación de parámetros ambientales de las instalaciones- Seguimiento de plan trianual de formación (temas ambientales) - Colaborar e impulsar gestiones de retiro de residuos peligrosos-especiales.

Auditor Líder en las Normas ISO 9001:2015 – ISO 14001:2014 – ISO 39001:2012 – OHSAS 18001:2007

2. Diagnostico.

La legislación argentina a nivel federal no establece límites de calidad en agua subterráneas ni en suelo. El Decreto Reglamentario N° 831/1993, de la Ley N°24051 de Residuos Peligrosos se consideró el instrumento para la definición de límites objetivos, pero esta Ley no cuenta con estándares para aguas subterráneas y todas las tablas de límites refieren a niveles guía, que pueden interpretarse como no obligatorios. A pesar de ello, los valores incluidos en la reglamentación de la misma suelen utilizarse como Objetivos de Remediación en procesos de saneamiento de sitios contaminados por hidrocarburos.

La Norma **RBCA** [**R**isk **B**ased **C**orrective **A**ction, de la American Standard Technical Association] analiza el riesgo y es aceptado como fijador de objetivos de remediación por muy pocas autoridades de aplicación y sólo en algunas provincias. Por lo general, se lo utiliza como una “base de discusión” entre la empresa que debe remediar y la autoridad de aplicación y, a partir de allí, se fijan objetivos que podrán o no ser los desarrollados por la metodología RBCA. En nuestro país, sería muy provechoso tomar la idea de la capacitación en estos temas y poder llegar a un nivel de decisión con mayores bases técnicas.

En Argentina el análisis de riesgo tipo RBCA, es percibido como un procedimiento que permite establecer objetivos de remediación menos exigentes que los que se derivan de la Ley 24051. Aquí se demostrará que esas discrepancias son aparentes, producto de la aplicación inadecuada de los valores legislados y que según el análisis de riesgo local y en circunstancias comparables la norma RBCA define objetivos de remediación aun más exigentes de la Ley 24051.

Existen dos modos de establecer objetivos de remediación para sitios contaminados, utilizar listas de estándares de calidad o establecidos mediante la aplicación de procedimientos de análisis de riesgo. Entre estos procedimientos, el más extendido es conocido como análisis de riesgo tipo RBCA.

Si bien una de las aplicaciones del análisis de Riesgos RBCA es la determinación de concentraciones de contaminantes que no afecten la salud humana, entre las mayores dificultades en la aceptación de los objetivos de remediación derivados de la aplicación de esa metodología, se encuentra la diferencia de sus resultados respecto de los límites de calidad especificados por la legislación, en general las Tabla 1 a 9 del Dec. 831 de la Ley Nacional 24051* no son sitios específicos.

Aquí se intentará demostrar que, para agua subterránea, esas diferencias se deben a una consideración inadecuada del uso del agua de la napa freática y, además, que de aplicarse los procedimientos de Análisis de Riesgo, en algunos casos la concentración de contaminantes debería ser aun menor que la indicada por la Ley 24051.

En suelo, por su parte, el análisis de las fuentes originalmente utilizadas en la Ley 24051, mostrará que los valores de la Tabla 9 fueron originalmente derivados de procedimiento de Análisis de Riesgo tipo RBCA y que la aplicación de los procedimientos actualizados modifican sustancialmente los valores utilizados en la Ley 24051.

2.1. Bases para la definicion de calidad de agua en la Ley 24051

La referencia a contaminantes en agua en la Ley 24051 considera varios usos ~~y tipo de receptores~~. La Tabla 1 hace referencia a la calidad que el agua debería tener antes un tratamiento convencional para obtener agua potable.

Las tablas 2, 3 y 4 se refiere a la calidad de cuerpos de agua superficial para la protección de vida acuática en agua dulce, salada y salobre respectivamente. Las Tablas 5 y 6 indican valores de calidad de agua que se utilizará para irrigación o agua bebida para ganado. Finalmente las tablas 7 y 8 definen valores de calidad de agua para recreación y para pesca industrial.

No existen en la Ley 24051 ninguna referencia explícita a agua subterránea. Evidentemente tampoco se distingue entre agua subterránea que podría servir como fuente de agua potable y la que no. *“En la mayoría de los casos de sitios contaminados con hidrocarburos en Argentina y sobre los cuales se aplican Análisis de Riesgo, el agua subterránea comprometida es la de la napa freática y ésta, en general, no se utiliza como fuente de agua potable.”*

2.2. Criterio de Riesgo para la definición del Valor Guía según la OMS

Las referencias bibliográficas del Dec. 831 establece que la fuente utilizada para la Tabla 1 fue las Guías para la Calidad del agua potable, Organización Mundial de la Salud, 1985. Efectivamente, esta Guía indica en la página 6 que para el benceno² por ejemplo, el Valor Guía es de 10 ug/l.

Para la determinación del Valor Guía³ del benceno para agua potable, la OMS utilizó criterios basados en riesgo, calculándolo mediante el criterio de dosis bajas y empleando el método múltiples de la EPA. Los resultados fueron obtenidos sobre la base de un riesgo admisible de menos de un caso más de cáncer por cada 100.000 personas (10^{-5}) y el consumo de dos litros diarios de agua para un hombre de 70 kg (OMS pg 54). Como se ve, la OMS utilizó criterios de riesgo para la generación de los estándares para el agua potable. Entre estos criterios, el más relevante es que el nivel de riesgo aceptable⁴ utilizado fue de 10^{-5} .

Por supuesto, el método implica una serie de incertidumbres, lo cual es manifestado explícitamente por la OMS. El Valor Guía del benceno tiene una llamada que lleva a este texto: *“Estos valores guía se calcularon a partir de un modelo matemático hipotético conservador, que no se puede verificar con experimentos (...). Las incertidumbres implícitas pueden llegar a dos órdenes de magnitud (es decir, de 0.1 a 10 veces la cifra)”*.

2.3. Agua potable y agua de la napa freática

La Guía aplica, como lo indica su título, a agua potable. No se considera en ese documento de la OMS otro uso para el agua que no sea la ingesta, la Guía sí se establece algunos criterios para seleccionar una fuente para agua potable. Estos criterios (pag. 9) son los siguientes:

- Cantidad: ¿es suficiente la cantidad de agua disponible en la fuente para satisfacer la demanda continua, si se tiene en cuenta las variaciones diarias, estacionales y el crecimiento previsto de la población a la cual abastece?
- Calidad: ¿tiene el agua natural una calidad que, con el tratamiento adecuado, permita suministrar agua que iguale o supere la calidad especificada en las normas de agua potable?

- Protección: ¿es posible proteger la cuenca hidrográfica de la contaminación por escretas, desechos industriales y escurrimientos agrícolas?
- Viabilidad: ¿es posible utilizar la fuente a un costo razonable?
- Posibilidad de tratamiento: ¿se puede tratar adecuadamente el agua en las condiciones vigentes en el lugar?

En la mayoría de los casos de sitios contaminados con hidrocarburos en Argentina y sobre los cuales se aplican Análisis de Riesgo, el agua subterránea comprendida es la de la napa freática y ésta, es general, no se utiliza como fuente de agua potable⁵. De hecho, la napa freática no se utiliza como fuente de agua potable por las razones que la OMS expone en sus criterios de selección. Por ejemplo la napa freática de la provincia de Buenos Aires no cumple actualmente con los criterios de calidad, protección, viabilidad y posibilidad de tratamiento y, por lo tanto, no podría ser considerada una fuente de agua potable según esos criterios. En los casos en los que el acuífero sea efectivamente el que se utiliza como fuente de agua, evidentemente sí aplican los valores de la Tabla 1⁶.

Dado que el procedimiento para un Análisis de Riesgo incluye establecer claramente cual es la situación del sitio respecto al agua que se utiliza para ingesta, el estudio mismo incluirá la justificación de por qué el escenario de ingesta de agua subterránea es aplicable o no. En efecto, un Análisis de Riesgo RBCA es un estudio que se realiza sobre un sitio en particular. Si se verifica que aguas contaminadas (sean freáticas o no) son utilizadas como fuente de agua potable, esa situación debe tomarse en cuenta en el análisis. Por ejemplo, si en el sitio efectivamente se utiliza agua freática contaminada con hidrocarburos para la ingesta, la vía de exposición- ingestión de agua subterránea deberá considerarse completo.

2.4 Bases para la definición de calidad en suelo en la Ley 24051

Para benceno en suelo, la Ley 24051 indica los valores de calidad por tipo de uso que se muestra en la Tabla 1. Según lo establecen las referencias bibliográficas del Dec. 831, estos valores fueron derivados de Interim Canadian Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites (IQC) publicado por el Consejo de Ministros de ese país en 1991. Su objetivo era proveer un conjunto de valores para la evaluación y remediación de un sitio. Para la evaluación, los criterios respondían de modo aproximado a concentraciones background o límites de detección de laboratorio, mientras que los criterios de remediación fueron creados para un uso genérico, es decir sin tomar en cuenta las características específicas del sitio. Los criterios representan tres usos del suelo (agricultura, residencial y comercial/industrial) y cuatro usos para agua (vida acuática, irrigación, bebida de ganado y agua para bebida humana) (ver Tabla II).

El documento citado establece en la pag. 3 “la aplicación principal de los criterios de remediación es proveer la base común para el establecimiento de objetivos de remediación específicos para un sitio. Dependiendo de circunstancias locales, los criterios pueden ser adoptados directamente o modificados para reflejar condiciones específicas del sitio”. El documento IQC establece que existen dos aproximaciones básicas para el desarrollo de objetivos de remediación para un sitio. El primero

involucra la adopción o adaptación de los criterios de calidad a la luz de las especificaciones del sitio. El segundo utiliza el procedimiento de Análisis de Riesgo con el mismo esquema de un RBCA. El IQC indica que para el primer caso, los resultados puede definir objetivos más o menos exigentes dependiendo de las características del sitio.

También indica que los criterios de calidad pueden ser modificados para adaptarse a condiciones socioeconómicas o ambientales específicas, las modificaciones a las que se alude no habían sido establecidas a la fecha de publicación de los IQC (1991) y solo se hace mención a que si en el sitio la concentración background de un contaminante es mayor que el valor interino de calidad, el primero es el que debe tenerse en cuenta.

En el documento IQC no se explicita cómo se han considerado las exposiciones para los usos de agua y suelo. Sin embargo en las referencias bibliográficas se establece que provienen de los documentos “Criteria for Managing Sites in British Columbia” de 1989 y “Alberta Tier 1 Criteria for Contaminated Soil Assessment and Remediation” de 1989. Es decir, los valores incluidos en la Ley 24051 para suelo son, en realidad, valores RBSL derivados de la aplicación de los procedimientos de un Análisis de Riesgo tipo RBCA.

Tabla 1:

Valores Guía de Calidad de Suelos (ug/g)			
	Uso Agrícola	Uso Residencial	Uso Industrial
Benceno	0,05	0,5	5

Fuente: Tabla 9, Dec. 831, Ley 24051

Tabla 2:

Guía Interina de Calidad de Suelo								
Criterio de Evaluación		Criterios de Remediación						
Suelo (ug/g)	Agua (ug/l)	Suelo (ug/g)			Agua (ug/l)			
		Agrícola	Residencial	Comercial/Industrial	Vida Acuática	Irrigación	Bebida Ganado	Agua de Bebida
0,05	0,5	0,05	0,5	5	300	-	-	5

Fuente: Interim Canadian Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites (1991)

3. Problema

El tema de la remediación y re - habilitación de sitios contaminados ha avanzado en distinto grado en varios países de Latinoamérica, por un lado, debido a la protesta de sociedad civil, que reclama acciones de contención de los riegos que emanan de los sitios contaminados y por otro lado, debido a las obligaciones de las autoridades competentes en el tema de la protección de los suelos y acuíferos, derivadas de los avances implementados en el marco legal.

¿Qué es el Análisis de Riesgo RBCA?

La norma Risk Based Corrective Action (RBCA) de la American Standard Technical Association es la guía técnica más difundida para el desarrollo de análisis de riesgo ambiental. Consisten niveles (tier 1, 2 y 3) que llevan a la definición de acciones concretas a llevar a cabo en un sitio para salvaguardar la salud humana. En general, cuando se habla de la norma, solo se describen estos pasos, dejando de lado que uno de los elementos más importante en este proceso es el concepto de riesgo.

La evaluación de riesgo consiste en un proceso de cuatro etapas básicas: identificación del Peligro, evaluación de dosis-respuesta, evaluación de la exposición y caracterización del riesgo.

La consideración del riesgo está siempre presente en cualquier valor de calidad ambiental. En algunos de forma implícita y en esos casos se expresa como valores tabulados de calidad. El ejemplo evidente son las Tablas del Dec 831 de la Ley 24051. En otros, el riesgo está explícitamente considerado y, por extensión de la naturaleza del concepto, es esos casos no se expresa como un valor sino como un procedimiento. Es el caso de norma de RBCA.

En este contexto no resulta adecuado distinguir enfáticamente entre uno y otro modo de analizar la contaminación de un sitio dado que las supuestas diferencias solo se verifican en el grado de explicitación del concepto de riesgo subyacente. Sin embargo, ésta no es una diferencia menor.

Explicar el concepto de riesgo significa dar cuenta de la exposición a un compuesto químico y a su toxicidad, según la expresión general $\text{Riesgo} = \text{Exposición} \times \text{Toxicidad}$

Se pierde de vista a veces que si uno u otro es inexistente, el riesgo también lo es. En otras palabras, si un potencial receptor no está en contacto con un compuesto dado, el riesgo es cero. Si la toxicidad es nula, el riesgo también. Se deriva de lo anterior que distintas formas de exposición conllevan a riesgos distintos: no es lo mismo ingerir agua contaminada con hidrocarburo que entrar en contacto dérmico o inhalar vapores de hidrocarburos que se volatilicen desde ella.

De lo expuesto, puede concluirse también que los niveles Guía de la Ley 24051 se aplican al agua subterránea solo si ésta se utiliza como fuente de agua potable. Si no se verifica que el uso del agua subterránea es para la ingesta, dichos estándares simplemente no resultan aplicables. La misma fuente que se utilizó como respaldo técnico en la Ley 24051 indica las razones por las cuales el agua freática, la napa de agua generalmente contaminada por hidrocarburos, no podría considerarse como fuente de agua potable en la mayor parte de los casos. Sin embargo, si se verificara que efectivamente el agua contaminada es ingerida, la metodología del Análisis de Riesgo asegura considerarla.

¿Qué sucede si en el sitio el agua contaminada no se utiliza para la ingesta? La Ley 24051 ofrece otras formas de exposición pero en la gran mayoría de los casos ninguna resulta aplicable, por lo cual muchas veces se recurre a los estándares de la Tabla 1. El argumento implícito es que a pesar que el agua freática no sea utilizada para la ingesta, vale la pena remediarla hasta esos valores como un modo de asegurar su calidad. ¿Pero calidad respecto a qué? Es posible inferir que en el caso de la Ley 24051 esa calidad se refiere a la protección de la salud humana y en ese sentido, la concentración de 10 ug/l de benceno puede ser admisible para la ingesta, pero no para otras formas de exposición. No es suficiente, por ejemplo, si la exposición se verifica en ciertas condiciones de inhalación en espacios cerrados.

Otro aspecto importante deriva de la metodología utilizada para desarrollar los Valores Guía de la OMS utilizados en la Tabla 1 de la Ley 24051. La OMS desarrolló esos estándares por procedimientos basados en riesgo: para el benceno, los datos de base para calcular ese Valor Guía asume una ingesta diaria de agua de 2 litros por parte de un adulto de 70 Kg admite un riesgo incremental de 10^{-5}

Si estos datos se utilizarán en un Análisis de Riesgo en un TIER 1⁷, el valor de benceno sería de 29,4 ug/L, más alto que el indicado por la Ley Nacional citada, aunque en el rango de incertidumbre indicado por la OMS. Sin embargo, el riesgo aceptable utilizado para llegar a ese valor es de 10^{-5} el cual prodría aplicarse si el sitio en cuestión fuera de uso industrial o comercial. Para un sitio de uso residencial el riesgo aceptable aplicado en argentina sería de 10^{-6} , lo que llevaría el valor de benceno en agua para ingesta a 2,94 ug/L, mas bajo que el indicado en la Ley Nacional. Es decir, siguiendo la metodología de Análisis de Riesgo RBCA se obtienen valores aun más exigentes que los que surgen de la Ley 24051.

En Suelo, en Canadá se ha reemplazado desde 2005 los valores utilizados en la Ley 24051 por un procedimiento de análisis de riesgo: Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health: Benzene. Para el caso de este compuesto, el resultado de su aplicación se resume en la tabla siguiente. Como se ve, los resultados se expresan en dos niveles (salud humana y ambiental) para suelo y subsuelo y para dos tipos de suelo que se distinguen por el diámetro promedio de sus partículas, menos o mayor a 75 um. Los valores varían de acuerdo al tipo de exposición considerando y el menor es el que se utiliza como guía de calidad.

Como puede verse, la distinción por uso del suelo se mantiene. Los escenarios de exposición considerados son inhalación en espacio cerrado en construcciones con cimientos o losa y aguasubterránea utiliza para la ingesta. los demás escenarios (ingestión de suelo, contacto directo, etc.) no se definen porque, simplemente, no se verifican para el caso del subsuelo. Para cada uso del suelo, el Valor Guía puede ser distinto según el tipo de suelo y, en todos los casos, es siempre la menos de las concentraciones por tipo de exposición.

