

EJEMPLO 6:(INCENDIO DE BODEGAS QUIMICAS) INCENDIO DE BODEGA DE PRODUCTOS QUIMICOS.

1 ANTECEDENTES

El día 4 de septiembre se produce un incendio en la V Región, en una bodega que almacena, metanol y acetileno, generando explosiones y una gran nube negra. El origen del siniestro fue un accidente (debido a una falla humana).

En forma preliminar, el encargado de la bodega informa que explotaron 200 tambores de 220 lts cada uno y dos estanques de gas de 50 m³ cada uno.

La bodega está ubicado en una zona rural, a 3 km de un colegio rural y en un sector de uso forestal y agrícola.

Tres compañías de bomberos acudieron al combate del incendio, que se prolonga por más de 12 horas. La bodega está prácticamente destruida, pero se evita que el fuego afecte otras instalaciones de la industria.

2 RECEPCION DE AVISO DE LA EMERGENCIA

El personal del SAG V Región es notificado de la emergencia el mismo día. Considerando que puede generarse un perjuicio sobre la calidad del suelo, cursos hídricos y la actividad agrícola y ganadera del sector, es evidente la participación del SAG.

3 PREPARACION DE LA VISITA A TERRENO

3.1 Formación del Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo estará conformado por dos personas:

- El Sr. Juan Pérez, como encargado de la visita a terreno;
- Sr. Felipe González, como especialista en prevención de riesgos y apoyo en gabinete.

Como prevencionista de riesgos el Sr. González apoyará en la identificación de los productos químicos involucrados, riesgos para la salud, medidas de seguridad, contingencia, etc. Además, recopilará los antecedentes de la zona, estará disponible en la oficina (telefónicamente) y facilitará la comunicación con los otros organismos.

3.2 Información Preliminar sobre las Sustancias Comprometidas

Las sustancias químicas involucradas no se encuentran en su estado puro; tampoco se encuentran en su estado físico o químico normal debido a la combustión. En forma preliminar, se manejan los siguientes datos:

Empresa Responsable del transporte	: ACME Ltda.
Tipo de sustancia	: Metanol
Estado físico	: Líquido
Características físicas de la sustancia:	
Densidad	: 0,79
Volatilidad	:
Solubilidad en agua	: miscible
Log Kow	: -0,77
Log Koc	: s/i
Precauciones de manejo y seguridad	: líquido inflamable
Posibles efectos sobre la salud	: por inhalación, ingestión
Cantidad de sustancia almacenada	: 44 m ³
Cantidad de sustancia quemada	: 44 m ³

Empresa Responsable del transporte	: ACME Ltda.
Tipo de sustancia	: Acetileno
Estado físico	: gas
Características físicas de la sustancia:	
Densidad	: 0,907
Volatilidad	:
Solubilidad en agua	: 1,66 mg/L
Log Kow	: s/i
Log Koc	: s/i
Precauciones de manejo y seguridad	: gas inflamable
Posibles efectos sobre la salud	: por inhalación
Cantidad de sustancia almacenada	: 44 m ³
Cantidad de sustancia quemada	: 44 m ³

También es posible que haya habido combustible o lubricantes en la bodega.

Por otra parte hay materiales de construcción de la bodega, que también deben ser considerados:

- paneles de revestimiento interior;
- aislamiento de los muros interiores;
- aislamiento del techo;
- estanques de fibra de vidrio; etc.

Es probable que varios de los materiales tengan plásticos clorados; por lo que se supone un riesgo de generación de dioxinas y furanos. El Sr. González obtendrá mayores antecedentes sobre compuestos derivados, que se pueden haber generado a raíz del incendio.

3.3 Características del Lugar (donde se produjo el evento)

El evento se produjo en el km 200 de la Ruta H-100 a aproximadamente 8 km al oeste de la comuna de Arenas Blancas. La *Cartografía IGM* y la *ortofoto de CIREN* proporciona la siguiente información:

- El entorno a la zona del evento es mixta (uso industrial, agrícola);
- En una distancia de 3 km hacia el oeste hay una localidad llamada “Angostura” (según la Municipalidad hay un colegio del mismo nombre que imparte enseñanza básica en jornada completa, con aproximadamente 400 alumnos); y
- La bodega se encuentra a solo 30 m de la Ruta H-100.

