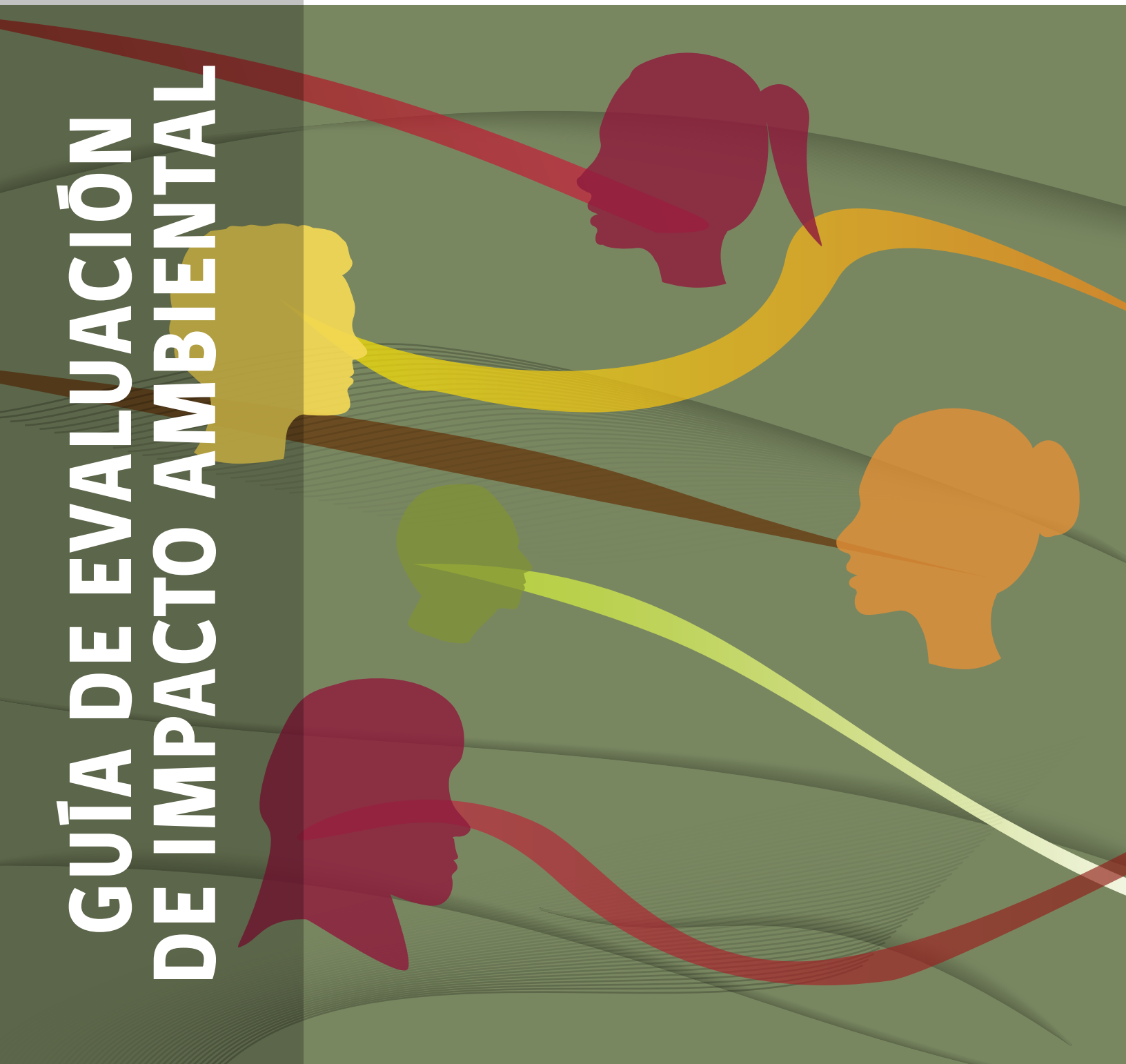




GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR OLOR EN EL SEIA

GUÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



**GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS
POR OLOR EN EL SEIA**

Editor: Servicio de Evaluación Ambiental

Diseño y diagramación: SEA

Impresión: Gráfica LOM

2017

GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR OLOR EN EL SEIA



La Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA ha sido elaborada por el Departamento de Estudios y Desarrollo de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, con la colaboración de los demás departamentos de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, División Jurídica y Direcciones Regionales del Servicio de Evaluación Ambiental.