Comparado con los valores de la Tabla 9 de la Ley 24051, estos valores son más bajos (más exigentes) en varios órdenes de magnitud que los valores IQC originales, esto no significa que el Valor Guía sea el único y obligatorio. La Tabla III se utiliza como en una etapa Tier 1, en la cuál se

verifica cuál es el escenario de exposición verificado para luego determinar la concentración que no acarrea riesgos a la salud humana o ambiental. Es decir, los valores son equivalentes a valores RBSL's. por ejemplo, si no se verifica ninguno de los escenarios de salud humana, se utiliza el más restrictivo de los valores ambientales que varían de 62 a 620 ug/g.

En otras palabras, utilizando procedimientos actualizados de las mismas fuentes usadas para la Ley 24051, se comprueba que el standard de calidad es actualmente mucho más exigente pero, a la vez, que la consideración del escenario de exposición verificado efectivamente puede resultar en valores menos exigentes. Esta contradicción es aparente: se resuelve al tener en cuenta que esas diferencias se deben a escenarios de exposición distintos que conducen a distintos niveles de riesgo. No es que se acepten distintos niveles de contaminación, sino que el riesgo resulta mayor o menor de acuerdo a las circunstancias. (ver caso Prov. Otario, Canada, un ejemplo ilustrativo).

Tabla 3

Guías de calidad de suelo para benceno (ug/g) para subsuelo (riesgo incremental de 10^{-6})								
	Agricultura		Residencial		Comercial		Industrial	
	< 75 um	< 75 um	< 75 um	< 75 um	< 75 um	< 75 um	< 75 um	< 75 um
Valor Guía Salud Humana	0,011	0,0068	0,011	0,0068	0,03	0,0068	0,03	0,0068
Valor Guía para Ingestión	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Valor Guía para Contacto Dérmico	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Valor Guía para Inhalación	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Inhalación espacio cerrado (cimientos)	0,015	0,21	0,015	0,21	-	-	-	-
Inhalación espacio cerrado (losa)	0,011	0,22	0,011	0,22	0,032	0,29	0,032	0,29
Migración fuera del sitio	-	-	-	-	-	-	NC	NC
Agua Subterránea (agua de bebida)	0,03	0,0068	0,03	0,0068	0,03	0,0068	0,03	0,0068
Producción de carne y leche	NC	NC	NC	NC	-	-	-	-
Valor Guía Ambiental	62	120	62	120	360	620	360	620
Valor Guía para Contacto Dérmico	62	120	62	120	360	620	360	620
Valor Guía para suelo o ingestión de alimentos	NC	NC	-	-	-	-	-	-
Nutrientes	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Migración fuera del sitio	-	-	-	-			NC	NC
Agua Subterránea (agua para Ganado)	1,7	NC	-	-	-	-	-	-
Agua Subterránea (Vida Acuática)	1	NC	1	NC	1	NC	1	NC
Criterios Interinos de Calidad de Suelo(1991)	0,05		0,5				5	

Fuente: Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health: Benzene, 2005.

✓ El Caso Ontario, Canada

La Provincia Ontario generó los Soil, Ground Water y Sediment Standards para dar cumplimiento a la Environmental Protection Act en marzo de 2004. Este documento se compone de las siguientes tablas:

- Full Depth Background Site Condition Standards;
- Full Depth Generic Site Condition Standards in a Potable Ground Water Condition,
- Full Depth Generic Site Condition Standards in a Non-Potable Ground Water Condition;
- Stratified Site Condition Standards in a Potable Ground Water Condition y Soil Extract and Ground Water Standards to Determine Whether a Property is a "Shallow Soil Property".

Resulta evidente que el uso del acuífero es el criterio fundamental para determinar la calidad requerida de suelo: si la condición del acuífero es potable, la calidad de suelo asociada es veinte veces más exigente; cuando el agua subterránea se puede utilizar como agua potable, la concentración de benceno admisible en suelo es mucho menor que cuando el acuífero es considerado como no-potable (0,24 ug/g y 5,3 ug/g).

Coherentemente con lo anterior, las concentraciones admisibles de benceno en agua subterránea difieren mucho si el agua en cuestión es o no potable. Para agua subterránea potable, la concentración admisible de benceno es aun menor que la establecida por la Ley 24051 (5 ug/l vs. 10 ug/l). En cambio, si el agua subterránea es no-potable, las concentraciones admisibles de benceno son hasta de 1900ug/l.

Tablas donde se comparan las concentraciones admisibles de benceno.

Benceno en suelo (ug/g) - Provincia de Ontario	
Benceno	
0,002	Full Depth Background Site Condition Standards
0,24	Full Depth Generic Site Condition Standards in a Potable Ground Water Condition
5,3	Full Depth Generic Site Condition Standards in a Non-Potable Ground Water Condition
0,24	St. Ratified Site Condition Standards in a Potable Ground Water Condition
5,3	St. Ratified Site Condition Standards in a Non-Potable Ground Water Condition

Benceno en agua subterránea (ug/g) - Provincia de Ontario	
Benceno	
5	Full Depth Background Site Condition Standards
5	Full Depth Generic Site Condition Standards in a Potable Ground Water Condition
1900	Full Depth Generic Site Condition Standards in a Non-Potable Ground Water Condition
5	St. Ratified Site Condition Standards in a Potable Ground Water Condition
1900	St. Ratified Site Condition Standards in a Non-Potable Ground Water Condition
5	Extract and Ground Water Standards for Shal low Soils Potable Ground Water
1860	Extract and Ground Water Standards for Shal low Soils Non-Potable Ground Water

3.1. Objetivo

A fin de mejorar la evaluación de riesgos de contaminantes de hidrocarburos, habría que tomar correctas decisiones en cuanto a los límites en las remediaciones, tanto en cantidad de contaminantes como en los tiempos de exposición, por la aplicación del sistema Acciones Correctivas Basadas en el Riesgo (RBCA), requeriría una honesta transparencia en la recolección de datos y en las matrices de cálculos. Se debería tener en cuenta que ciertas variables son sumamente sensibles y su manipulación podría llevar a resultados dirigidos. Por esta razón se estimaría que los sistemas “enlatados”, donde ciertas fases del cálculo son tratados como “cajas negras”, deberían ser considerados cuidadosamente. Tanto en ASTM como en la API, se aplicarían

las ecuaciones de cálculo, inclusive de los modelos utilizados, con lo cual las partes actuantes en problemas concretos jurisdiccionales podrían disponer de las matrices de cálculo para su revisión y el control de las variables utilizadas.

3.1.1 Objetivos específicos

Mejorar las evaluaciones de riesgos vinculadas a los sitios contaminados con derivados de hidrocarburos.

4. Antecedentes

- ✓ Herramienta Evaluación de Riesgo

El uso del análisis de Riesgo ha cobrado importancia en los últimos años debido al auge internacional de esta herramienta y en especial, considerando las siempre difíciles tareas de asignación de recursos, planeamiento estratégico y toma de decisiones

En diversas Regulaciones (nacionales y provinciales) se ha incorporado el análisis de riesgo, el cual constituye una herramienta de extrema utilidad para la ingeniería ambiental, por cuanto permite la estimación del riesgo en punto de exposición, asociado a un impacto en el área fuente, o bien la determinación de “concentraciones objetivos de remediación” que llevaran a **un nivel de riesgo aceptable**.

- ✓ Ley 25.675/02,

Ley General del ambiente obliga en su capítulo de daño, a la recomposición ambiental. Los criterios de acciones correctivas, basada en riesgo, aportan procedimientos metodológicos que facilitan establecer las pautas de recomposición y permiten a los gestores de riesgo considerar las alternativas menos riesgosas para el ambiente, fundamentalmente en los casos en que es necesaria una evaluación sitio-especifica;

- ✓ Ley Nacional N° 25612,

Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios, la cual menciona el análisis de riesgo como criterio para la gestión de residuos;

- ✓ Guía Metodológica para la Programación y Ejecución de Inspecciones Ambientales,

Resolución de Secretaria de Energía de la Nación N°785/2005 valora la norma para evaluar riesgo sitio-especifico;

- Resoluciones de Seguro obligatorio de Responsabilidad por Daño Ambiental de Incidencia Colectiva
- Anteproyecto de Ley de Presupuestos Mínimos para la Gestión de Sitios Contaminados donde se deben utilizar criterio de riesgo para evaluar sitios potencialmente contaminados y niveles de riesgo aceptables para su recomposición

- ✓ Ley 14343 Provincia de Buenos Aires,

Regula la identificación de los pasivos ambientales y la obligación de recomponer sitios contaminados o áreas con riesgo;

- ✓ Decreto N° 592/02 de la Provincia de Santa Fe donde nombran la presentación de un Estudio de riesgo;
- ✓ Disposición N°343-SMA/08 de la Secretaria de Medio Ambiente Provincial de Santa Cruz, “Reglamento para el Sistema provincial de Control de Perdidas de Tanques Aéreos de Almacenamiento de Hidrocarburos y sus Derivados” la cual pide la presentación de estudios RBCA.

La Norma es un documento público y, por lo tanto, puede ser consultada, referenciada y usada por quienes lo deseen. Su aplicación es voluntaria pero, en algunos casos, las Autoridades de aplicación pueden dictar reglamentos obligatorios que hace referencia a las normas.

- ASTM (American Society for Testing Materials) es una organización sin fines de lucro, la cual provee un fórum para usuarios, consumidores, productores y en general interesados (gobierno) en escribir normas para materiales, producto, sistemas y servicios.
- ASTM no tiene staff técnico, todo el trabajo está hecho voluntariamente 33000 miembros calificados representan segmentos de la industria, gobierno y universidades.
- IRAM (Instituto Argentino en Nacionalización y Certificación) tiene entre sus tareas principales la elaboración y certificación de normas técnicas voluntarias
 - Contemplar las mejores tecnologías disponibles;
 - Escoger entre ellas a las más accesibles, económicas y simples;
 - Contemplar la compatibilidad con los equipos, unos y experiencias tanto de las empresas como de los profesionales de nuestro país, ya que serán adoptadas voluntariamente en tanto y en cuanto resulten una herramienta útil para asegurar la calidad de los resultados.
- ASTM – E 1599 para la acción correctiva ante fugas de Petróleo
- ASTM – E 1739 -95 (2010) “Standard Guide for Risk Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites”. Describe el proceso RBCA enfocado a derrames de petróleo y sus derivados.
- ASTM – E 2081-00 (2010) “Standard Guide for Risk Based Corrective Action”. Describe el procesos RBCA, pero con un uso más amplio que la ASTM E 1739. Se aplica a todo tipo de compuesto químico contaminante, no solo para los hidrocarburos.
- ASTM – E 2205-02 (2009) “Standard Guide for Risk Based Corrective Action for Protection of Ecological”. También conocida como “Eco-RBCA”. Proceso RBCA aplicado a recursos ecológicos (flora y fauna)
- Anuario de Normas de la ASTM, Volumen 11.04.
- PERF Petroleum Environmental Research Forum Project 97-08

Marco Legal macro establecido, faltan normas y directrices específicos para una gestión exitosa.

Varios estados reglamentan la producción de hidrocarburos y existen procedimientos para atender emergencias ambientales

- Ley de Residuos Peligrosos 24051 (1992) contiene elementos generales de la gestión de la calidad de suelos y agua

- Decreto de Residuos Peligrosos 831 (1993)
- Ley 25612 Gestion Integral de residuos industriales (2002)
- Ley 25670, presupuestos mínimos para la gestión y eliminación de los PCB (2002)
- Resolución 515 SAyDSN (2006) Programa de sitios contaminados PROSICO
- Norma IRAM 29590:2012 Calidad Ambiental. Acciones Correctiva Basadas en Riesgo (ACBR) aplicadas a sitios contaminados con hidrocarburos. Guía Metodológica Se trata de una adaptación/traducción de la ASTM 1739, es decir un proceso de toma de decisiones para la evaluación y respuestas ante una fuga de petróleo, basado en la protección de la salud de los seres humanos y el ambiente
- **CCME (Canadian Environmental Quality Guidelines)**

La misma tuvo un proceso que se detalla a continuación;

- ✚ Junio 2003: pedido formal de ESSO Petrolera Argentina SRL
- ✚ Octubre 2003: Comité de Medio Ambiente, AmCham 1° reunión del grupo de trabajo ACBR
- ✚ Diciembre 2003: se constituye la Comisión "Acciones Correctivas basadas en el Riesgo".
- ✚ Marzo 2004; Se comienza con las reuniones mensuales de la reuniones mensuales de la Comisión.
- ✚ 2004-2010: desarrollo de la norma en la Comisión
- ✚ Junio 2011: se envía a discusión pública (3 meses)
- ✚ Nov. 2011: pasó etapa de discusión pública, y fue aprobada por el Comité Estratégico ambiental del IRAM.
- ✚ Marzo 2012: fue aprobada por el Comité General de Normas del IRAM
- ✚ 9de mayo de 2012 primera edición de la NORMA IRAM 29590.

Numerosos países y organizaciones utilizan RBCA (por ejemplo, US, Canada, Australia, Nueva Zelanda, Brasil, USEPA, CLARINET)

El programa RBCA en US dio como resultado limpiezas más rápidas y menos costosas

Hoy en día, la gran mayoría de los estados en EEUU (49 de 50) implementaron programas de RBCA en su regulación ambiental.

Cada país ha adoptado la metodología RBCA, adaptándola a sus condiciones particulares.

Publicaciones

(1) Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group series:

Volume 1: Analysis of petroleum hydrocarbons in environmental media

Volume 2: Composition of petroleum mixtures

Volume 3: Selection of representative TPH fractions based on fate and transport considerations

Volume 4: Development of fraction specific reference doses (RfDs) and reference concentration (RfCs) for total petroleum hydrocarbons (TPH)

Volume 5: Human health risk-based evaluation of petroleum release sites: Implementing the working group approach

(2) Kulkarni, McHugh, Newell, Garg (2015). Soil and Sediment Contamination: An International Journal [Volume 24](#)

El objetivo de este estudio es comprender mejor el efecto LNAPL (light non-aqueous phase liquid) móvil en la atenuación de la zona de origen en sitios utilizando una evaluación estadística de 3.523 sitios de tanque de combustible subterráneo con fugas LUFT (leaking underground fuel tank) de GeoTracker, una extensa base de datos de sitios de liberación de químicos en California. Nuestro análisis indica que los sitios con LNAPL móvil (es decir, sitios con espesores de LNAPL medibles en uno o más pozos de monitoreo de agua subterránea (sitios LNAPL)) tienen mayores concentraciones máximas de componentes de agua subterránea disueltas y tasas de atenuación de la zona fuente significativamente más lentas (es decir, cambios en las concentraciones máximas a lo largo del tiempo) en comparación con los sitios con un historial de LNAPL no medible (sitios sin LNAPL). Sin embargo, la evaluación indica que, para los sitios LNAPL móviles, la recuperación física (skimming y bailing) no aumenta las tasas de atenuación de la fuente. Los resultados sugieren la necesidad de una evaluación más cuidadosa de los beneficios potenciales de las tecnologías físicas de LNAPL

(3) Application of Natural Resource Valuation Concepts for Development of Sustainable Remediation Plans for Groundwater- Connor, Paquette, McHugh, Gie, Hemingway, Bianchi-Mosquera, 2017

Este documento explora la aplicación de los procedimientos de evaluación y valoración de recursos naturales como una herramienta para Desarrollar estrategias de remediación de aguas subterráneas que alcancen los objetivos de salud y medio ambiente. Protección, en equilibrio con consideraciones de viabilidad económica y conservación de los recursos naturales.

El proceso de evaluación de recursos naturales, tal como se aplica en los EE. UU. Y las directrices internacionales, conlleva caracterización de la contaminación de las aguas subterráneas en términos de los servicios beneficiosos preexistentes del recurso impactado, la pérdida de estos servicios causada por la contaminación, y las medidas y costos asociados necesarios para restaurar o reemplazar los servicios perdidos. Bajo muchos programas regulatorios, los objetivos de remediación de aguas subterráneas suponen que las aguas subterráneas impactadas pueden usarse como un recurso primario fuente de agua potable en el futuro, incluso si no está actualmente en uso. En combinación con un regulador preferencia por las tecnologías de eliminación o tratamiento, esta exposición asumida, mientras que protege a los humanos la salud, puede dirigir el proceso de selección de soluciones hacia soluciones que pueden no proteger el recurso de agua subterránea en sí o de otros recursos naturales (energía, materiales, productos químicos, etc.) que puedan Ser consumido en el esfuerzo de remediación.

Lograr los mismos objetivos de salud y protección del medio ambiente. bajo un marco de remediación sostenible, los métodos de evaluación de recursos naturales pueden aplicarse a restaurar los servicios perdidos y preservar los servicios intactos de las aguas

subterráneas para proteger tanto las corrientes y futuros usuarios de ese recurso. En este documento, proporcionamos guías prácticas para el uso de recursos naturales. procedimientos de evaluación en el proceso de selección de recursos y presentar un estudio de caso que demuestre el uso de estos protocolos para el desarrollo de estrategias de remediación sustentable.