Además, los antecedentes de la DGA, SERNAGEOMIN y CONAMA indican:

- A 1 km al norte se encuentra el estero Angostura cuyo curso es de este a oeste; su caudal promedio anual es de 250 litros por segundo;
- El nivel de precipitaciones en la zona es del orden de los 300 mm anuales concentrándose entre Abril y Agosto;
- El suelo es principalmente del tipo arcilloso de baja permeabilidad;

La dirección predominante del viento es hacia el noreste (información obtenida a través de un llamado a un aeródromo que se encuentra a 5 km del lugar).

En la Municipalidad de Arenas Blancas informan, que la bodega ha tenido otros eventos de emergencia en el pasado.

3.4 Equipamiento para terreno

- Overoll;
- Guantes;
- Casco;
- Mascarilla;
- Bolsas plásticas para muestreo de suelos, especies de flora y fauna
- Peachímetro;
- Conductivímetro;
- Frascos para muestras de aguas;
- Cooler;
- Pala;

- Equipo GPS;
- Cámara fotográfica; y
- Ficha para evaluación rápida.

3.5 Otros

El encargado de terreno, debe contar con los números de teléfono de la empresa responsable, del jefe de operaciones y contacto en la municipalidad. Antes de acudir a terreno debe coordinarse con el encargado municipal, para que éste le indique el lugar del incidente.

4 EJECUCIÓN DE LA VISITA A TERRENO

Durante la visita a terreno el funcionario completará y verificará los siguientes antecedentes:

4.1 Área Directamente Impactada

El incendio se inició por un accidente con una grúa horquilla al interior de la planta (que generó chispas). La bodega de productos químicos, que tiene una superficie de 2.000 m², fue destruida en más de un 80%.

También afectó al patio de la planta donde se propagó debido a la acumulación de tambores vacíos, pallets, maderas y otros residuos acumulados. El combate del incendio duró 12 horas; durante la mayor parte de este lapso de tiempo estuvieron tres bombas en funcionamiento (que usaron agua del pozo de la empresa).

El incendio también afectó una zona con plantación de eucaliptus (ver croquis adjunto) colindante al terreno de la bodega (afectando aproximadamente 3 hás).

En total, el incendio afectó una superficie de unas 5 hás. (625 metros de ancho por 80 de largo, aprox.).

Aún cuando no haya indicios visibles de una contaminación con productos químicos en el suelo, no se descarta que haya habido derrames de combustibles, lubricantes que se hayan propagado con las aguas contra incendio.

La nube negra (se presume que se originó por la quema de materiales aislantes y PVC) avanzó en dirección al este; pero se dispersó rápidamente debido a los fuertes vientos de la zona.

4.2 Reconocimiento del área potencialmente impactada

El funcionario realiza un reconocimiento del terreno, con los siguientes resultados:

Aguas Superficiales

A 1 km al norte se encuentra el estero Angostura cuyo curso es de este a oeste. No hay otros cursos de agua cercanos.

El terreno es relativamente plano, con una leve pendiente en dirección al estero Angostura (no hay quebradas, ni problemas de erosión).

Aguas Subterráneas

La industria y bodega se abastecen con agua potable e industrial de un pozo propio (inscrito en la DGA). La napa freática se encuentra a aproximadamente 30 m de profundidad; corresponde a un acuífero “libre”.

Uso de Suelos

El uso del suelo en la zona es mixto: forestal, industrial y agrícola. No se observó actividad ganadera cercana.

Flora y Fauna

No se observan especies de flora y fauna en algún grado de conservación en la zona; el sector está fuertemente intervenido debido a la actividad forestal. Debido a la plantación de eucaliptus pueden existir corredores biológicos en la zona.

Otros

La bodega cuenta con un equipo de emergencia propio, pero el incendio ha superado las expectativas de la empresa por lo cual se ha debido recurrir al equipo Hazmat regional.

Existe un aserradero ubicado a 3 km al oeste de la bodega de químicos. En el mismo sector hay un colegio rural.

No hay localidades o viviendas dentro de un radio de 1 km. El centro comunal de Arenas Blancas se encuentra en una distancia de 3 km.

4.3 Estratigrafía de suelo

A través del registro del pozo de agua potable de la industria, se puede establecer la estratigrafía del subsuelo:

- Suelo vegetal limo-arcilloso 0 - 0,2 m
- Arena 0,2 – 10 m
- Grava/bolones > 10

En el sector de la planta industrial y bodega, la capa de suelo vegetal fue removida; por lo tanto hay material permeable (relleno, arena y grava). El acuífero es un acuífero “libre” o no-confinado.

4.4 Muestreo Preliminar

No hay indicios de un derrame de productos químicos en el suelo (los productos son volátiles y se supone que han sido combustionado en un 100%). El objetivo del muestreo preliminar es descartar la presencia de alguna de sustancias químicas, que se podría haber propagado con las aguas de combate del incendio.