Agradecemos a todas las personas que hicieron posible esta publicación, especialmente por los aportes y revisión del texto al personal del Servicio de Evaluación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Salud y Superintendencia del Medio Ambiente.

PRESENTACIÓN

Dando cumplimiento a un mandato legal, el Servicio de Evaluación Ambiental se encuentra uniformando los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes y exigencias técnicas de la evaluación de impacto ambiental de proyectos y actividades, entre otros, mediante la elaboración de guías.

Dicha labor requiere establecer criterios comunes y consistentes con el conjunto de competencias ambientales de los distintos órganos de la administración del Estado que participan en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), contribuyendo con la disminución de los márgenes de discrecionalidad en la toma de decisiones y la tecnificación de dicho Sistema.

Las emisiones de olor de un proyecto o actividad son susceptibles de generar impactos ambientales los que deben predecirse y evaluarse en el marco del SEIA; esta Guía presenta criterios y recomendaciones en cuanto a la suficiencia y calidad de la información que al respeto debe ser presentada en una Declaración o Estudio de Impacto Ambiental.

Se espera que esta Guía contribuya a perfeccionar el SEIA y fortalecer el cumplimiento de los objetivos que nos aproximen al desarrollo sustentable del país.

Dirección Ejecutiva
Servicio de Evaluación Ambiental

ÍNDICE

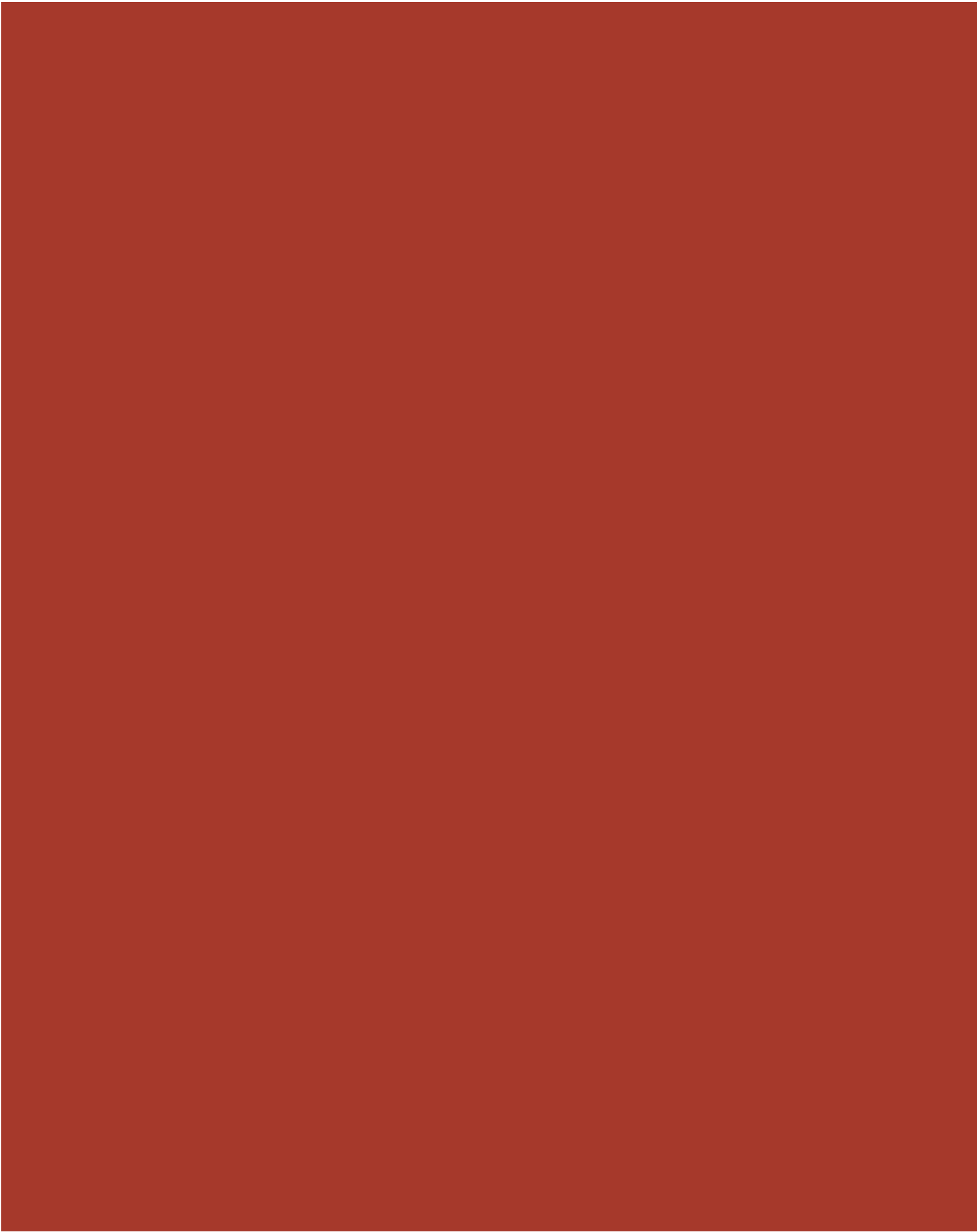
| | |
|--|-----------|
| SIGLAS | 7 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental | 10 |