(4) Evaluation of Long-Term Performance and Sustained Treatment at Enhanced Anaerobic Bioremediation Sites - McGuire, Adamson, Newell, 2016

Este estudio evaluó el rendimiento a largo plazo de la biorremediación anaeróbica mejorada (EAB) en los sitios de solventes clorados para determinar si los procesos de tratamiento sostenido estaban ayudando a prevenir el rebote de la concentración. Se compiló una base de datos de registros de concentración de agua subterránea en función del tiempo para 34 sitios, con al menos 3 años de datos de monitoreo posteriores al tratamiento (mediana = 4.7 años, rango = 3.0 a 11.7 años). El rendimiento a largo plazo se evaluó en función de los cambios en el orden de magnitud (OoM) en las concentraciones del compuesto principal durante varios períodos de monitoreo. Los resultados indican que, en relación con la concentración de pretratamiento, se logró una reducción de la concentración media para los 34 sitios de 1.0 OoM (reducción del 90%) al final del período de monitoreo posterior al tratamiento. No se observó rebote en el 65% de los sitios entre el primer año de monitoreo posterior al tratamiento y el último año. Durante este período posterior al tratamiento, el análisis de tendencias de Mann-Kendall indicó que la concentración se mantuvo estable o disminuyó en el 89% de los sitios donde se pudo establecer una tendencia (n = 27; 33% en disminución, 56% en estabilidad, 11% en aumento). El análisis estadístico indica que no hay evidencia de que la distribución de las reducciones de la concentración media después del primer año de monitoreo posterior al tratamiento fuera diferente a la distribución de las reducciones de la mediana 2 a 11 años después del final del período de seguimiento ($p = 0,67$). De manera similar, el análisis estadístico indica que no hay evidencia de que la distribución de reducciones medias para un conjunto más grande de sitios (n = 84) con menos de 3 años de datos de monitoreo posteriores al tratamiento (1.1 OOM; 92% de reducción) fuera diferente a la distribución de reducciones medianas de OOM para el conjunto de datos de 34 sitios con períodos de monitoreo más largos ($p = 0,80$). Esto sugiere que, en un sitio típico, un período de monitoreo de 3 años debería ser suficiente para evaluar el desempeño. Los resultados de este estudio indican que, a largo plazo, después del final del tratamiento activo, los procesos de tratamiento sostenido contribuyen a reducciones de concentración relativamente modestas, pero mitigan el rebote en la mayoría de los sitios de EAB.

(5) Planning-Level Source Decay Models to Evaluate Impact of Source Depletion on Remediation Time Frame - Newell, Adamson, 2005

Un reciente Panel de Expertos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) en Remediación de la Fuente del Líquido de Fase No Acuosa Densa (DNAPL) concluyó que el proceso de toma de decisiones para implementar el agotamiento de la fuente se ve obstaculizado

por incertidumbres cuantitativas y que actualmente existen pocas herramientas predictivas útiles para evaluar los beneficios. Este artículo proporciona un nuevo enfoque a nivel de planificación para ayudar al proceso. Se usaron cuatro modelos simples de balance de masa para proporcionar estimaciones de la reducción en el marco de tiempo de remediación (RTF) para una cantidad dada de agotamiento de la fuente: función escalonada, decaimiento lineal, decaimiento de primer orden y compuesto. Como marco de evaluación compartido, todos los modelos usan el tiempo requerido para remediar las concentraciones de agua subterránea por debajo de un umbral particular (por ejemplo, concentración objetivo o tasa de descarga masiva) como métrica. Este valor es de interés en términos de proporcionar (1) estimaciones de RTF absolutas en años en función de la tasa de descarga masiva actual, la fuente de masa actual, el objetivo de remediación y el factor de reducción de la fuente, y (2) las estimaciones de RTF relativas como un fracción del marco temporal de remediación para la atenuación natural monitoreada (MNA). Debido a que esta última es una función del objetivo de remediación y la fracción restante (RF) de la masa después de la remediación, el RTF relativo puede ser una ayuda valiosa en la decisión de proceder con el agotamiento de la fuente o utilizar un método de contención a largo plazo o MNA. Las curvas de diseño y los ejemplos ilustran la relación no lineal entre la fracción de masa restante luego del agotamiento de la fuente y la reducción del RTF en los tres modelos basados en la descomposición. Para un caso de ejemplo en el que el 70 por ciento de la masa se eliminó por agotamiento de la fuente y el objetivo de remediación (C_g / C_0) se ingresó como 0.01, la mejora en el RTF (relativo a MNA) varió desde una reducción del 70 por ciento (modelo de función escalonada) a una reducción del 21 por ciento (modelo compuesto). Debido a que los conocimientos empíricos y de procesos apoyan la idoneidad de los modelos basados en la descomposición, la eficiencia del agotamiento de la fuente para reducir el RTF es probable que sea baja en la mayoría de los sitios (es decir, la reducción porcentual del RTF será mucho menor que el porcentaje de la masa que es eliminado por un proyecto de agotamiento de la fuente). En general, el uso anticipado de este modelo de planificación sirve para guiar el proceso de toma de decisiones mediante la cuantificación de la relación relativa entre RTF y el agotamiento de la fuente utilizando los datos del sitio comúnmente disponibles

(6) Historical Analysis of Monitored Natural Attenuation: A Survey of 191 Chlorinated Solvent Sites and 45 Solvent Plumes - McGuire, Newell, Looney, Vangelas, Sink, 2004

Se realizó una encuesta de expertos en la aplicación de la atenuación natural para comprender mejor cómo se está aplicando la atenuación natural monitoreada (MNA) en los sitios de solventes clorados. Treinta y cuatro profesionales de la remediación proporcionaron información general para 191 sitios donde se evaluó la MNA, y los datos específicos del sitio para 45 penachos de solventes clorados que se remediaban. Los encuestados indicaron que la MNA se excluyó como remedio en solo el 23 por ciento de todos los sitios donde se evaluó como una opción de recuperación. Los factores principales que excluyen a la MNA como un método de remediación fueron la presencia de una columna expansiva y un marco de tiempo de remediación estimado inusualmente largo. MNA

se está utilizando como el único remedio en aproximadamente el 30 por ciento de los sitios, y el 33 por ciento está implementando MNA junto con la remediación de la zona de origen. Los sitios restantes están implementando MNA con eliminación de penachos (13 por ciento), contención de fuentes (9 por ciento) o alguna otra estrategia (16 por ciento).

(7) Soil Attenuation Models (SAM) for Derivation of Risk-Based Soil Remediation Standards - Connor, Bowers, Paquette, Newel, 1997

Bajo un proceso de acción correctiva basada en el riesgo (RBCA, por sus siglas en inglés), los suelos y las aguas subterráneas impactadas por una liberación química deben ser remediados o controlados a niveles de concentración de modo que la migración adicional no exponga a los receptores humanos o ambientales a niveles peligrosos de componentes peligrosos. Para este propósito, se deben establecer niveles objetivo específicos para el sitio (SSTL) para la masa del suelo afectado, de modo que la migración subsiguiente de lixiviado del suelo a una unidad acuífera subyacente no cause una superación de los límites de exposición aplicables para el agua subterránea. Para obtener dichos estándares de protección de aguas subterráneas, se ha desarrollado un nuevo Modelo de Atenuación de Suelos (SAM) para proporcionar una estimación conservadora de la liberación de contaminantes del suelo a las aguas subterráneas en base a la información fácilmente disponible con respecto a la precipitación anual, el tipo de suelo, la profundidad al agua subterránea y la hidrogeología. Propiedades de la unidad portadora de agua subyacente. Mediante el uso de propiedades del sitio específicas o genéricas, este modelo analítico se puede usar para i) predecir las concentraciones de los constituyentes del límite superior en el agua subterránea, en función de la concentración observada en el suelo, o ii) volver a calcular un valor SSTL del suelo con un límite inferior basado en el nivel de detección basado en riesgo aplicable (RBSL) en el punto de exposición de las aguas subterráneas (POE). El modelo es aplicable al análisis de suelos de medios porosos impactados por constituyentes orgánicos e inorgánicos, en ausencia de líquidos de fase móvil no acuosa (NAPL).

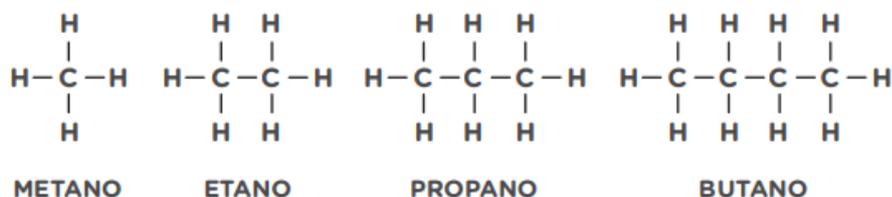
(8) Commission, Presidential/Congressional. 1997a. "Framework for Environmental Health Risk Management. Final Report, Volume 1." Washington, D.C.: The Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management. <http://www.riskworld.com/riskcommission/default.html>.

5. Alternativas

Más del 80 % del volumen de mercancías peligrosas que se transportan en Argentina por carreteras estimamos son petróleo y derivados del Petróleo (principalmente nafta, gasoil y GLP), gran parte de ellos combustibles e inflamables. Esto nos indica la importancia de este sector. La autoridad de aplicación de las normativas específicas de este transporte es la Subsecretaría de Combustibles de la Secretaría de Energía además de la Secretaría de Transporte de la Nación, está regulado en la Argentina por la siguiente Legislación:

- Ley 24.449/95 Ley de tránsito y Seguridad Vial,
- Decreto 779/95 Reglamentario de la Ley 24.449
- Los tanques (cisterna) deberán estar diseñados y construidos conforme a las disposiciones del Acuerdo ADR-TPC , ASME, API, DOT, IRAM, IEC.
- Res. ST 195/97 Incorporación de Normas Técnicas al Reglamento General para el Transporte de Mercancías Peligrosas.

Tanto el petróleo como el gas natural son productos que existen en la naturaleza y que hay que extraerlos de los yacimientos de las profundidades de la tierra o del mar. Generalmente suelen venir asociados (el petróleo y el gas juntos). Hay yacimientos de los que se pueden extraer principalmente gas natural y hay otros de los que se extraen principalmente petróleo. Ambos petróleo y gas natural están constituidos por hidrocarburos. Los hidrocarburos como su nombre lo indica son compuestos químicos de hidrógeno y de carbono que forman cadenas. Los primeros son en condiciones naturales de presión y temperatura gases, los restantes son líquidos. Presentamos aquí las fórmulas de los gases: metano, etano, propano y butano



a) Gas Natural Está constituido principalmente por metano, el hidrocarburo más simple junto a otros hidrocarburos: etano, propano, butano, agua con sales disueltas, anhídrido carbónico, etc. De los yacimientos mediante tratamientos, se lo separa y luego se transporta mediante gasoductos a presión a los centros de consumo (previo paso por la planta reguladora de presión). Este Gas Natural Comprimido (GNC) se destina para:

- Combustible para el consumo domiciliario y automotores (GNC)
- Centrales eléctricas e industria
- Materia prima para la industria petroquímica: derivados del metano

De los restantes hidrocarburos se separa:

- Etano para la industria petroquímica
- Propano y butano para Gas Licuado de Petróleo (GLP) como combustible y otros usos

Producción gases propano, butano y GLP de yacimientos de Gas Natural

- Capex SA en Agua de Cajón (Neuquén)

- Comp. Gral de Combustibles SA en Rio Gallegos (Santa Cruz)
- Compañía Mega SA (YPF, Petrobras, Dow) en Bahía Blanca
- Refinor SA (YPF, Pampa Energía, Pluspetrol) en Campo Durán (Salta)
- Total Austral SA en Neuquén y Tierra del Fuego (off shore)
- Transportadora de Gas del Sur (TGS) en Gral Cerri Bahía Blanca
- Vista Oil & Gas SA en Neuquén
- YPF de los varios yacimientos que tiene la empresa en varias provincias

Taba 1-1, Gases del Gas Natural, Peligrosidad en el Transporte Clase y N° ONU definido en

PRODUCTO	CLASE	N° ONU
Metano comprimido	2.1. (*)	1971
Metano líquido refrigerado	2.1.	1972
Gas Licuado de Petróleo	2.1.	1075
Etano comprimido	2.1.	1035
Etano líquido refrigerado	2.1.	1961
Propano	2.1.	1978
Butano, mezclas de butano	2.1.	1011

(*) Clase 2.1. Gases Inflamables

Tabla 1-1

Productos derivados del Gas Natural [Figura 1-1]

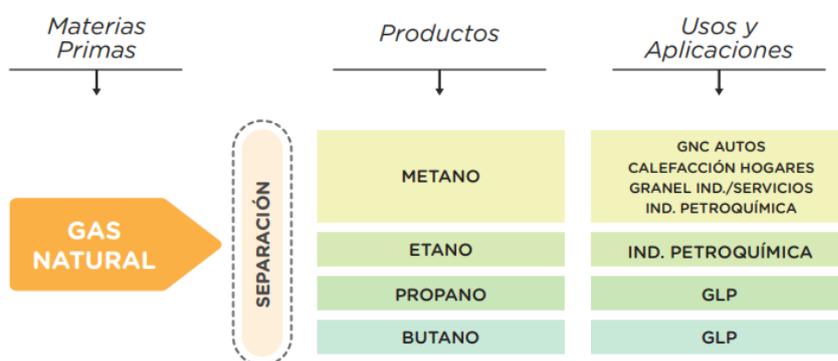


Figura 1-1 Productos derivados del Gas Natural

b) Gas Licuado de Petróleo Al Gas Licuado de Petróleo (GLP) de yacimientos se suma el GLP que se genera en las refinerías. Los gases de refinería provienen de los que trae el petróleo crudo y de las operaciones de cracking (térmico o catalítico) y de otras operaciones que se realizan en la refinería donde se obtienen productos livianos de productos más pesados. Si estos gases se someten a mayores presiones o a una temperatura suficientemente baja pasan al estado líquido produciéndose lo que se llama Gas Licuado de Petróleo (GLP) que es una mezcla principalmente de propano y butano. Este producto se transporta en camiones en forma líquida para los siguientes usos:

- A la industria y Servicios a granel como combustible
- Al consumo domiciliario fraccionándose en garrafas
- Para el llenado de aerosoles (principalmente butano)
- Como materia prima para la industria petroquímica: derivados del propano y del butano.

Producción de GLP de la Refinación de Petróleo

- Axion SA Refinería Campana (Prov. Bs.As.)
- Refinor SA Refinería Campo Durán (Salta)
- Shell (Raizen) Refinería Dock Sud (Prov. Bs.As.)
- Trafigura Arg. SA Refinería Bahía Blanca (Prov. Bs. As.)
- YPF Refinerías principalmente La Plata y Luján de Cuyo

c) Petróleo y sus derivados En estado natural el petróleo es un líquido de color negro aceitoso e inflamable constituido principalmente por infinidad de hidrocarburos líquidos e hidrocarburos gaseosos como metano, propano y butano que se extrae de la tierra o del fondo del mar por perforación con trépanos. El petróleo tal como se lo extrae se denomina petróleo crudo o petróleo bruto. Los principales derivados del petróleo obtenidos por destilación y otros procesos del petróleo crudo son:

- Combustibles gaseosos (Gas Licuado de Petróleo GLP)
- Combustibles Líquidos (naftas, kerosene, gasoil, fuel oíl)
- Aceites lubricantes y aceites para otros usos: aislantes etc.
- Solventes y Aguarrás
- Asfaltos
- Materias primas para la elaboración de productos petroquímicos

En el esquema siguiente se indican los derivados obtenidos en la 1ª etapa de la destilación. En las etapas siguientes de procesos de cracking, destilación al vacío y nueva destilación se obtienen las bases lubricantes, solventes y aguarrás, asfaltos y las materias primas para la industria petroquímica.

Derivados obtenidos de la 1° etapa de la destilación del petróleo (atmosférica) Figura 1-2

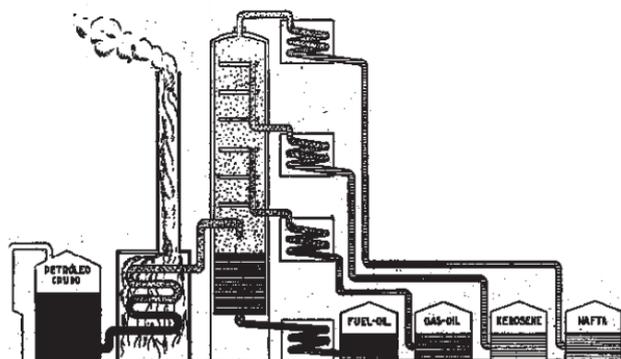


Figura 1-2 Derivados obtenidos de la 1° etapa de la destilación del petróleo (atmosférica)

El petróleo crudo se calienta a altas temperaturas en hornos tubulares pasando del estado líquido al estado gaseoso por la torre de destilación donde después de atravesar diferentes platos perforados se van condensado por enfriamiento de acuerdo con sus diferentes puntos de ebullición en diferentes condensadores tubulares para luego almacenarse en sus tanques respectivos (Tanques de nafta, de kerosene, de gasoil, de fuel oíl, etc.).

Se refinan estos productos eliminando agua, compuestos de azufre y oxígeno, gomas, productos coloreados e inestables, asfaltos y parafinas que producen corrosión, olor, depósitos etc. mediante

tratamientos físicos y químicos. Algunos de estos productos derivados del petróleo se formulan (mezclan) con diferentes colorantes, auxiliares y aditivos para lograr sus diferentes performances cumpliendo con especificaciones.