Para tal efecto, se considera la toma de las siguientes muestras:

- a) Muestra de agua en el pozo de agua potable de la industria;
- b) Suelos superficiales del patio de la bodega; y
- c) Suelos superficiales del predio colindante, que corresponde a la plantación de eucaliptus;
- d) Muestra del curso de agua en el estero Angostura a 100 m aguas abajo del límite del incidente.

Las muestras serán analizadas por: pH, conductividad, aceites y grasas, hidrocarburos totales y compuestos fenólicos.

El funcionario tomará las **coordenadas de los puntos de muestreo** con GPS y las indicará en el croquis (ver Figura adjunta). Además, toma un registro fotográfico de los puntos de muestreo (cuidando de tener referencias de tamaño para poder apreciar la amplitud del objeto a mostrar).

4.5 Medidas Inmediatas

Las medidas inmediatas tienen el objetivo de proteger la salud de las personas, controlar el avance del fuego y la expansión de la nube negra:

- Combate del fuego;
- Aviso a las comunidades cercanas;
- Evacuación del colegio rural (que se encuentra en dirección del avance de la nube tóxica).

Estas acciones fueron ejecutadas por bomberos (están fuera del ámbito de responsabilidad del SAG).

Posteriormente, se debe realizar una limpieza del sector afectado (retiro de residuos y escombros).

5 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RIESGOS AMBIENTALES

5.1 Relación Fuente v/s Medio Receptor

En primer lugar, se establecerá la relación entre la fuente de impacto y medio receptor:

La exposición directa puede afectar, la seguridad de las personas, fauna terrestre y el uso del suelo (en este caso el forestal).

El arrastre de contaminantes con el viento puede afectar a la calidad de aire, aguas superficiales, vegetación y flora, uso del suelo, paisaje y estética, socioeconomía y seguridad de las personas;

El arrastre por aguas superficiales puede afectar la calidad del suelo, del agua superficial, vegetación y flora terrestre y seguridad de las personas.

La infiltración al subsuelo puede afectar a la calidad del suelo y de las aguas subterráneas.

La existencia de relación entre las vías de propagación y la componente ambiental se indica en la Tabla 1.

De lo observado en terreno se tiene que preliminarmente las componentes ambientales afectadas son:

- Suelo (debido a que se altera su composición química natural);
- Aire (emanación de gases de combustión);
- Aguas superficiales (contaminación del estero por derrames de sustancias utilizadas para el control del incendio);
- Aguas subterráneas;
- Uso del suelo (forestal);
- Paisaje y estética;
- Socioeconomía; y
- Seguridad de las personas.

5.2 Magnitud de la Fuente de Impacto

Aún cuando no haya indicios de derrames de productos químicos, las emisiones atmosféricas son relevantes (la nube “negra”), además la superficie afectada es mayor a 1.000 m². Por esta razón, la magnitud de la fuente de impacto (M) se clasifica como **alta (100 puntos)**.

5.3 Probabilidad de Propagación

El funcionario debe analizar las diferentes vías de propagación de la contaminación, que para efectos del evento tratado en el ejemplo queda:

Exposición Directa

El efecto del incendio sobre la vegetación y el paisaje del sector es directo; éste puede ser cuantificado y no requiere análisis de riesgo.

El lugar donde ocurrió el evento no se encuentra cercano a zonas habitacionales y de cultivos, no existen especies en el área directamente impactada. Durante la emergencia se tomaron los resguardos para evitar el acceso de personas al sector y evacuar la escuela Angostura (que se encuentra en dirección del viento predominante). Por estas razones, el riesgo por exposición directa al contaminante fue calificado como **bajo (10 puntos)**.

Arrastre con el Viento

Las cenizas generadas durante el incendio se propagan por el viento, y también los gases generados por la combustión, no obstante, hubo una buena dispersión. Los potenciales receptores están en una distancia de 3 km..

La probabilidad de una propagación a través del aire se clasifica como mediana (**50 puntos**).

Arrastre con Aguas Superficiales

Las sustancias de control de incendio son en general las causantes de la potencial contaminación sobre el agua subterránea.

La descarga de estas sustancias podría afectar al estero Angostura. Debido a la baja pendiente del terreno y la cobertura de vegetación la probabilidad de una propagación es **baja (10 puntos)**.

Infiltración al Subsuelo

Debido a la alta permeabilidad de los suelos y a pesar de la profundidad de la napa subterránea la probabilidad de infiltración es **mediana (50 puntos)**.