| 1.2 Objetivo y alcance de la Guía | 12 |
| 2. MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL OLOR | 18 |
| 2.1 El concepto de olor | 18 |
| 2.2 Proceso de emisión, dispersión y respuesta humana al olor | 19 |
| 2.3 Características del olor | 21 |
| 2.3.1 Dimensiones principales del olor | 21 |
| 2.3.2 Umbral de detención, reconocimiento y molestia | 25 |
| 3. ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE OLOR | 28 |
| 3.1 Emisiones de referencia y factores de emisión | 28 |
| 3.1.1 Emisiones de referencia | 28 |
| 3.1.2 Factores de emisión | 29 |
| 3.1.3 Emisiones de referencia y factores de emisión | 29 |
| 3.2 Emisiones según olor simple o compuesto | 29 |
| 3.3 Descriptores de la emisión de olor | 30 |
| 3.4 Tipología de proyectos con fuentes de olor | 31 |
| 4. PREDICCIÓN DE IMPACTOS POR OLOR | 36 |
| 4.1 Elementos del medio ambiente receptores de impactos por olor | 36 |
| 4.2 Aspectos conceptuales de la predicción de impactos | 40 |
| 4.3 Metodologías para la predicción de impactos por olor | 41 |
| 4.3.1 Olfatometría dinámica | 42 |
| 4.3.2 Modelos de dispersión de olor | 42 |
| 4.3.3 Panelistas en terreno | 46 |
| 4.3.4 Métodos relacionados con la percepción de la comunidad | 47 |
| 4.3.5 Normas técnicas relacionadas con la medición de olor | 48 |
| 4.4 Estimación de los impactos por emisiones de olor | 49 |
| 4.4.1 Estimación de una concentración límite de exposición | 49 |
| 4.4.2 Cuantificación según curvas de isoconcentraciones de olor | 49 |
| 4.4.3 Cuantificación de la frecuencia de percepción de olor | 50 |
| 4.4.4 Molestia por olor | 52 |