Productos Derivados del Petróleo [figura 1-3]

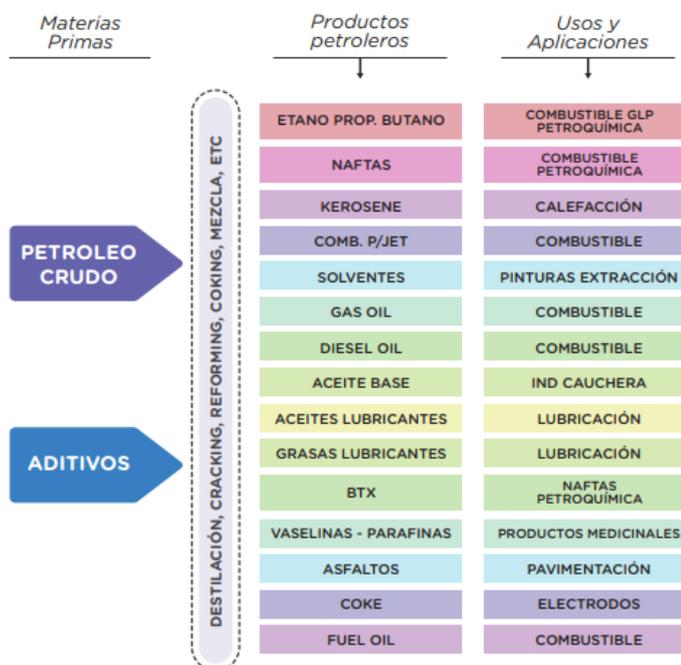


Figura 1-3 Productos Derivados del Petróleo

Líquidos Derivados del Petróleo Crudo Clase N° ONU Según Res. ST 195/97 [tabla 1-2]

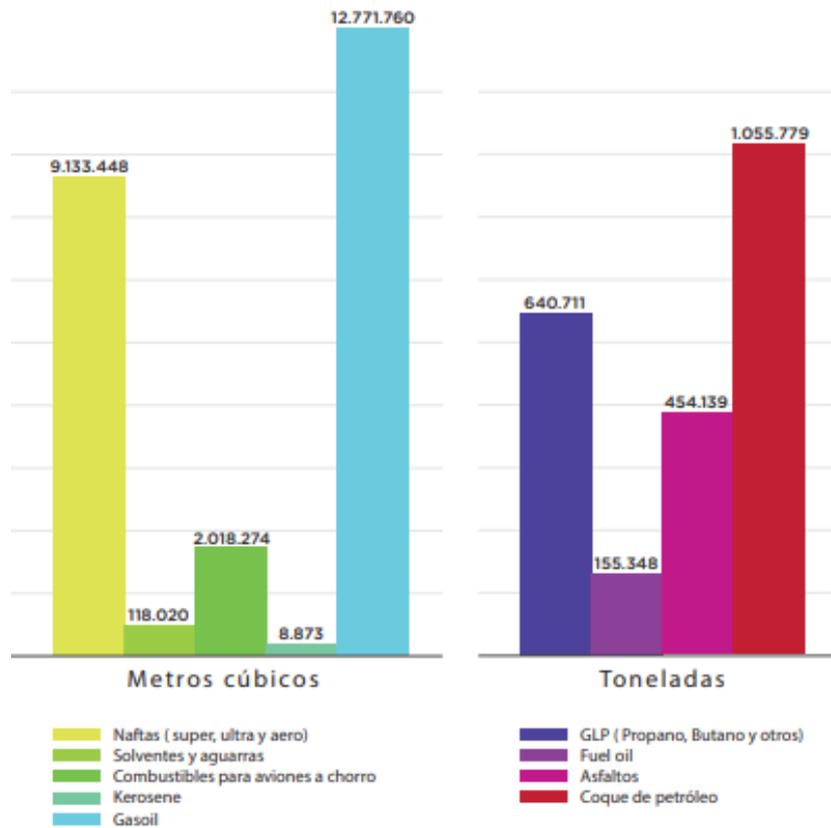
PRODUCTO	CLASE	N° ONU	SEGÚN RESOL. ST 195/97
Petróleo crudo	3 (*)	1267	
Naftas	3	1203	Combustible para motores
Kerosene	3	1223	Queroseno
Comb. para aviones jet	3	1863	Motores de turbina de aviación
Gasoil o Dieseloil	3	1202	Combustible para motores diesel
Fuel oil	3	1268	Destilados de petróleo
Asfaltos	3	1999	Alquitranes líquidos
Solventes (de petróleo)	3	1268	Destilados de petróleo
Aguarrás	3	1300	Sucedáneo de trementina
Aceites lubricantes (**)			
Aceites aislantes (**)			

(*) Clase 3 Líquidos inflamables
 (**) Productos No peligrosos. Resolución Secretaría de Transporte N° 75/2002

Tabla 1-2 Líquidos Derivados del Petróleo Crudo Clase N° ONU Según Res. ST 195/97

d) Transporte y Distribución El transporte y distribución de petróleo y derivados se realiza principalmente con camiones tanques o cisterna que trasladan los productos desde las terminales ubicadas a lo largo de red de poliductos, los puertos o las refinerías hacia los puntos de consumo especialmente estaciones de servicios, usinas y plantas industriales. Según el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (IAPG) la distancia media del transporte automotor de combustibles, se sitúa en el orden de los 250 km y casi nunca supera los 800 km.

Tabla 1-3 Año 2019 Ventas al Mercado. Productos derivados del Petróleo que se deben transportar a Estaciones de Servicio (EES), grandes consumidores, etc.



Fuente: IAPG

Tabla 1-3 Año 2019 Ventas al Mercado

e) Planes de Emergencias y Practicas

Los planes de Respuesta ante emergencias con Mercancías Peligrosas en el Transporte en vía pública los podemos clasificar de acuerdo con los grupos que los aplicarán en:

- Planes para los grupos de acción: bomberos, empresas especializadas en este tipo de respuesta, empresas dedicadas a la remediación, defensa o protección civil, medio ambiente, etc.
- Planes para las empresas transportistas con la asistencia de las empresas fabricantes o dadoras de carga

El Objetivos de los Planes es;

- Prevenir y minimizar las consecuencias del accidente evitando el mal mayor
- Controlar la emergencia evitando que se extienda
- Atender en un orden de prioridad colocando en primer término a las personas y al medio ambiente.

Actores Los actores de la emergencia serán:

- dador de carga del producto transportado
- La empresa transportista
- Los Policías, Bomberos y Hospitales que participen
- Empresas especializadas en la respuesta,
- Empresas de remediación

- Empresas de la autopista si participaren

El Plan de Emergencia se realiza por un Profesionales de Seguridad e Higiene en el Trabajo y Especialistas de Medio Ambiental de la empresa transportista con la asistencia del dador de carga y fabricante, analizando;

- El tipo de peligrosidad del producto (ficha de Intervención)
- Estado del vehículo, documentación del vehículo, producto y del chofer
- La operación de carga en las instalaciones del fabricante
- El itinerario básico y alternativos
- Mapas de Riesgo que incluyen iconografía vial, mapas de biodiversidad etc.
- La operación de descarga en las instalaciones del cliente del fabricante, todo en las peores circunstancias climáticas, del camino, etc.

Se deben considerar aspectos internos y externos a la empresa transportista.

Dentro de los aspectos internos se debe analizar:

- Inventario de los recursos del transportista: equipos de transvase, choferes de reemplazo para la emergencia etc.
- Capacitación previa sobre el producto de los choferes
- Guardia permanente del transportista.
- Haber convenido con el dador de carga o fabricante quien atenderá a la prensa ante eventuales accidentes

Dentro de los aspectos externos al transportista se debe disponer de:

- Inventario de los recursos del dador de carga o fabricante incluido la guardia permanente y el asesor técnico sobre el producto disponible a toda hora.
- Listado, teléfono de contactos de los mencionados actores a lo largo del itinerario. Realizar las entrevistas que correspondan.
- Inventario de los recursos de policías, bomberos y hospitales y de los restantes actores
- Capacitación previa de los diferentes actores sobre el producto principalmente de policías, bomberos y hospitales
- Entregar a cada uno de estos un Manual con información sobre el producto y las recomendaciones para la prevención de accidentes.
- Empresas de alquiler de grúas, empresas proveedoras de equipos de transvase a lo largo del itinerario: direcciones y teléfonos.

La Empresas dadoras de carga, transportistas en su plan Responsabilidad Social, realizan en forma anual planifican sus simulacros con el fin de verificar los planes de emergencias [Figura 1-4], participando clientes receptores del hidrocarburo [pej. estaciones de servicio, dadores de carga], Protección Civil, Federación Bomberos Voluntarios, Autoridades Ambientales [Ministerios de MA (Medio Ambiente) Nación, MA de las Provincias y Municipios], Agencias de Seguridad Vial, Policías de Tránsito, Gendarmería Nacional, Centro de Información para Emergencias en el Transporte (CIPET), Fabricantes de Cisternas, Fabricantes de Camiones, Organismos Públicos Servicios Agua,

GAS, Consorcios Camineros (peajes), Prefectura Naval Argentina, Empresas de Seguros, Empresas Respuesta a Emergencia Primaria, Empresas de Remediación y comunidad. Donde se tratan las medidas seguridad pasivas y activas de las unidades que transportan los combustibles en materia de seguridad vial y acciones durante las emergencias, minimizando los daños a las personas, al medio ambiente en caso de emergencias con derrame con/sin fuego.



Figura 1-4 - 07 y 08-06-2019– Loc. Cañada Roquin Prov. Santa Fe [@Difusión#ODS Santa Fe]

f) Siniestros viales

Los Conductores Profesionales de sustancias peligrosas, que poseen sus exámenes psicofísicos y cursos de manejo específicos, no están exentos de a la accidentología Vial de la República Argentina, en la Figura 1-5 en el año 2018 y los datos preliminares desde 13/04 al 8/11 brindados por agencia de seguridad vial.

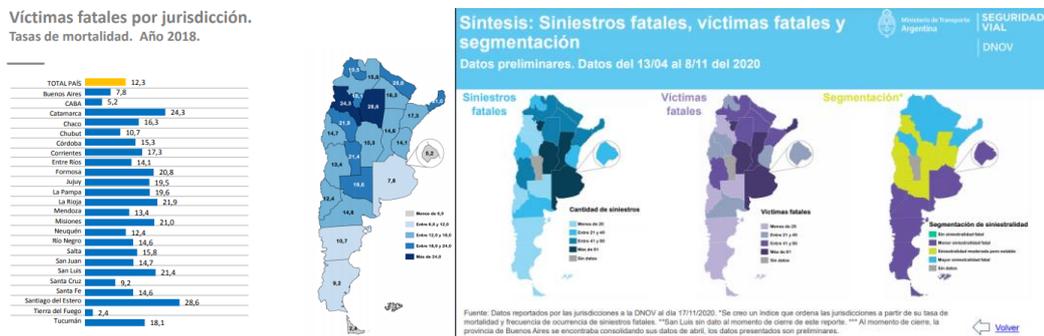


Figura 1-5 [<https://www.argentina.gob.ar/seguridadvial>]

El Centro de Información Para Emergencias en el Transporte [CIPET] en la tabla 1-4 identifico los siniestros de transporte de sustancias peligrosas en los últimos cinco años SIN fugas de producto y CON fugas de producto;

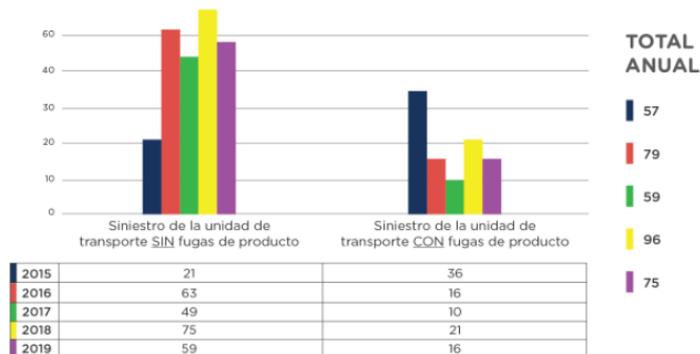


Tabla 1-4 Siniestros Con/Sin Fugas

En la siguiente tabla 1-5, se analiza la Clase de Riesgo de la Mercancía Peligrosa [por clase/por año]

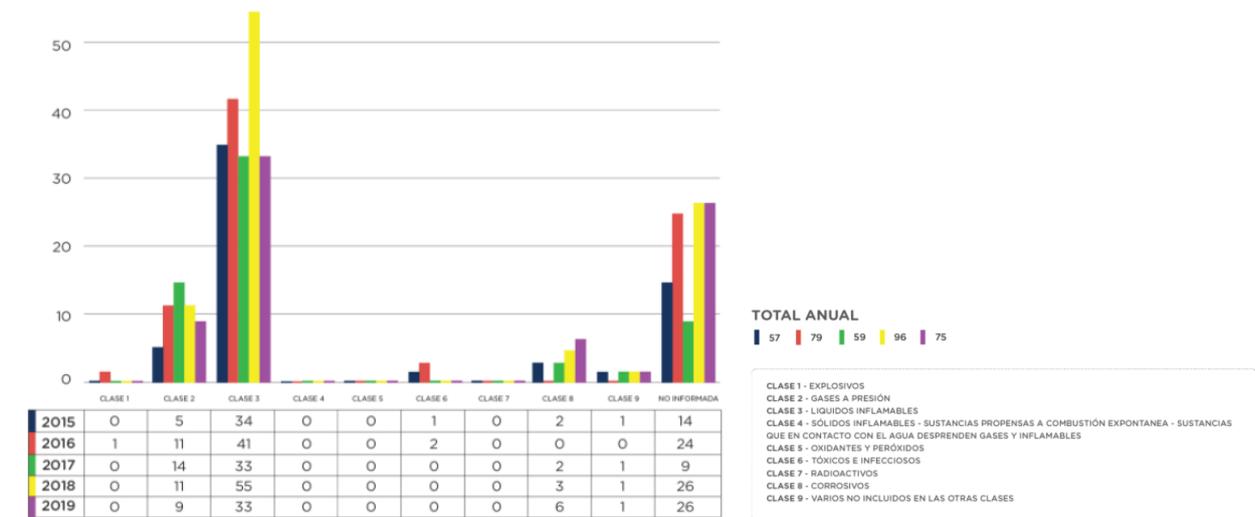


Tabla 1-5 Clase de Riesgo de la Mercancía Peligrosa

Como se observa la accidentología vial en los últimos años no ha disminuido y esta problemática hace que los conductores profesionales de sustancias peligrosas están expuestos a los factores humanos de terceros y propios, climáticos y de infraestructura de los caminos. El primero de ellos es la causa principal de los accidentes que poseen las unidades, causando despiste, vuelcos de las cisternas con/sin fugas de combustibles de sus compartimientos que en algunos casos de 30 m3, con/sin afectados suelos de banquetas.

Analizando la problemática con fugas, nos focalizaremos en la clase 3 de líquidos inflamable pe. naftas, gasoil, que son transportadas con mayor frecuencia al abastecimiento de las estaciones de servicios de distintas petroleras.

Para la presente investigación de evaluaciones de riesgos vinculadas a los sitios contaminados con derivados de hidrocarburos, se analiza el siguiente siniestro; "...cuando una unidad de transporte, estaba cruzando el paso nivel es colisionado por un tren en el cruce ferroviario, a partir de dicho siniestro se derramó un volumen de diesel, aproximadamente 6.000 litros en la orilla de las vías, mano al Norte. Loc. San Lorenzo Prov. Santa Fe en las intersecciones de las calles Bv. Mitre y Uruguay, más precisamente en el paso a nivel de Bv. Mitre y las vías del Nuevo Central Argentino (NCA), empresa privada Argentina que explota la operación e infraestructura de carga del Ferrocarril General Bartolomé Mitre. Impactando una porción de terreno de una superficie aproximada de 120 m2."

Se activa el rol de emergencia, desde la recepción del llamado al 08006662282, (chofer o tercero) al dador de carga quien hace preguntas claves de ubicación, con o sin derrame, con o sin fuego, heridos, código de las chapas color reflectivas naranja (Organización Naciones Unidas). En forma paralela se activa por intermedio del Centro de Información Para Emergencias en el Transporte (bombero, defensa civil, ambulancias, concesionarios viales "peajes" etc.) para la atención primaria.

De la misma forma se activa guardias de emergencias para asistencia al lugar del siniestro para efectuar las tareas tendientes a evitar la contaminación del medio físico a partir del control del derrame.

Cuando se hayan producido o puedan producirse daños ambientales en un sitio, que ocasione una amenaza seria e inminente a la salud pública o al ambiente, la Autoridad de Aplicación deberá disponer las medidas de manejo de contingencias que considere necesarias para prevenir o mitigar los riesgos y/o el daño ambiental. Las mismas correrán por cuenta y costa del sujeto responsable y, en caso de inacción de este, llevadas a cabo por la Autoridad de Aplicación en cuyo caso, las erogaciones que impliquen podrán ser reclamadas a través del mecanismo de recupero de costos.

Al producirse este tipo de contaminación, desde un punto de vista medioambiental, se alteran las características físicas, químicas o biológicas de los factores medioambientales en grado tal que supongan un riesgo inaceptable para la salud humana o los ecosistemas.