5.4 Vulnerabilidad de Componentes Ambientales

A partir de los cuadros incluidos en el capítulo IV se otorga el puntaje a la componente afectada en relación a su vulnerabilidad (indicado en la 1º columna de la Tabla 7).

Suelo

Los suelos afectados por un arrastre de eventuales derrames corresponden al terreno colindante (plantación forestal). Tratándose de suelos forestales con una clase de suelo relativamente baja, la vulnerabilidad de la componente de suelos se clasifica como **media (Puntaje 50)**.

Aire

Esta componente se ve afectada fundamentalmente por la emanación de gases de combustión (dioxinas y furanos). Debido a la buena ventilación se considera que su vulnerabilidad es **media (Puntaje 50)**.

Aguas superficiales

Considerando que el estero está en una distancia de 1 km (y que la pendiente es baja), la vulnerabilidad de esta componente es **baja (Puntaje 10)**.

Aguas subterráneas

La napa freática se encuentra en una profundidad de aproximadamente 30 m, con materiales muy permeables y el pozo de agua potable se encuentra dentro del área impactada al siniestro. La vulnerabilidad asociada a la componente aguas subterráneas es **mediana (Puntaje 50)**.

Vegetación y Flora terrestre

La vulnerabilidad de esta componente se considera **baja (10 puntos)** debido a que la vegetación afectada está más relacionada a la plantación de eucaliptus que a otro tipo de especie.

Fauna terrestre

Considerando que existe una plantación de eucaliptus colindante a la bodega, existe la posibilidad de que se existen corredores biológicos en la zona. Como no se cuenta con

mayores antecedentes al respecto se considera que la vulnerabilidad de la componente es **baja (10 puntos)**.

Uso del suelo

El uso de suelo en la zona es mixto: agrícola, industrial y forestal. Este uso podría verse afectado solo si se altera la calidad del suelo producto de las emisiones atmosféricas. La vulnerabilidad de la componente es **baja (Puntaje 10)**.

Paisaje y estética

Considerando la proximidad que existe entre el sector del incendio y la Ruta H-100 (aprox. 30 m), y la extensión del suceso es inevitable el efecto sobre el paisaje observado en la zona. Por ello la vulnerabilidad de la componente se califica como **alta (Puntaje 100)**.

Socioeconomía

La plantación de eucaliptus, colindante a la bodega provee de materia prima al aserradero. La pérdida de 3 hectáreas de plantación de eucaliptos requiere una compensación del propietario (a través del seguro), pero no pone en peligro mano de obra ya que el aserradero puede ser abastecido por otros proveedores.

La vulnerabilidad de la componente socio-economía se puede calificar como **baja (Puntaje 10)**.

Seguridad de las personas

Considerando un criterio de precaución, la vulnerabilidad de la componente seguridad se clasifica como **alta (100 puntos)**.

Otras Componentes

El reconocimiento en terreno permitió descartar o calificar de baja vulnerabilidad a las demás componentes ambientales, como es el caso de la Flora y fauna acuática

5.5 Priorización de los Riesgos Ambientales

Luego en la matriz se estima la magnitud del riesgo ambiental (RA), para ello se aplica el producto entre la relación existente entre vía de exposición y componente ambiental (R) y la raíz cúbica del producto entre el puntaje asociado a la vulnerabilidad (V), el puntaje asociado a la probabilidad que se propague por cierta vía de exposición (P) y la magnitud de la fuente. Esta relación se expresa como:

$$RA = R * (V * P * M)^{1/3}$$

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2. Para la priorización de los riesgos ambientales se considera el máximo entre los valores de riesgo ambiental, obtenidos para cada componente ambiental analizada. Para ello se utiliza la siguiente escala:

- Puntaje de 75 a 100 = Muy Alta
- Puntaje de 50 a 74 = Alta
- Puntaje de 25 a 49 = Medio
- Puntaje de 1 a 24 = Bajo

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PRELIMINARES

En cuanto a la priorización de los riesgos ambientales, las componentes en mayor riesgo son el paisaje y estética y la seguridad de las personas. Le siguen la calidad del aire, suelo y agua subterránea.

Considerando los resultados obtenidos en la pre evaluación se debiera solicitar la confirmación de que no hubieron efectos sobre alguna especie de flora y fauna de interés. Para ello se debiera solicitar al responsable un estudio mas detallado realizado por un experto.

Respecto a la superficie de plantaciones quemadas como existen seguros comprometidos el problema pasaría a ser entre particulares.