| | |
|---|-----------|
| 5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR OLOR | 58 |
| 5.1 Riesgos para la salud de la población | 58 |
| 5.2 Alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos | 59 |
| 5.3 Alteración significativa del valor turístico de la zona | 60 |
| 6. MEDIDAS RELACIONADAS CON OLOR | 64 |
| 6.1 Consideraciones para presentación de medidas en el SEIA | 64 |
| 6.1.1 Medidas que se hacen cargo de los impactos significativos | 64 |
| 6.1.2 Medidas como compromisos ambientales voluntarios | 64 |
| 6.1.3 Identificación y descripción de medidas | 65 |
| 6.2 Medidas relacionadas con emisores de olor | 65 |
| 6.2.1 Medidas asociadas al diseño del proyecto o actividad | 65 |
| 6.2.2 Medidas asociadas a mejores prácticas en procesos generadores de olor | 66 |
| 6.2.3 Medidas tecnológicas de abatimiento y control del olor | 66 |
| 6.3 Medidas de prevención de contingencias y de control de emergencias | 68 |
| 6.4 Guías de mejores técnicas disponibles | 69 |
| 7. NORMATIVA AMBIENTAL RELACIONADA CON OLOR | 74 |
| 7.1 Consideraciones generales | 74 |
| 7.2 Medidas relacionadas con emisores de olor | 75 |
| 7.2.1 DS N° 144 de 1961 | 75 |
| 7.2.2 DS N° 75 de 1987 | 75 |
| 7.2.3 DS N° 594 de 1999 | 76 |
| 7.2.4 DS N° 189 de 2005 | 76 |
| 7.2.5 DS N° 138 de 2005 | 77 |
| 7.2.6 DS N° 94 de 2008 | 77 |
| 7.2.7 DS N° 4 de 2009 | 77 |
| 7.2.8 DS N° 3 de 2012 | 78 |
| 7.2.9 DS N° 37 de 2013 | 79 |
| ANEXOS | 83 |
| 1. Sustancias olorosas | 84 |
| 2. Glosario | 88 |
| 3. Bibliografía | 90 |

SIGLAS

A continuación, se listan las principales siglas que se utilizan en este documento:

- AI** : Área de Influencia
- DIA** : Declaración de Impacto Ambiental
- EIA** : Estudio de Impacto Ambiental
- SEA** : Servicio de Evaluación Ambiental
- SEIA** : Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental



1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental

Según lo establecido por el marco legal vigente, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento orientado a determinar si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes¹. Como tal, debe contemplar mecanismos a través de los cuales se predicen los impactos en el área de influencia y se evalúan para determinar si son o no significativos; así como el cumplimiento de las normas ambientales aplicables. La Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300), establece que dicho procedimiento está a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

En términos generales, la evaluación de impacto ambiental en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se basa en el análisis de las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad a ejecutarse y cómo éstas alteran los componentes del medio ambiente (impactos). Tal ejercicio se realiza previo a la ejecución del proyecto o actividad y, por tanto, se basa en una predicción de la evolución de los componentes ambientales en los escenarios con y sin proyecto.

El titular de un proyecto o actividad debe analizar si éste se encuentra en el listado de tipologías susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deben presentarse al SEIA, según lo establecido en el artículo 10 de Ley N° 19.300 y artículo 3 del Reglamento del SEIA².

Si el proyecto o actividad debe ser presentado al SEIA, es responsabilidad del titular definir la modalidad de ingreso, ya sea a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Para ello, le corresponde analizar el artículo 11 de la Ley N° 19.300, donde se establece que los proyectos que se presentan al SEIA requieren la elaboración de un EIA si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- a. Riesgo para la **salud de la población**, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- b. Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;

1 Definición de *Evaluación de Impacto Ambiental*, letra j) del artículo 2 de la Ley N° 19.300

2 Decreto Supremo N° 40, de 30 de octubre de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

- c. Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de **grupos humanos**;
- d. Localización en o próxima a **poblaciones**, recursos y áreas **protegidas**, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- e. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del **valor paisajístico o turístico de una zona**;
- f. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

De acuerdo a lo anterior, la generación o presencia de uno de estos efectos, características o circunstancias hace necesario que el titular del proyecto o actividad elabore un EIA, el cual debe considerar las materias contenidas en el artículo 12 de la Ley N° 19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 del Reglamento del SEIA.

Por el contrario, y de acuerdo al artículo 18 de la Ley N° 19.300, si el proyecto o actividad no genera ninguno de los efectos, características o circunstancias antes señalados, se debe presentar una DIA, la que debe considerar las materias contenidas en el artículo 12 bis de la Ley N° 19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 19 del Reglamento del SEIA.