En todos los casos y definiciones, los sitios contaminados están relacionadas con el riesgo para la salud humana y otros bienes a proteger, toda vez que son fuentes de emisión de sustancias nocivas (contaminantes), que pueden afectar al hombre, a los recursos hídricos, fauna, flora y ecosistemas. Los sistemas de gestión/manejo de sitios contaminados abarcan las siguientes etapas:

- **Evaluación Preliminar:** el objetivo de esta etapa es reunir toda la información disponible sobre lo histórico de la ocupación de un sitio para lograr una idea sobre las posibles fuentes de contaminación y riesgos. También se elabora un primer modelo conceptual de las contaminaciones, posibles propagaciones y escenarios de exposición. Los instrumentos más aplicados son las investigaciones histórico-industriales y el análisis de fotos aéreas de diferentes épocas para identificar indicios de contaminación de sitios a lo largo del tiempo.
- **Investigación confirmatoria y/o investigación detallada:** Es el proceso de confirmación si se sospecha que existe contaminación a través de un programa de estudio de muestreo y análisis. Consiste de una etapa de planeación, una etapa de muestreo por medios técnicos como la prospección o sondeo y la evaluación de los resultados. Primero debe revisarse toda la información disponible generada durante la evaluación preliminar, después el muestreo durante la cual se inspecciona el sitio se colecta y analizan muestras de suelo, agua superficial y subterránea, sedimentos y aire, y se pueden realizar por ejemplo investigaciones adicionales como análisis geofísicos. Por último, se realiza la evaluación e interpretación de todos los datos y se prepara el informe de la investigación que debe incluir la descripción de las actividades pasadas y actuales, y el manejo de residuos en el sitio, las sustancias peligrosas detectadas y sus concentraciones, las rutas de migración de estas sustancias (vías de propagación) y el impacto sobre los seres humanos y el ambiente.
- **Evaluación de riesgo:** Proceso por el cual se identifica, evalúa y valora la probabilidad de que la presencia de uno o varios contaminantes en un suelo produzcan o puedan producir efectos sobre la salud humana o el medio ambiente. El riesgo de que un contaminante presente en un suelo pueda

suponer la existencia de contaminación en el mismo se evalúa a partir de la concurrencia de tres factores:

- La concentración de contaminantes en el suelo.
- La exposición a la contaminación de las personas por diferentes vías.
- La toxicidad de las sustancias.
- Bloqueando vías de transporte
- Protegiendo a los receptores

Evaluación del riesgo: Cuantificar la probabilidad de que una POBLACIÓN expuesta a cierto CONTAMINANTE pueda sufrir efectos adversos a la SALUD

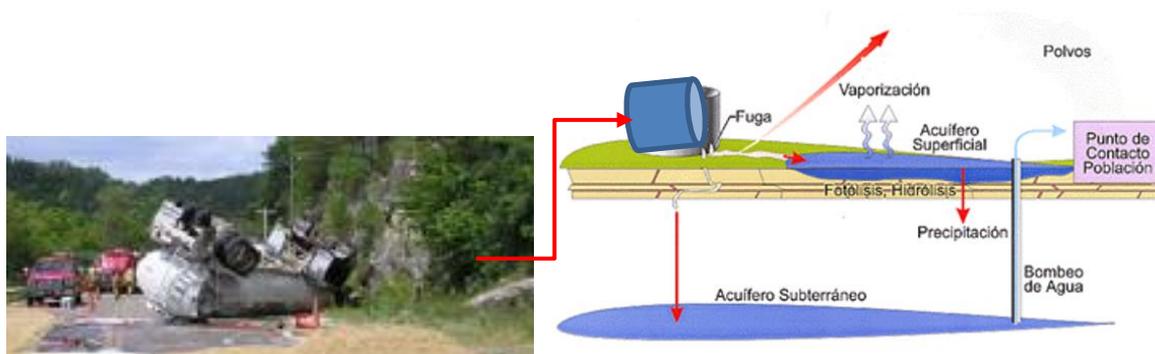


Figura 1-5 Escenario de Exposición

El objetivo de la identificación del peligro es determinar si la información existente de un compuesto dado indica relaciones causales entre la exposición a ese compuesto y efectos adversos a la salud humana. Si se identifica un efecto adverso potencial el siguiente paso es realizar estudios tipo Dosis-Respuesta.

El objetivo de la evaluación de Dosis-Respuesta es establecer la cantidad de un compuesto a la cual un organismo está expuesto (Dosis) y los efectos adversos a la salud (Respuesta). Básicamente las sustancias se consideran en dos categorías: no-carcinogénicas o carcinogénicas. Las primeras presentan un umbral definido por el NOAL (No Observed Adverse Effect Level) que deriva de estudios epidemiológicos y pruebas de laboratorio. El NOAL se expresa como TDI (Tolerable Dally Intake) o RfD (Reference Dose). Las sustancias carcinogénicas no tienen umbral: pequeñas dosis pueden causar efectos adversos en la salud. Se expresan como Slope Factor (SF). Tanto las RfD como los SF están disponibles para muchas sustancias en bases de datos de sustancias tóxicas.

En la evaluación de la exposición se estiman las dosis efectivamente recibidas por humano cuando, de algún modo, se ponen en contacto con una sustancia tóxica,

El último paso es la caracterización del riesgo. Una evaluación cuantitativa del riesgo (R) se calcula combinando estimaciones cuantitativas de la exposición (E) y el peligro que presentan a la salud las sustancias contaminantes –medido por la toxicidad (T)- de acuerdo a la expresión general: $E=R \times T$

Para un análisis de riesgo ambiental, la toxicidad (T) toma las siguientes formas, en función de si la sustancia es o no cancerígena.

- Los efectos de las sustancias no-cancerígenas se expresan en un índice de Peligro (HI, Hazard Index) una cantidad adimensional que compara la exposición siguiente: $HI = E/Rfd$
- El riesgo de las sustancias cancerígenas se expresa como la probabilidad de contraer cáncer como resultado de la exposición a una sustancia cancerígena según la expresión:

$$R = E \times SF$$

Por su parte, la exposición ambiental a un contaminante (E) ocurre por ingestión, inhalación o absorción dérmica. En términos generales, la estimación cuantitativa de la exposición adquiere la siguiente expresión:

$$E = \frac{C \times TC \times FE \times DE}{PC \times TP}$$

C = es la concentración de las sustancias en cada medio

TC = es la tasa de contacto

FE = es la frecuencia de la exposición

DE = es la duración de la exposición

PC = es el peso del cuerpo

TP = es el tiempo promedio

Reemplazando E en las ecuaciones de caracterización de riesgo quedan las siguientes expresiones para la caracterización de riesgo de sustancias no-cancerígenas y cancerígenas respectivamente.

$$HI = \frac{CP \times TC \times FE \times DE}{PC \times TP \times RfD} \quad R = \frac{C \times TC \times FE \times DE \times SF}{PC \times TP}$$

Ambas ecuaciones pueden resolverse para responder a la pregunta qué concentración de un contaminante dado satisface determinados niveles de riesgo aceptado, despejando a las ecuaciones C (concentración del compuesto analizado).

Para ello es necesario establecer valores al riesgo aceptado y a las demás variables de las cuales depende la exposición. Los niveles de riesgo aceptados para cancerígenos varían de 10^{-4} a 10^{-6} , mientras que el nivel de riesgo aceptado para no cancerígenos es igual a 1. Las variables de frecuencia de la exposición; duración de la exposición; peso del cuerpo y tiempo promedio se definen en función de los receptores evaluados, mientras que la tasa de contacto toma diversas formas en función de los medios involucrados.

En un Análisis de Riesgo tipo RBCA, los Risk Based Screening Levels (RBSL s) se calculan mediante esa expresión general. Los RBSLs son límites de concentración para distintos compuestos en suelo y agua subterránea calculados bajo metodología EPA, asumiendo posturas genéricas y conservadoras que aseguren la protección a la salud humana.

$$RBSLn = \frac{HI \times PC \times TP \times RfD}{TC \times FE \times DE} \quad RBSLc = \frac{PC \times TP \times R}{TC \times FE \times DE \times SF}$$

Si estos límites se exceden, se puede optar por remediar el sitio para alcanzar los RBSLs o realizar un análisis de tipo Tier 2 para definir niveles de limpieza especificados para el sitio (SSTLs).

Riesgo aceptable es uno de los aspectos más rípidos en un Análisis de Riesgo es el concepto de riesgo aceptable. Básicamente implica aceptar, por ejemplo, que como consecuencia de una

determinada concentración de compuestos químicos, el riesgo de contraer cáncer podría incrementarse entre 10^{-6} a 10^{-4} . Caben las siguientes consideraciones al respecto.

La primera es que para valores de calidad ambiental tabulados el criterio de riesgo aceptable también se aplica. De forma expresa o implícita, directa o indirectamente, el riesgo aceptable está presente, como lo ejemplifica el caso del benceno en la Tabla 1 de la Ley 24.051 donde el riesgo aceptable utilizado fue de 10^{-5} .

La segunda consideración es respecto al significado de, por ejemplo, “el riesgo aceptable es de 10^{-6} ”. Esa expresión debe entenderse como “el riesgo incremental aceptado es 10^{-6} ” o “el riesgo que se considera aceptable es de un caso más de cáncer cada un millón”. Esto significa que se considera aceptable que, como consecuencia de una determinada concentración de compuestos químicos, el riesgo de contraer cáncer se incrementa en 1 en un millón respecto de las demás formas de contraer cáncer. Algunas actividades que también se considera que aumenta en uno en un millón el riesgo de muerte pueden servir para dar cuenta del significado concreto de la expresión: fuma un 1,4 cigarrillo; tomar medio litro de vino; estar una hora en una mina de carbón; vivir dos días en nueva Cork o Boston⁹.

Podría argumentarse que no hay ninguna justificación ética al concepto de riesgo aceptable, que el único riesgo aceptable es el no-riesgo o riesgo cero. En términos de Objetivos de Remediación implicaría erradicar completamente la contaminación de un sitio. Pero devolverse a un sitio sus condiciones prístinas puede enfrentarse a dificultades técnicas, económicas o logísticas que podrían postergar indefinidamente su saneamiento.

- **Medidas de intervención:** Se trata de un conjunto de medidas correctoras que tienen por objeto reducir hasta niveles aceptables los riesgos derivados de la contaminación del suelo. Estas medidas pueden ser diferenciadas como:

Medidas de remediación que:

- Descontaminan o reducen la masa y concentración de los contaminantes a través de complejos procesos físico-químicos y biológicos, eliminando o disminuyendo así los riesgos; Ejemplo de tratamiento es el Proceso biológico (Bioremediación), el cual proporciona la degradación de los contaminantes por la acción de bacterias en el suelo y aguas subterráneas. Los suelos pueden eventualmente ser reutilizados después del tratamiento.
- Aíslan los contaminantes y así impiden su contacto con los receptores (bienes a proteger, salud humana) y de esta manera controlan, eliminan o disminuyen el riesgo. Como por ejemplo tenemos la excavación de suelos y disposición de materiales contaminados (suelo y residuos sólidos) en rellenos especiales; el aislamiento de las aguas subterráneas de una fuente de contaminación por medio de paredes y/o o pozos de bombeo; son las medidas más comunes aplicadas para aislar contaminaciones y de esta manera controlar sus riesgos.
- Medidas de control de ingeniería: posibilitan a través del propio proyecto arquitectónico y de construcción, controlar el riesgo como en el caso de los decks alejados de suelos

contaminados, imposibilitando de esta manera el contacto de la población con las contaminaciones residuales contenidas en los suelos.

- Medidas de control institucional: consisten básicamente en restricciones de acceso y de uso de sitios y aguas subterráneas potencialmente contaminadas.

5.1 Elección de alternativa.

Para el análisis y comparación de las alternativas planteadas se propone una escala numérica, con un valor mínimo de 1 y un máximo de 5. El primero corresponde al valor menos favorable y el segundo, al más favorable, en cada aspecto considerado. Por ende la alternativa que sume un valor total mayor será la mejor alternativa entre las opciones consideradas para el abordaje del problema. Se evaluarán los siguientes aspectos:

- Técnico: considera el conocimiento previo necesario para aplicar cada tipo de remediación. Cuanto menor es el valor, se requiere más conocimiento.
- Metodológico: considera la complejidad de implementación del tipo de remediación. Cuanto menor es el valor, menos complejo será el mismo.
- Ambiental: Considera el beneficio ambiental de la aplicación de uno u otro método de remediación.
- Económico: Considera el costo de la aplicación de cada método de remediación.
- Aplicabilidad: considera la dificultad de aplicación de cada método, en función de los requerimientos autoridad de aplicación de cada uno.
- Efectividad: considera la capacidad para realizar adecuadamente la función de método.

A Continuación, en la figura número 1, se observa la matriz de comparación de alternativas.

Método de remediación	Aspectos Evaluados						Total
	Técnico	Metodológico	Ambiental	Económico	Aplicabilidad	Efectividad	
Tradicional	1	2	2	5	2	2	14
RBCA	3	3	5	4	5	5	25

Figura Nro. 2.- Matriz de comparación de alternativas.

Del estudio realizado se desprende que, conforme a las consideraciones evaluadas se utilizara el método *Risk based corrective actions applied to petroleum contaminated sites (RBCA)*. es el más adecuado para mejorar las evaluaciones de riesgos en los distintos tipos de remediaciones con derivados de petróleo. Dado que la limpieza (remediación) tradicional solo se limita al retiro de suelos ex situ con determinado ppm y muestreo final compensado de Hidrocarburo Totales de Petróleo, sin analizar todas las variables en una Gestión de Riesgo Ambiental

6. Desarrollo

6.1 Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos para la salud humana es el proceso de caracterizar la naturaleza y la magnitud de los riesgos para la salud (por ejemplo, cáncer, defectos de nacimiento o enfermedad hepática) para los seres humanos a partir de sustancias químicas y otros factores estresantes que pueden estar presentes en el medio ambiente (USEPA 2012c). La evaluación de riesgos es un componente integral de la gestión de riesgos que proporciona un fundamento científico y defendible para respaldar las decisiones para la protección de la salud humana y el medio ambiente. La evaluación de riesgos está interconectada con la comunicación de riesgos y otros componentes dentro del proceso interactivo para la toma de decisiones de gestión de riesgos. Este proceso iterativo e interconectado, junto con una gestión para la evaluación de riesgos, se muestra en la Figura 1-6.

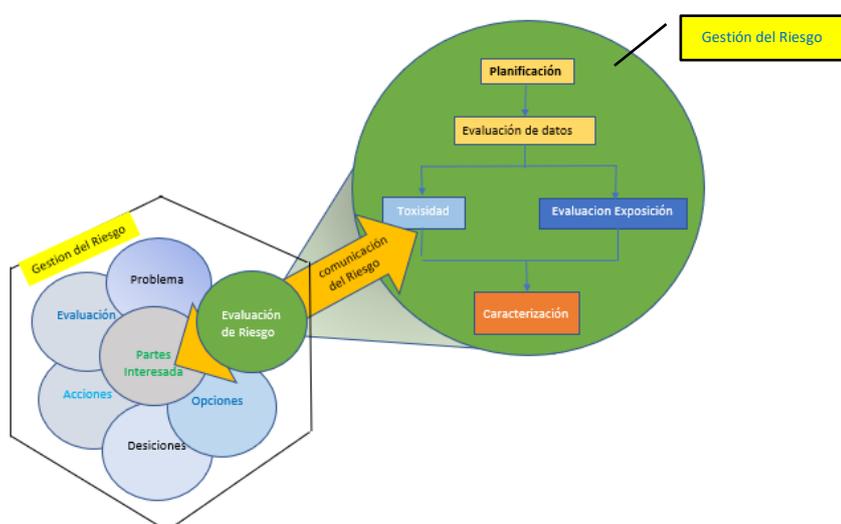


Figura 1-6 Gestión para la evaluación de riesgos.

Fuente: Adaptado de la Comisión 1997a.

Para una evaluación de riesgos de la salud humana se aborda cuatro preguntas:

- ¿Cuáles son los posibles efectos adversos para la salud humana (cancerígenos y no cancerígenos) de la exposición a una sustancia química presente en los medios ambientales?
- ¿Cuál es la concentración de una sustancia química en los medios ambientales a los que estará expuesta una persona?
- ¿Cuánto contacto tendrá una persona con una sustancia química en medios ambientales?
- ¿Cuál es la relación entre las concentraciones de una sustancia química en los medios ambientales y la incidencia o gravedad de los posibles efectos adversos para la salud humana?

Tenga en cuenta que estas cuatro preguntas no suponen que la presencia por sí sola de una sustancia química en los medios ambientales represente necesariamente un riesgo para la salud humana. La evaluación de riesgos busca cuantificar si las concentraciones presentes en el medio

ambiente tienen el potencial de representar un riesgo inaceptable para la salud humana y proporcionar información para respaldar las decisiones para mitigar, reducir o eliminar el riesgo inaceptable.

La complejidad de una evaluación de riesgos puede variar y es posible que no siempre se justifique una evaluación de riesgos detallada y específica del sitio. En algunos casos, una evaluación de riesgo a nivel de detección utilizando información reglamentaria predeterminada (por ejemplo, escenarios de exposición predeterminados y factores de exposición) puede ser suficiente. En cualquier caso, la incorporación de la evaluación de riesgos en un proyecto de limpieza requiere una planificación adecuada para definir el alcance, el enfoque técnico y el modelo conceptual del sitio (MCS) para la evaluación de riesgos. El plan debe basarse en la comprensión de los objetivos de la gestión de riesgos y la necesidad de comunicación con y entre los involucrados o afectados por la evaluación de riesgos.

El plan incluye el desarrollo de un programa de recopilación de datos para **identificar los datos** que se recopilarán y la cantidad y calidad de los datos apropiados para la evaluación de riesgos. El objetivo de la recopilación de datos es caracterizar las exposiciones actuales o futuras razonablemente anticipadas para respaldar las decisiones de **gestión de riesgos**.

El proceso de estimación del riesgo consta de tres pasos principales:

- evaluación de la toxicidad (identificación del peligro y evaluación de la dosis-respuesta),
- evaluación de la exposición y
- caracterización del riesgo (Figura 1-2).

Sobre la base del análisis de datos, se lleva a cabo una evaluación de toxicidad para identificar el peligro potencial y la toxicidad asociados con los productos químicos en los medios ambientales. Se lleva a cabo una evaluación de la exposición para evaluar la movilidad y la concentración en el punto de exposición (CPE) de las sustancias químicas en los medios ambientales e identificar las vías de exposición y los receptores. La información de la evaluación de la toxicidad y la evaluación de la exposición se combinan en la caracterización del riesgo para estimar y describir el riesgo potencial para la salud humana asociado con la exposición a sustancias químicas en medios ambientales. Los resultados de la evaluación de riesgos respaldan las decisiones de gestión de riesgos que protegen la salud humana.

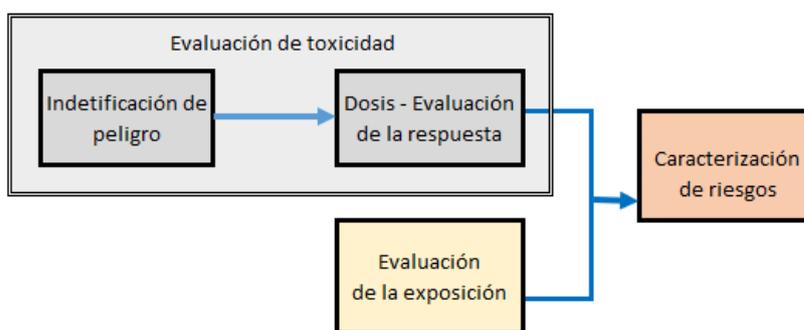


Figura 1-7. El proceso de estimación del riesgo.
 Fuente: Adaptado de USEPA Human Health Risk Assessment (USEPA 2012c)

6.2 Evaluación de toxicidad

La evaluación de la toxicidad consta de dos pasos: identificación de peligros y dosis - evaluación de la respuesta. La identificación de peligros es el proceso de determinar si la exposición a una sustancia química puede causar un aumento en la incidencia de un efecto adverso para la salud humana (por ejemplo, cáncer, defectos de nacimiento o enfermedad hepática). La evaluación dosis-respuesta es el proceso de cuantificar la relación entre el grado de exposición a la sustancia química y la incidencia o gravedad de los efectos adversos para la salud humana. La evaluación de la toxicidad considera los tipos de efectos adversos para la salud humana asociados con la exposición a una sustancia química, las relaciones entre la magnitud de la exposición y los efectos adversos para la salud humana, y las incertidumbres relacionadas (USEPA 1989a).

La evaluación de la toxicidad da como resultado una lista de sustancias químicas y valores de toxicidad (por ejemplo, una dosis de referencia o un factor de pendiente del cáncer) que expresan la toxicidad de una sustancia química específica. El valor de toxicidad incorpora los resultados de las evaluaciones de riesgo y dosis-respuesta con factores de seguridad para abordar las incertidumbres. Este valor también proporciona información sobre la calidad de los datos, como el peso de la evidencia de los carcinogénicos de una sustancia química en particular en los seres humanos. Las evaluaciones de toxicidad pueden concluir que no se puede desarrollar un valor de toxicidad debido a datos inadecuados o insuficientes.

Evaluación de la exposición

La evaluación de la exposición cuantifica la magnitud, frecuencia y duración de la exposición humana real o potencial a sustancias químicas en medios ambientales, así como la variabilidad e incertidumbre asociadas. El objetivo es proporcionar una estimación cuantitativa respaldada de la exposición que protege la salud humana en función de los datos de caracterización del sitio, los MCS y los patrones de actividad del receptor. Esta información se utiliza para estimar los riesgos potenciales para los receptores y las decisiones de gestión de riesgos posteriores.

La evaluación de la exposición incluye las siguientes actividades (consulte la Figura 1-3):

Paso 1, Caracterización del entorno de exposición. El entorno de exposición se caracteriza con respecto a los aspectos físicos del sitio, incluida la topografía, el clima, la vegetación y la hidrología del agua subterránea. También se identifican los receptores actuales y potenciales y se describen las características que influyen en su exposición, como su ubicación en relación con el sitio, patrones de actividad, presencia de subpoblaciones sensibles y actividades y usos de la tierra razonablemente anticipados (USEPA 1989a; USEPA 1995e). Este proceso comienza durante la etapa de planificación de la evaluación de riesgos con el desarrollo del MCS.

Paso 2, Identificación de vías de exposición. Las vías de exposición describen mecanismos específicos por los cuales los seres humanos podrían estar expuestos a sustancias químicas en un sitio o que se originan en él. La identificación de las vías de exposición considera información que incluye fuentes, emisiones, tipos y ubicaciones de sustancias químicas, medios ambientales, destino y transporte de las sustancias químicas, así como la ubicación, proximidad y actividades de

las poblaciones receptoras. Las rutas de exposición (ingestión, contacto dérmico e inhalación) y las áreas de exposición se identifican para cada ruta de exposición. Este proceso también comienza durante la etapa de planificación de la evaluación de riesgos con el desarrollo del MCS.

Paso 3, Cuantificar la exposición. La exposición se cuantifica estimando la magnitud, frecuencia y duración de la exposición para cada vía (estimando las concentraciones de exposición y cuantificando las ingestas). Estas estimaciones son conservadoras pero dentro de un rango de exposición realista para cada vía de exposición para cada receptor.



Figura 1-8. El proceso de evaluación de la exposición.

Fuente: USEPA 1989a.

Las evaluaciones de exposición generalmente se realizan para dos conjuntos de condiciones: (1) condiciones basadas en las concentraciones químicas actuales y la distribución química en los medios ambientales junto con el uso actual de la tierra en el sitio y fuera del sitio; y (2) condiciones basadas en concentraciones y distribución futuras pronosticadas junto con el uso futuro de la tierra razonablemente anticipado. Las estimaciones de exposición para los usos actuales de la tierra se utilizan para determinar si se necesitan acciones inmediatas o medidas provisionales para mitigar las exposiciones existentes y en curso. Las estimaciones de exposición para el uso futuro de la tierra razonablemente anticipado se utilizan para determinar si se necesitan medidas correctivas para la protección a largo plazo en un sitio (USEPA 1989a).

6.3 Caracterización de riesgos

La caracterización de riesgos es el paso final del proceso de evaluación de riesgos para la salud humana. Este paso combina los resultados de la evaluación de la exposición (magnitud, frecuencia y duración de la exposición) y la evaluación de la toxicidad (valor de toxicidad) para proporcionar una estimación cuantitativa del riesgo (por ejemplo, riesgo de cáncer de por vida en exceso incremental). Junto con la estimación cuantitativa del riesgo, se produce una narrativa cualitativa (por ejemplo, una descripción de poblaciones potencialmente sensibles). La narrativa describe los supuestos clave, juicios profesionales, estimaciones de incertidumbres y otros problemas y preguntas que se identificaron y resolvieron durante la evaluación de riesgos. Esta discusión

también proporciona información que se puede utilizar para comunicar riesgos potenciales y decisiones de acciones correctivas a las partes interesadas.

6.4 Gestión de riesgos

La Evaluación de Riesgos y Gestión de Riesgos es un marco iterativo e interactivo que consta de seis etapas, con la comunicación de riesgos como un componente importante de todas las etapas. Este marco se muestra en la Figura 1-6 con los conceptos resumidos a continuación:

- Contexto del problema: defina el problema y colóquelo en contexto.
- Evaluación de riesgos: analice los riesgos asociados con el problema.
- Opciones: examine las opciones disponibles para abordar los riesgos.
- Decisiones: decida qué opciones reducirán o evitarán los riesgos.
- Acciones: actuar sobre las decisiones.
- Evaluación: evalúe la acción realizada.
- Comunicación de riesgos: colaborar e involucrar a las partes interesadas desde el principio.

La gestión de riesgos define el problema que se abordará mediante la evaluación de riesgos, proporciona orientación para la evaluación de riesgos y selecciona e implementa acciones científicas y defendibles para proteger la salud humana de conformidad con las leyes vigentes.

Estas acciones se basan en la comprensión y consideración del potencial de que las personas se vean perjudicadas según lo identificado en la evaluación de riesgos, junto con otras cuestiones que pueden ser relevantes para las partes interesadas (por ejemplo, cuestiones ambientales, sociales, culturales, políticas y económicas).

En el contexto de la limpieza de sitios contaminados, el proceso de gestión de riesgos se implementa a través de varios mecanismos que pueden incluir estatutos, regulaciones, políticas, pautas y toma de decisiones regulatorias. Estos mecanismos pueden definir los objetivos, procesos y parámetros que afectan una evaluación de riesgos y los criterios de decisión que afectan las acciones a tomar como resultado de la evaluación de riesgos. Los enfoques de la gestión de riesgos para la limpieza de sitios contaminados varían según las Provincias debido a diferencias entre las Provincias que incluyen la base legal y el marco para la gestión de riesgos, la estructura de la política regulatoria, los enfoques técnicos, las prácticas de toma de decisiones y los factores políticos. Dadas estas diferencias, el marco regulatorio específico dentro del cual se está llevando a cabo el proyecto y su efecto en la evaluación de riesgos, particularmente al inicio del proyecto, debe entenderse de manera que tanto la investigación como la evaluación de riesgos cumplan con las metas y expectativas de gestión de riesgos de las partes interesadas.

Las decisiones de gestión de riesgos deben considerar las opiniones de las partes interesadas afectadas por la decisión junto con los siguientes factores:

la mejor información técnica disponible, incluido un "análisis del peso de la evidencia científica que respalda las conclusiones sobre los riesgos potenciales de un problema para la salud humana"

Sensibilidad a las consideraciones políticas, sociales, legales y culturales.

Examen de distintas opciones de gestión de riesgos legales, reglamentarias y no reglamentarias.

viabilidad, con beneficios razonablemente relacionados con sus costos alternativas a la regulación de comando y control, incluidos incentivos para la innovación, la evaluación y la investigación capacidad para implementarse de manera efectiva, rápida, flexible y con el apoyo de las partes interesadas.

En general, la gestión de riesgos implica tomar decisiones con respecto a los riesgos generales asociados con los productos químicos en los medios ambientales para determinar las acciones apropiadas considerando factores ambientales, sociales, culturales, políticos y económicos.

6.5 Participación de las partes interesadas

Una parte interesada es cualquier persona que se ve afectada o pueda afectar el desarrollo, el resultado o las decisiones tomadas como resultado de una evaluación de riesgos. Las partes interesadas pueden incluir personas u organizaciones que realizan o supervisan las actividades de limpieza, así como aquellos que pueden verse afectados o influir en las decisiones. Dependiendo del sitio, las partes interesadas pueden incluir Autoridades de Aplicación Nacionales, Autoridades de Aplicación Provinciales, Pueblos Originarios, persona física, funcionarios electos u Organismos No Gubernamentales que representan a las comunidades locales.

La participación de las partes interesadas en la práctica se debe involucrar a lo largo de un proyecto de evaluación de riesgos. Las partes interesadas pueden ofrecer experiencia, expectativas y requisitos importantes para el desarrollo y la supervisión de la evaluación de riesgos y el proceso de toma de decisiones. La participación de las partes interesadas puede ser fundamental para la aceptación de una evaluación de riesgos, sobre todo porque la falta de comunicación a menudo aumenta las preocupaciones de las partes interesadas.

La Autoridad de Aplicación tendrá las siguientes facultades y atribuciones como partes interesadas:

- a) Implementar, adecuar o fortalecer los instrumentos vigentes dirigidos a prevenir la generación de sitios contaminados en el ámbito de la jurisdicción y/o a mitigar los efectos de la contaminación;
- b) Establecer los instrumentos metodológicos adecuados para la identificación, evaluación, diagnóstico, calificación, cuantificación, priorización, mitigación, remediación, monitoreo y compensación de sitios contaminados;
- c) Dictar las normas complementarias a la presente;
- d) Establecer los Niveles Guía de Calidad Ambiental;
- e) Asegurar, en el marco de sus competencias, el cumplimiento de las disposiciones previstas en la presente Ley y toda otra norma aplicable a la Gestión de Sitios Contaminados en su ámbito.
- f) La Autoridad de Aplicación podrá, mediante la celebración de convenios con Universidades e Instituciones de investigación y desarrollo, realizar estudios Hidrogeológicos y promover la ejecución de proyectos científico-tecnológicos que tengan por objeto la búsqueda de nuevos conocimientos e innovaciones tecnológicas relacionadas con la prevención, mitigación,

recomposición y compensación del daño ambiental en sitios contaminados o actividades que potencialmente contaminen.

6.6. Uso de la evaluación de riesgos en la limpieza del sitio

El uso de la evaluación de riesgos en el proceso de limpieza depende de la autoridad de aplicación, el propósito de la evaluación de riesgos y la fase del proyecto. En algunos casos, la evaluación de riesgos se puede utilizar para estimar un riesgo de cáncer de por vida (riesgo de cáncer) o un cociente de peligro (riesgo de no cáncer) incremental en exceso de una sustancia química en uno o más medios ambientales (evaluación de riesgo hacia adelante). En otros casos, la evaluación de riesgos se puede utilizar para calcular la concentración de una sustancia química en un solo medio ambiental que corresponde a un riesgo o peligro específico (evaluación de riesgo hacia atrás).

Algunas Autoridades de Aplicación utilizan un enfoque escalonado para la evaluación de riesgos que requiere el uso de criterios de detección publicados y protectores (o ambos) como evaluación inicial. Esta evaluación de riesgo conservadora se puede refinar utilizando supuestos más específicos del sitio a medida que avanza la investigación del sitio.

En muchos casos, una evaluación de riesgos a nivel de detección puede respaldar de manera eficaz y eficiente las decisiones basadas en riesgos. En otros casos, puede ser necesaria una evaluación de riesgos específica del sitio más detallada.

El alcance, el tipo y la complejidad de la evaluación de riesgos para la salud humana que serviría mejor para la toma de decisiones de gestión de riesgos depende de una serie de factores, incluidos los detalles del proyecto o sitio, la complejidad de los problemas en cuestión y los tipos de riesgo. decisiones de gestión que deben ser apoyadas.

6.6.1 Cálculos de evaluación de riesgos hacia adelante y hacia atrás

La evaluación de riesgos se puede realizar utilizando un cálculo hacia adelante o hacia atrás. Los cálculos hacia adelante y hacia atrás utilizan las mismas ecuaciones y supuestos, pero varían en la dirección en la que procede la evaluación de riesgos.

El cálculo anticipado comienza con una concentración de una sustancia química en los medios ambientales (concentración de exposición), define los supuestos de exposición, calcula la dosis, identifica los valores de toxicidad y estima un riesgo de cáncer o un riesgo no cancerígeno (Figura 1-8).



Figura 1-8 para ambas Evaluaciones de Riesgo

El cálculo anticipado (→ línea verde) se utiliza para determinar si los productos químicos en los medios ambientales presentan un riesgo para la salud humana y para guiar la selección de acciones correctivas. Este cálculo requiere concentraciones de exposición bien definidas y es más fácil para calcular los riesgos acumulativos para vías de exposición complicadas.

El cálculo hacia atrás (← línea bordo) utiliza los mismos pasos que el cálculo hacia adelante, pero invierte el orden de los pasos. El cálculo hacia atrás comienza con la selección de un riesgo de cáncer objetivo o un peligro no canceroso, identifica una sustancia química potencial en los medios ambientales, define los supuestos de exposición, calcula un factor que representa la dosis, identifica los valores de toxicidad y determina la concentración de una sustancia química en los medios ambientales que protege la salud humana según el riesgo de cáncer aceptable o el cociente de peligrosidad (consulte la Figura 1-8).

6.7 Enfoque de evaluación de riesgos por niveles

Un enfoque escalonado para la evaluación de riesgos es una progresión sistemática que comienza con un alto grado de conservación (pero baja complejidad) y progresa hacia una conservación decreciente y una complejidad creciente en los valores y la información que se utilizan para estimar el riesgo. El enfoque escalonado ofrece un equilibrio entre los beneficios de realizar investigaciones de sitios más complejos y el costo de tiempo, recursos y desafíos de comunicación de riesgos adicionales.

Cada nivel brinda la oportunidad de revisar y comunicar los resultados de la evaluación de riesgos y tomar decisiones sobre acciones o niveles posteriores en el proceso de evaluación de riesgos.

El enfoque escalonado se puede aplicar utilizando un cálculo de evaluación de riesgos hacia adelante o hacia atrás. Este enfoque generalmente comienza con una evaluación cualitativa para identificar las sustancias químicas de interés y determinar si existen vías de exposición potencialmente completas (Nivel 1).

Para vías de exposición potencialmente completas bajo el Nivel 1, las concentraciones de sustancias químicas en los medios ambientales se comparan con los valores de detección predeterminados aplicables, o se puede realizar un cálculo de evaluación de riesgos conservador. La evaluación de Nivel 1 se basa generalmente en escenarios de exposición predeterminados, parámetros conservadores y concentraciones de exposición conservadoras (por ejemplo, una concentración máxima informada de una sustancia química en un medio ambiental). Los niveles posteriores reemplazan los supuestos conservadores utilizados en el Nivel 1 con más datos e información específicos del sitio para representar mejor las exposiciones / riesgos reales en un sitio. La evaluación adicional puede implicar una investigación más intensiva de los productos químicos presentes, las vías de exposición y las características del receptor.

Además, el sitio puede requerir modelos más complejos, análisis estadístico e introducción de valores de toxicidad alternativos (basados en nueva información).

Si una evaluación de nivel de detección de Nivel 1 indica un riesgo potencial para los receptores humanos, los especialistas ambientales deben decidir si pasar al siguiente nivel o realizar las acciones correctivas adecuadas.

Algunas consideraciones para esta decisión pueden incluir:

- ¿Son las suposiciones conservadoras y las vías de exposición utilizadas en la evaluación de riesgos de Nivel 1 representativas de las condiciones del sitio?
- ¿Se consideraron todas las vías de exposición adecuadas en la evaluación de riesgos de Nivel 1?
- ¿Una evaluación de riesgos específica del sitio dará como resultado un resultado significativamente diferente para la evaluación de riesgos?
- ¿Una evaluación de riesgos específica del sitio realizada en el Nivel 2 o el Nivel 3 dará como resultado una acción correctiva significativamente diferente o menos extensa?
- ¿Hay recursos y tiempo disponibles para apoyar más estudios?