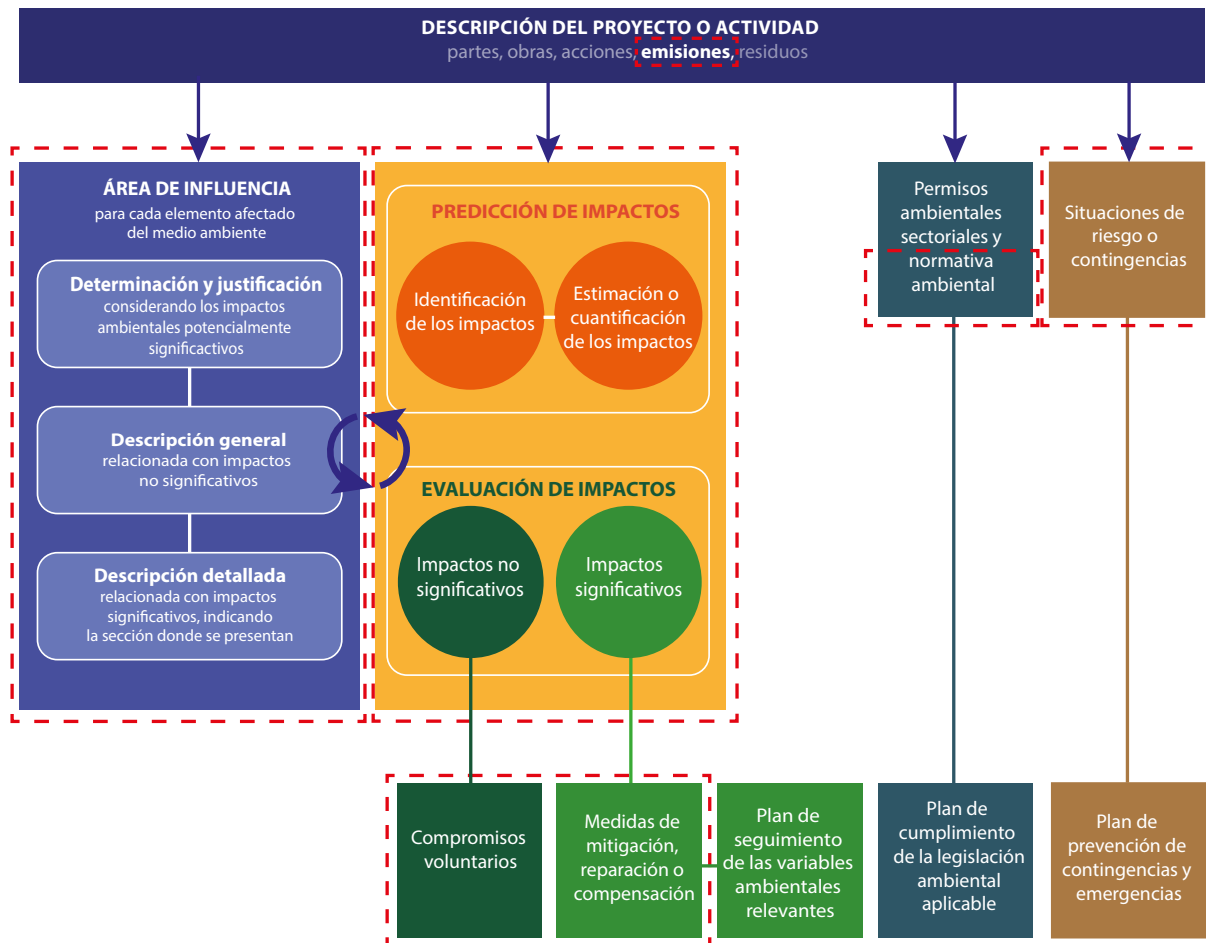
En consecuencia, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento administrativo en que, a través de un EIA o una DIA, debe demostrarse que el proyecto o actividad cumple con las normas ambientales aplicables. Además, en el caso de un EIA se debe acreditar que el proyecto o actividad se hace cargo de los efectos, características o circunstancias que genera o presenta, mediante la definición e implementación de medidas y justificar la inexistencia de los demás efectos, características o circunstancias enunciados en el artículo 11 de la Ley N° 19.300. En el caso de una DIA, además se debe justificar la inexistencia de impactos ambientales significativos.