En la actualidad varias Autoridades de Aplicación utilizan un enfoque de acción correctiva basada en riesgos (RBCA) para evaluar los riesgos. La ASTM publicó su primera norma RBCA (ASTM E1739) para ayudar en los sitios de limpieza de petróleo (ASTM 2010b) y su segunda norma RBCA (ASTM E2081) para todos los sitios de acción correctiva (ASTM 2010a). RBCA incorpora un proceso de evaluación por niveles para clasificar y evaluar los sitios según el riesgo. Las evaluaciones bajo el nivel inicial generalmente se basan en valores de selección desarrollados a través de una evaluación de riesgos y basados en supuestos y escenarios conservadores. Los niveles posteriores permiten que los supuestos y escenarios específicos del sitio se incorporen en la evaluación de riesgos.

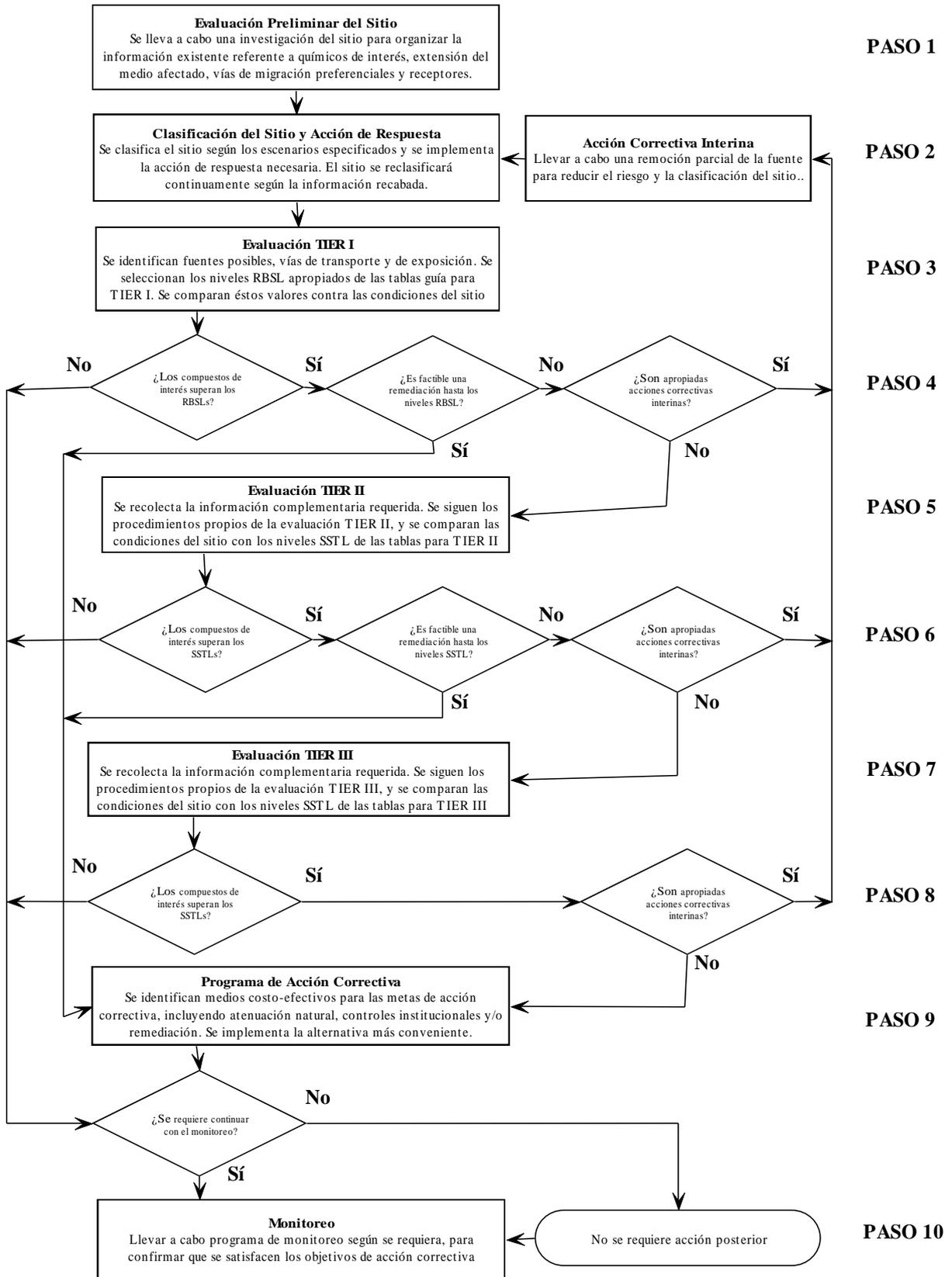


Figura 1-9 – Diagrama de flujo del proceso de acción correctiva basada en riesgos

6.8 Planificación

Un proceso de planificación reflexivo y minucioso define el alcance y el enfoque técnico para la evaluación de riesgos, desarrolla un MCS para guiar la evaluación de riesgos y define un programa de recopilación de datos. El alcance y el enfoque técnico de la evaluación de riesgos varían según muchos factores, incluido el contexto regulatorio, el tamaño y el entorno del sitio, la distribución de sustancias químicas en los medios ambientales y las necesidades de información y datos. El proceso de planificación debe incorporar aportes de las partes interesadas para que el enfoque se comprenda y se acuerde antes de que comience la investigación del sitio y la evaluación de riesgos.

6.8.1 Determinación del contexto regulatorio

En Argentina las jurisdicción regulan normativas particulares sobre Principios para la Gestión Ambiental de Sitios Contaminados, pero todas están reguladas por la Ley General del Ambiente (ley 25.675), la cual dispone en el art. 2 inciso K) que la política ambiental nacional deberá establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental.

En jurisdicciones donde los requisitos son menos claros, se debe utilizar el juicio profesional para lograr una evaluación de riesgos que sea técnicamente sólida, coherente y consistente con los requisitos.

Normalmente, existen principios de jerarquización de prioridades en cualquier proyecto. La evaluación de riesgos generalmente sigue el triángulo jerárquico que se presenta en la Figura 1-10.



Figura 1-10 Jerarquización Daños Ambientales

Como ejemplo a seguir a Nivel Nacional Ley Presupuestos Mínimos para la Gestion de Sitios Contaminados, la Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires sanciona con fuerza de Ley N° 6.117 “LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL DE SITIOS CONTAMINADOS” Sanción: 13/12/2018, Promulgación: Decreto N° 022/019 del 08/01/2019.

En el siguiente flujograma [Figura 1-11 Gestion de Sitios Contaminados] se detalla paso descriptos en la Ley;

Referencias:
 SC: Sitio Contaminado
 SPS: Sitio Potencialmente Contaminado
 NGR; Nivel Genérico de Referencia
 RPI; Registro de la Propiedad Inmueble
 SR; Sitio Recompuesto

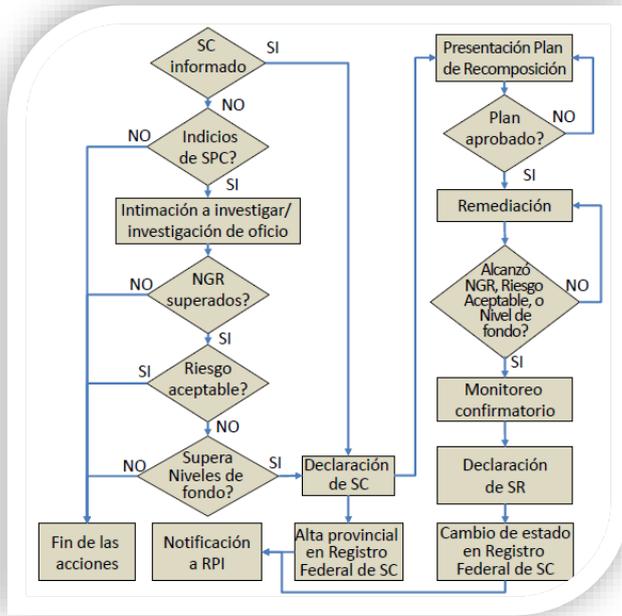


Figura 1-11 Gestión de Sitios Contaminados

Las acciones comprendidas en el Plan de Reconposición Ambiental deben procurar soluciones integrales y garantizar que la contaminación remanente, si no fuese posible su erradicación total, se traduzca en niveles de concentración de sustancias contaminantes inferiores a los Niveles de Reconposición Específicos establecidos por la Autoridad de Aplicación. En tanto sea posible, la recomposición debe orientarse a eliminar los focos de contaminación, a reducir la concentración de contaminantes en suelo y agua y minimizar el espectro a que afectan.

6.9 Modelo conceptual del sitio [MCS]

El MCS describe las fuentes químicas potenciales, los mecanismos de liberación, el destino y las vías de transporte, los medios ambientales afectados, los receptores y las vías de exposición para las actividades y usos de la tierra actuales y razonablemente anticipados. Este modelo documenta las condiciones actuales del sitio y conceptualiza la relación entre las fuentes y los receptores considerando las vías de migración y exposición potenciales o reales. El MCS ayuda a organizar la evaluación de riesgos, identificando incertidumbres y brechas de datos, y enfocando los esfuerzos de recopilación de datos.

El MCS es un modelo de trabajo que se refina y actualiza a lo largo de la evaluación de riesgos a medida que se obtiene información y datos adicionales que cambian la comprensión de las condiciones del sitio o escenarios de exposición. Los cambios pueden basarse en información como sustancias químicas no identificadas previamente en medios ambientales o medios de exposición, resultados de detección utilizando concentraciones basadas en riesgos y datos de antecedentes, y nueva información sobre actividades potenciales y usos de la tierra. Además, el MCS debe finalizarse durante la preparación de la evaluación de riesgos e incluirse en la discusión de la evaluación de riesgos sobre “Evaluación de la exposición”.

Ejemplos de MCS se proporcionan en la Guía del usuario de USEPA RSL (USEPA 2014e) y los Modelos conceptuales del sitio de USACE (USACE 2012).

USEPA define los controles de las Autoridades de Aplicación, como instrumentos no diseñados, tales como controles administrativos y legales, que minimizan el potencial de exposición a sustancias químicas en medios ambientales o protegen la integridad de una acción de respuesta (USEPA 2012d). Controles institucionales de la USEPA: una guía para planificar, implementar, mantener y hacer cumplir los controles institucionales en sitios contaminados (USEPA 2012d) proporciona información detallada sobre las actividades clave del ciclo de vida de los controles institucionales, incluida la planificación, implementación, mantenimiento, cumplimiento y terminación. Independientemente de si se incorporan o no controles institucionales, controles de ingeniería o acciones correctivas planificadas como parte de la evaluación de riesgos, el mecanismo de cómo se mantienen y se hacen cumplir después de que se completa la acción correctiva es crucial para la protección a largo plazo del sitio

6.9.1 Se desarrolla un de los varios problemas: identificar qué fuentes, receptores y vías de exposición incluir en el MCS

Varias preguntas pueden ayudar a determinar si un receptor puede estar expuesto de manera realista a una sustancia química en un medio ambiental:

- ¿Qué receptores y vías de exposición se han identificado para el sitio?
- ¿Las condiciones ambientales apoyarán una vía de exposición completa (por ejemplo, la capa de nieve evita la exposición del suelo superficial o el suelo arrastrado por el viento cambia el área de exposición)?
- ¿Son las concentraciones de una sustancia química en el suelo demasiado profundas para que se produzca la ingestión o la exposición dérmica? ¿A qué profundidad del suelo estaría probablemente expuesto el receptor?
- ¿Los productos químicos en el suelo subterráneo presentan un riesgo de inhalación de vapor en interiores o exteriores?

Estudios Hidrogeológicos

- ¿Hay concentraciones de una sustancia química en el suelo que eventualmente puedan afectar el agua subterránea o superficial?
- ¿Está el agua subterránea en conexión con el agua superficial?
- ¿Se utiliza agua subterránea o superficial como fuente de agua potable?
- ¿Se usa el agua superficial para recreación o para cualquier otro propósito que resulte en una exposición humana?
- ¿Los alimentos (por ejemplo, pescado, caza, vegetación) son consumidos por receptores cultivados o presentes en o cerca del sitio?

La respuesta a estas y otras preguntas similares requiere una comprensión del sitio y su historia, incluidos los usos de la tierra (uso actual o planificado de la propiedad) y las condiciones del sitio

(clasificación del agua subterránea, naturaleza del suelo y su potencial para sustentar cultivos, tamaño de grano y velocidad probable del viento para generar polvo).

6.10. Comunicación de los Riesgos

La comunicación de riesgos es una parte integral del proceso de evaluación de riesgos, que generalmente incluye los procesos de comunicación entre las agencias y entre las Autoridades de Aplicación y organizaciones responsables de la evaluación y gestión del sitio. La comunicación de riesgos también incluye la comunicación con las diversas partes que están potencialmente en riesgo del sitio o están interesadas en el sitio. Los diferentes elementos del proceso general de comunicación de riesgos pueden tener diferentes propósitos. En general, el proceso de comunicación de riesgos está diseñado para ser iterativo y para informar la evaluación de riesgos y las decisiones de gestión de riesgos. El objetivo de la comunicación de riesgos es que todas las partes interesadas tengan un entendimiento común de los procesos y los supuestos utilizados en la evaluación de riesgos. Sin embargo, a menudo, los problemas de comunicación de riesgos solo se pueden minimizar, no evitar.

El nivel y el tipo de comunicación de riesgos varían según la complejidad del sitio y el nivel de riesgo potencial y la percepción del riesgo asociado con el sitio

Las siete reglas cardinales de USEPA para la comunicación de riesgos

1. Aceptar e involucrar al público como socio legítimo.
2. Planifique cuidadosamente y evalúe sus esfuerzos.
3. Escuche las preocupaciones específicas del público.
4. Sea honesto, franco y abierto.
5. Coordinar y colaborar con otras fuentes creíbles.
6. Satisfacer las necesidades de los medios.
7. Habla claro y con compasión.

Fuente: USEPA 1988b

6.11. Seguro.

Los responsables que desarrollen actividades ambientalmente riesgosas y que detenten un Nivel de Complejidad Ambiental igual o mayor a 14,5 puntos, deberán acreditar la contratación de una cobertura de Daño Ambiental de Incidencia Colectiva, en los términos de lo dispuesto por el artículo 22 de la Ley Nacional N° 25.675 y sus normas complementarias.

7. Conclusión

El uso de la Tabla 1 de la Ley 24051 para fijar objetivos de remediación en agua subterránea se debe, en realidad, a una doble falencia: la ausencia de estándares de calidad específicos para el agua subterránea y la ausencia de estándares para otros usos que no sea la ingesta.

El análisis de Riesgo sirve para cubrir estos vacíos legales: mediante procedimientos como el que se describe en la norma RBCA puede evaluarse la ingesta de agua subterránea no es un escenario aplicable, sí puede serlo el contacto directo con el agua freática o la inhalación (en espacios abiertos o cerrados) de hidrocarburos

Que se volatilizan desde el agua de la capa freática. En otras palabras, el Análisis de Riesgo puede desarrollarse donde, justamente, no existen estándares locales aplicables.

Si aun el argumento de la falta de un marco legal no fuera respaldo suficiente para el Análisis de Riesgo, se ha mostrado que los valores de las Tablas 1 y 9 fueron originalmente calculados mediante procedimientos de riesgo, por lo cual la aplicación de este tipo de procedimientos no es sino una continuación lógica respecto a los orígenes de la Ley 24051.

En este marco, las diferencias de la definición de Objetivos de Remediación entre uno y otro método se deben a la necesidad de forzar la legislación para que alcance una situación que no contempla. En ese sentido, la aplicación de los procedimientos y los Análisis de Riesgo RBCA para determinación de Objetivos de Remediación no solo no contradice el espíritu de la Ley 24051, sino que brinda la oportunidad de dejar constancia documentada de cuáles fueron los criterios asumidos para su desarrollo.

En efecto, no debe perderse de vista que la norma describe las pautas metodológicas a aplicar en un sitio contaminado: la sigla RBCA significa Risk Based Corrective Action, es decir acciones correctivas basadas en riesgo. Su objetivo principal es servir de guía para dar respuesta adecuada a un sitio contaminado sobre la base de criterios de protección de la salud humana y el ambiente. El nivel de detalle de la norma también permite controlar su aplicación y verificar que los valores y parámetros asumidos son adecuados y están actualizados.

Tomando en cuenta lo expuesto, parecieran existir suficientes razones para que las autoridades gubernamentales vinculadas al establecimiento de Objetivos de Remediación y al control del saneamiento y la comunidad afectada, consideran al Análisis de Riesgo RBCA como un instrumento pautado y controlable para la toma de decisiones que cubre algunos de los vacíos legales existentes en el país y no como un modo de definir Objetivos de Remediación menos exigentes.

En base a lo expuesto, se considera que la metodología RBCA constituye una herramienta de extrema utilidad para la ingeniería ambiental, por cuanto permite la estimación del riesgo en un punto de exposición, asociado a un impacto en el área fuente, o bien la determinación de concentraciones objetivo que llevarán a un nivel de riesgo aceptable.

Esta caracterización de riesgo permite una priorización de sitios y asegura un cumplimiento ordenado y eficiente de las acciones, permitiendo una adecuada asignación de recursos y dando mayor importancia a las situaciones que requieren atención prioritaria.

A su vez, ésta metodología se encuentra respaldada por un marco normativo sólido, basado en la Norma madre emitida por ASTM (E1739-95), y adoptada por la mayoría de los Estados Norteamericanos como base para las guías locales de análisis de riesgo. En el país, la difusión internacional de ésta herramienta ha suscitado el interés general en el tema, y diversas normas han dado aplicación a la metodología RBCA. Entre ellas, vale destacar el cuaderno de trabajo IRAM 29550, la Ley Nacional 25.612, y el De. 592/02 de la Pcia. de Santa Fé.