La autoridad, por su parte, debe verificar y certificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, incluido los requisitos de carácter ambiental contenidos en los permisos ambientales sectoriales y calificar la pertinencia, efectividad e idoneidad de las medidas ambientales propuestas.

1.2 Objetivo y alcance de la Guía

La presente Guía tiene por objetivos entregar herramientas para la estimación de emisiones de olor, predecir y evaluar los impactos ambientales que generan dichas emisiones y el establecimiento de medidas relacionados con dichos impactos.

La FIGURA 1 ilustra el proceso de evaluación de impacto ambiental de un proyecto o actividad en el SEIA y el alcance de la presente Guía dentro de dicho proceso.



Alcance de esta Guía: - - - - -

FIGURA 1. Alcance de esta Guía en el proceso de evaluación ambiental

Fuente: elaboración propia

La identificación de las partes, obras y acciones de un proyecto, así como de sus emisiones y residuos, forman parte del capítulo de Descripción del Proyecto de una DIA y EIA. El alcance de la Guía respecto a la descripción del proyecto abarca solo la estimación de las emisiones de olor.

A partir de dicha descripción, es posible realizar una primera identificación de impactos -en este caso por emisiones de olor-, la que se complementa una vez conocida la descripción del área de influencia -en este caso las personas receptoras de olor-.

Para establecer si los impactos son o no significativos, se requiere realizar una estimación del impacto, ya sea cualitativa o cuantitativamente dependiendo de la información disponible. A la identificación y estimación de impactos se le denomina predicción de impactos -en este caso se presentan modelos y herramientas para la predicción de impactos-.

Luego, la significancia de todos los impactos identificados se establece en función de criterios establecidos en la Ley N° 19.300 y, el Reglamento del SEIA, etapa identificada como evaluación de impactos -en este caso se presentan algunos criterios generales-.

Finalmente, a los impactos predichos y evaluados se les asocian medidas, materia que también se aborda en esta Guía.

Respecto del Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental, la Guía presenta las principales normas aplicables a las emisiones de olor y también se presenta el Plan de Prevención y Control de Emergencia, identificando algunas contingencias relacionadas con el olor.

La información presentada en esta Guía se complementa con los contenidos mínimos y criterios de evaluación establecidos en la Ley N° 19.300 y el Reglamento del SEIA, cuyo cumplimiento es de exclusiva responsabilidad de todo titular de proyecto que se somete al SEIA. Además, este documento se complementa con otras guías, tanto metodológicas como de criterios, que han sido publicadas o se publicarán en el centro de documentación de su sitio *web*, www.sea.gob.cl.

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley N° 19.300, el Reglamento del SEIA y el Ord. SEA N° 151276 de 07 de agosto de 2015, en los procesos de evaluación ambiental se debe observar el contenido de esta Guía, la que para efectos de una continua mejora podría ser objeto de revisión y actualización.

La presente Guía se estructura de la siguiente manera:

- En el Capítulo 2 Marco Conceptual sobre el Olor, se define el concepto de olor simple o compuesto; el proceso de emisión, dispersión y respuesta humana al olor; y se identifican sus características.
- En el Capítulo 3 Estimación de Emisiones de Olor, se presentan los conceptos de emisiones de referencia y factores de emisión; los descriptores de las emisiones de olor; y se identifican las principales tipologías de proyectos con fuentes de olor.
- En el Capítulo 4 Predicción de Impactos por Olor, se identifican los elementos del medio ambiente que son receptores de impactos por olor y se

presentan criterios para su descripción; se abordan aspectos conceptuales de la predicción de impactos; y se presentan metodologías y herramientas para la predicción de impactos.