El futuro de ésta metodología es prometedor, y hoy los resultados logrados y la experiencia acumulada nos permiten asegurar que el análisis de riesgo se constituye como una herramienta indispensable en el campo de la ingeniería ambiental. Esperamos por medio de seminarios, congresos, foros, etc., se concientice acerca del valor que reside en el uso y aplicación de éste concepto, y se contribuya a la radicación definitiva del RBCA dentro del marco normativo nacional. En la actualidad los riesgos ambientales y el interes colectivo o difuso implica un cambio de paradigma, que llevo a reconocer los denominados derechos de incidencia colectiva, como es el ambiente incorporados en el Art. 14 del nuevo Código Civil y Comercial de la Nación.

Este cambio de paradigma y evolucion normativa, que da lugar a la protección del ambiente como un bien que nos pertenece a todos e incluso a las generaciones futuras, viene a regular las actividades antrópicas que tiene incidencia sobre los sistemas ambientales junto con los presupuestos minimos, inderogables de Orden Público, Ley General del Ambiente (26.675).

Hoy el inicio del cambio de paradigma nos lleva a la prevención deja de estar en cabeza del Estado únicamente y pasa a estar en manos de todas las personas. Todos tenemos la obligacion y el deber de prevenir-evitar causar un daño ambiental, por aplicación del Art. 1717 y 1718 Código Civil y Comercial, asi como tambien su continuación, o colaborar para disminuir su magnitud o bien no agravarlo.

8. Bibliografía:

El Riego Ambiental en la Actividad Hidrocarburífera: una Herramienta de Prevención y Control. María del Rosario Rosso, Julio Fuchs y Maria Graciela Pozzo Ardizzi. 1 er. Congreso Latinoamericano y 3ro. Nacional de Seguridad, salud Ocupacional y Medio Ambiente en la Industria del Petróleo y del Gas. Congreso de Producción del Bicentenario. Instituto argentino del Petróleo IAPG Salta 24-27 agosto 2010. Publicación on line y CD Mayo de 2010.

- (1) ASTM E 1739-95 (2010) "Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites"
- (2) ASTM E 2081-00 (2010) "Standard Guide for Risk-Based Corrective Action"
- (3) ASTM E 2205-02 (2009) "Standard Guide for Risk-Based Corrective Action for Protection of Ecological Resources", también conocida como "Eco-RBCA"
- (4) IRAM 29590 "Acciones correctivas basadas en riesgo (ACBR) aplicadas a sitios contaminados con hidrocarburos". Norma ya publicada como tal. Adaptación/traducción de la ASTM E 1739.
- (5) *Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Vol. 1-5, 1998-1999*
- (6) *Guías general de la US-EPA TPHCWG*
- (7) *"Risk – Based Methodologies API"*
- (8) *"Guide for RBCA, ASTM"*
- (9) *Ley 24051/91 Residuos Peligrosos*
- (10) *Ley 25.675/ 2.002 General del Ambiente*
- (11) *Resolución Secretaría Energía 785/05*
- (12) *Resolución Secretaría Energía 24/04*
- (13) *Normas para la presentación de informes de incidentes ambientales Res. Secretaría Energía 25/04*
- (14) *"Mecánica de los fluidos e hidráulica" Tercera Edición – Ranald V. Giles, Jack B. Evett, Cheng Liu.*
- (15) *"Manual de hidráulica" – Ing. Dante Dalmati.*
- (16) *EPA, united States Environmental Protection Agency, IRIS A – Z Listo of Substances (on line)*
- (17) *Perry, Manual del Ingeniero Químico, Sexta Edición, 1997*
- (18) *Handbook of Chemistry and Physics, Hodgman*
- (19) *Americam Petroleum Institute, API interactive LNAPL Guide Version 2.0. 2004: Washington. D.C.*
- (20) Kulkarni, McHugh, Newell, Garg (2015). Soil and Sediment Contamination: An International Journal [Volume 24](#)
- (21) *CCME (Canadian Environmental Quality Guidelines)*
- (22) *Software RBCA TOOL KIT Chemical Releases, CIQA UTN FRC (imágenes del presente trabajo)*

Nota:

1. El Decreto Nacional N°1343/02 vetó parcialmente la Ley Nacional 25.612, eliminando su artículo 60, que disponía la derogación de la Ley Nacional 24.051. por lo tanto, la Ley nacional 24.051 de Residuos Peligrosos se mantiene vigente, mientras que la Ley 25.62 no se encuentra operativa por carecer de reglamentación.
2. El benceno se utilizará como ejemplo en las comparaciones.
3. Para la OMS, el propósito fundamental de un Valor Guía es definir un tipo de agua de calidad tal que pueda ser consumida por todas las personas durante toda la vida (OMS pág. 51)

4. Ver el Recuadro II para una explicación del concepto.
5. Una excepción es, por ejemplo, el acuífero El Carrizal en Lujan de Cuyo, Mendoza. Este acuífero de carácter libre, a más de 100 m de profundidad, si se utiliza como fuente de agua potable y para riego.
6. Estrictamente aplicarían los estándares de calidad establecidos en el Código Alimentario Argentino que, en el caso del benceno, establecer también un valor de 10 ug/l en el agua bebida.
7. Para simplificar el proceso de comparación se toman como aplicables los valores utilizados en la norma RBCA de ASTM.
8. Environmental Quality Guidelines de Environment Canadá, interpretación de los documentos Kelly Potter,
9. Wilson, R Analyzing the daily risks of life, 1979

9. Anexos:

Anexo 1

Decreto 831/73, Anexo II Tabla 1 _ Decreto Reglamentario de la Ley 24.051 sobre régimen de desechos peligrosos, Niveles guía de calidad de agua para fuentes de agua de bebida humana con tratamiento convencional.

Constituyente Peligroso	C A S	Nivel Guía (ug/l)	Referencias	
ACIDO NITRICO - TRIACETICO	137-13-9	50	B	
ACROLEINA	107-02-8	542	D	2
ALDICARB	116-06-3	3	D	1
ALDRIN	309-00-2	0.03	A	
ALUMINIO (TOTAL)	7429-90-5	200	A	
AMONIO (ug/l NH4)	7664-41-7	50	C	1
ANTIMONIO (TOTAL)	7440-36-0	10	C	2
ARSENICO (TOTAL)	7440-38-2	50	A	
ATRAZINA	1912-24-9	3	D	1
BARIO (TOTAL)	7440-39-3	1000	B	
BENCENO	71-43-2	10	A	
BENCIDINA	92-87-5	0.0015	D	2
BENDIOCARB	22781-23-3	40	B	
BENZO(A) PIRENO	50-32-8	0.01	A	
BERILIO (TOTAL)	7440-41-7	0.039	D	2
BHC-ALFA	319-84-6	0.131	D	2
BHC-BETA	319-85-7	0.232	D	2
BHC-GAMA (LINDANO)	58-89-9	3	A	
BIS (2-CLOROETIL) ETER	111-44-4	3.85	D	2
BIS (CLOROMETIL) ETER	542-88-1	0.000038	D	2
BIS (2-CLOROISOPROPIL) ETER	108-60-1	5	D	2
BIS (ETILHEXIL) FTALATO	117-81-7	21400	D	2
BORO (TOTAL)	7440-42-8	1000	C	1
BROMOMETANO	74-83-9	2	D	2
TRICLOROETILENO	79-01-6	30	A	
TRICLOROFENOL (2,3,4-)	19950-66-0	10	H	
TRICLOROFENOL (2,4,6-)	88-06-2	10	A	2
TRICLOROFLUORMETANO	75-69-4	2	D	2
TRIHALOMETANOS	98-60-0	100	G	
URANIO TOTAL	51218-45-2	100	B	1
XILENOS (TOTALES)	1330-20-7	10000	D	1

BROMOXIMIL	1689-84-5	5	B	
CADMIO (TOTAL)	7440-43-9	5	A	
CARBARIL	63-25-2	90	B	
CARBOFURANO	1563-66-2	40	D	1
CIAZINA	21725-46-2	10	B	1
CIANURO (TOTAL)	57-12-5	100	A	
CINC (TOTAL)	7440-66-8	5000	B	
CLORDANO	57-74-9	0.3	A	
CLOROBENCENO	108-90-7	100	D	1
CLOROFENOL (2-)	95-57-8	0.1	D	2
CLOROFORMO	67-66-3	30	A	
CLOROMETANO	74-87-3	1.9	D	2
CLORPIRIFOS	2991-88-2	90	B	
CLORURO DE VINILO	75-01-4	20	D	2
COBRE (TOTAL)	7440-50-8	1000	B	
CROMO (TOTAL)	7440-47-3	50	A	
CROMO (+6)	18540-29-9	50	D	2
D (2,4-)	94-75-7	100	A	
DDT	50-29-3	1	A	
DIAZINON	333-41-5	20	B	
DIBROMOCLOROPROPANO (DBCP)	96-12-8	0.2	D	1
DIBROMOETILENO	106-93-4	0.05	D	1
DICAMBA	1918-00-9	120	B	2
DICLOFOP-METIL	51338-27-3	9	B	1
DICLOROBENCENO (1,2-)	95-50-1	200	B	
DICLOROBENCENO (1,4-)	106-46-7	5	B	
DICLOROETANO (1,2-)	107-06-2	10	A	1
DICLOROETILENO (1,1-)	75-35-4	0.3	A	2
DICLOROETILENO (1,2-sis)	540-59-0	70	D	1
DICLOROETILENO (1,2-trans)	166-80-5	100	D	1
DICLOROFENOL (2,4-)	120-83-2	0.3	D	2

DICLOROMETANO	75-09-2	50	B	
DICLOROPROPANO (1,2-)	78-87-5	5	D	1
DICLOROPROPILENO (1,2-)	563-54-2	87	D	2
DIELDRIN	60-57-1	0.03	A	
DIMETILFENOL (2,4-)	105-67-9	400	D	2
DIMETOATO	60-51-5	20	B	1
DINITROFENOL (2,4-)	51-28-5	70	D	2
DINITROTOLUENO (2,4-)	121-14-2	1.1	D	2
DIQUAT	85-00-7	70	B	2
DIURON	330-54-1	150	B	2
ENDOSULFAN	108-90-1	138	D	2
ENDRIN	72-20-8	0.2	B	2
ESTIRENO	100-42-5	100	D	1
ETILBENCENO	100-41-4	700	D	1
FENOL	108-95-2	2	B	
FLUORANTENO	206-44-0	190	D	2
FLUORURO (TOTAL)	16984-48-8	1500	A	
FORATO	298-02-2	2	B	1
GLIFOSATO	1071-83-8	280	B	1
HEPTACLORO	76-44-8	0.1	A	
HEPTACLORO EPOXIDO	1024-57-3	0.1	A	
HEXACLOROBENCENO	118-74-1	0.01	A	
HEXACLOROBUTADIENO	87-88-3	4.5	D	2
HEXACLOROCICLOPENTADIENO	77-47-4	1	D	2
HEXACLOROETANO	67-72-1	24	D	2
HIDROCARB. AR. POLINUCLEARES	74-87-3	0.03	D	2
HIERRO (TOTAL)	7439-39-8	300	A	
ISOFORONE	78-59-1	5	D	2
MALATION	121-75-5	190	B	
MANGANESO (TOTAL)	7439-96-5	100	A	
MERCURIO (TOTAL)	7439-97-8	1	A	2
METIL-PARATION	298-00-0	7	B	
METIL-AZINFOS (GUTION)	86-50-0	20	B	
METOLACLOR	51218-45-2	50	B	1

METRIBUZINA	21087-64-9	80	B	1
NIQUEL (TOTAL)	7440-02-0	25	E	1
NITRATO	1918-00-9	10000	A	2
NITRITO	51338-27-3	50	B	1
NITROBENCENO	98-95-3	30	D	2
ORGANOCLORADOS TOTALES	106-46-7	10	F	
ORGANOCLORADOS (NO PLAG.)	107-06-2	1	C	1
PARAQUAT	1910-42-6	10	B	1
PARATION	56-38-2	50	B	1
PCB (TOTAL)	1336-36-3	0.00079	D	2
PCB-1016 (AROCHLOR 1016)	12674-11-2	2	D	1
PCB-1221 (AROCHLOR 1221)	11104-28-2	2	D	1
PCB-1232 (AROCHLOR 1232)	11141-16-6	2	D	1
PCB-1242 (AROCHLOR 1242)	53469-21-9	2	D	1
PCB-1248 (AROCHLOR 1248)	12672-29-6	2	D	1
PCB-1254 (AROCHLOR 1254)	11097-99-1	2	D	1
PCB 1260 (AROCHLOR 1260)	11096-82-5	2	D	1
PENTAFLOROBENCENO	608-93-6	572	D	2
PENTAFLOROFENOL	87-86-6	10	A	2
PLAGUICIDAS TOTALES	85-00-7	100	B	2
PLATA (TOTAL)	7440-22-4	50	B	2
PLOMO (TOTAL)	7439-92-1	50	A	2
SELENIO (TOTAL)	7782-49-2	10	A	2
SIMAZINE	122-34-9	10	B	1
T (2,4,5-)	93-76-6	280	B	1
TALIO (TOTAL)	7440-28-0	18	D	2
TEMEFOS	3383-96-8	280	B	1
TERBUFOS	13071-79-9	1	B	1
TETRAFLOROETANO (1,1,2,2-)	79-34-6	1.7	D	2
TETRAFLOROETILENO	127-18-4	10	A	
TETRAFLOROFENOL (2,3,4,6-)	58-90-2	1	D	1
TETRAFLORURO DE CARBONO	56-23-6	3	A	
TOLUENO	108-88-3	1000	D	1
TOXAFENO	8001-35-2	5	B	2
TP (2,4,5-)	93-72-1	10	B	2
TRIALATO	2303-17-5	230	B	2
TRIBROMOMETANO	75-25-2	2	D	2
TRICLOROETANO (1,1,1-)	71-55-6	200	G	

Anexo II

Decreto 831/93_ Anexo II Tabla 9; Decreto Reglamentario de la Ley 24.051 sobre régimen de desechos peligrosos, Niveles guía de calidad suelos (ug/g peso seco).

Constituyente Peligroso	C A S	Uso Agrícola	Uso Residencial	Uso Industrial	Referencias
ACIDO FTALICO, ESTERES		30			J
ALIFATICOS CLORADOS		0.1	5	50	J
ALIFATICOS NO CLORADOS		0.3			J
ANTIMONIO (TOTAL)	7440-36-0	20	20	40	J
ARSENICO (TOTAL)	7440-38-2	20	30	50	J
BARIO (TOTAL)	7440-39-3	750	500	2000	J
BENCENO	71-43-2	0.05		5	J
BENZO(A) ANTRACENO	56-56-3	0.1	1	10	J
BENZO(A) PIRENO	50-32-8	0.1	1	10	J
BENZO(B) FLUORANTENO	205-99-2	0.1	1	10	J
BENZO(K) FLUORANTANO	207-08-9	0.1	1	10	J
BERILO (TOTAL)	7440-41-7	4	4	8	J
BORO	7440-42-8	2			J
CADMIO (TOTAL)	7440-43-9	3	5	20	J
CIANURO (LIBRE)		0.5	10	100	J
CIANURO (TOTAL)	57-12-5	5	50	500	J
CINC (TOTAL)	7440-66-6	600	500	1500	J
CLOROBENCENO	108-90-7	0.1	1		J
CLOROBENCENOS		0.05	2	10	J
CLOROFENOLES	95-57-8	0.05	0.5	5	J
COBALTO	7440-48-4	40	50	300	J
COBRE (TOTAL)	7440-50-8	150	100	500	J
COMP. FEN. NO CLORADOS		0.1	1	10	J
CROMO (TOTAL)	7440-47-3	750	250	800	J
CROMO (+6)	18540-29-9	8	8		J
DIBENZO(A,H) ANTRACENO	53-70-3	0.1	1	10	J
DICLOROBENCENO (1,2-)	95-50-1	0.1	1	10	J
DICLOROBENCENO (1,3-)	541-73-1	0.1	1	10	J
DICLOROBENCENO (1,4-)	106-46-7	0.1	1	10	J
ESTAÑO	7440-31-5	5	50	300	J

ESTIRENO	100-42-6	0.1	5	50	J
ETILBENCENO	100-41-4	0.1	5	50	J
FENANTRENO	85-01-8	0.1	5	50	J
FLUORURO (TOTAL)	16984-48-8	200	400	2000	J
HEXAFLOROBENCENO	118-74-1	0.05	2	10	J
HEXAFLOROCICLOHEXANO	608731	0.01			J
INDENO(1,2,3-CD) PIRENO	193-39-5	0.1	1	10	J
MERCURIO (TOTAL)	7439-97-6	0.8	2	20	J
MOLIBDENO	7439-98-7	5	10	40	J
NAFTALENO	91-20-3	0.1	5	50	J
NIQUEL (TOTAL)	7440-02-0	150	100	500	J
PCB's	1336-36-3	0.5	5	50	J
PCDD's Y PCDF's		0.00001	0.001		J
PIRENO	129-00-0	0.1	10	100	J
PLATA (TOTAL)	7440-22-4	20	20	40	J
PLOMO (TOTAL)	7439-92-1	375	500	1000	J
QUINOLEINA	91-22-5	0.1			J
SELENIO (TOTAL)	7782-49-2	2	3	10	J
SULFURO (ELEMENTAL)	18498-25-8	500			J
TALIO (TOTAL)	7440-28-0	1			J
TIOFENO	110-02-1	0.1			J
TOLUENO	108-88-3	0.1	3	30	J
VANADIO	7440-82-2	200	200		J
XILENOS (TOTALES)	1330-20-7	0.1	5	50	J