- En el Capítulo 5 Evaluación de Impactos por Olor se presentan criterios para la evaluación de impactos en consistencia con el Reglamento del SEIA.
- En el Capítulo 6 Medidas Relacionadas con Olor se indican las consideraciones para la presentación de medidas en el SEIA y se describen medidas relacionadas con emisiones de olor.
- En el Capítulo 7 Normativa Ambiental Aplicable, se presentan las principales normas que regulan las emisiones de olor.
- En el Anexo 1 Sustancias Olorosas, se presentan dos tablas con las características principales de sustancias olorosas emitidas en ciertas actividades o procesos industriales.
- En el Anexo 2 Glosario, se presentan las definiciones de términos o conceptos utilizados en la presente Guía.
- En el Anexo 3 Bibliografía, se presentan las referencias de la bibliografía citada en la Guía.

| | |
|------------|--|
| CAPÍTULO 2 | MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL OLOR |
| CAPÍTULO 3 | ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE OLOR |
| CAPÍTULO 4 | PREDICCIÓN DE IMPACTOS POR OLOR |
| CAPÍTULO 5 | EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR OLOR |
| CAPÍTULO 6 | MEDIDAS RELACIONADAS CON OLOR |
| CAPÍTULO 7 | NORMATIVA AMBIENTAL RELACIONADA CON OLOR |



Fuente: www.pixabay.com



2.

MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL OLOR

2. MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL OLOR

2.1 El concepto de olor

El olor se define como una “propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles” (INN, 2010). También se define como “sensación que ocurre cuando los compuestos o sustancias olorosas estimulan los receptores en la cavidad nasal” (Schiffman y Williams, 2005).

El ser humano tiene un sentido del olfato muy sensible que puede detectar olor aun cuando las sustancias olorosas presenten en el ambiente estén en concentraciones muy bajas (Ministry for the Environment for New Zealand, 2016). La complejidad del olor está relacionada con el proceso de percepción humana que está condicionado por numerosos factores (Generalitat Valenciana, 2008). Como se ha señalado, el ser humano puede diferenciar alrededor de 10.000 olores con diferentes calidades. Hasta la fecha, no es posible predecir una sensación olorosa debido a la estructura química de una sustancia olorosa con vista a establecer un sistema de clasificación de sustancias olorosas (INN, 2010).

Es posible distinguir el olor simple y el olor compuesto.

El **olor simple** es el que percibe el olfato como consecuencia de la emisión de un compuesto químico o sustancia olorosa determinada. Por ejemplo, el ácido sulfhídrico (H_2S) es una sustancia olorosa. Los olores de tipo simple suelen ser fácilmente identificables (Díaz *et al.*, 2013).

El **olor compuesto** es el que se percibe como consecuencia de la mezcla de más de un olor simple. En la mezcla de sustancias olorosas pueden producirse fenómenos de sinergias, interferencias e inhibiciones, y por lo mismo, en la percepción del olor compuesto no siempre es fácil definir y atribuir las moléculas que lo causan (Iglesias, 2012). De esta manera la percepción fisiológica del conjunto no es el resultado de la suma sensorial de sustancias olorosas individuales, es decir, el olor no puede ser definido como la suma de las sustancias olorosas que lo conforman.

2.2 Proceso de emisión, dispersión y respuesta humana al olor

La trayectoria de la emisión, dispersión y respuesta humana al olor es un proceso complejo que depende principalmente de los siguientes componentes:

- La emisión de olor:
 - el proceso de formación del olor y su liberación a la atmósfera ya sea desde una fuente puntual, difusa o fugitiva.
 - características del olor que se libera (concentración, calidad, tono hedónico, intensidad);
 - régimen de emisión;
- La dispersión del olor en la atmósfera:
 - condiciones meteorológicas como estabilidad de la capa límite, velocidad y dirección de viento, temperatura y humedad;
 - topografía local;
- Percepción y respuesta humana al olor:
 - exposición del o los receptores, en base a su localización, relación con la fuente, tiempo de permanencia en el exterior (frecuencia, duración);
 - respuesta o valoración del o los receptores en consideración a sus características como historial de exposición; actividad que desarrolla durante el o los episodios de exposición; factores psicológicos tales como conducta de afrontamiento y percepción de amenaza para la salud; contexto de la percepción, por ejemplo, presencia de otra fuentes de olor, antecedentes de los olores, actividad y estado de ánimo del receptor en el contexto de la percepción (intensidad, ofensividad).
 - La respuesta se puede expresar en molestia y en ocasiones en queja.

Dicho proceso de emisión, dispersión y respuesta humana al olor se expresa en la **FIGURA 2**.

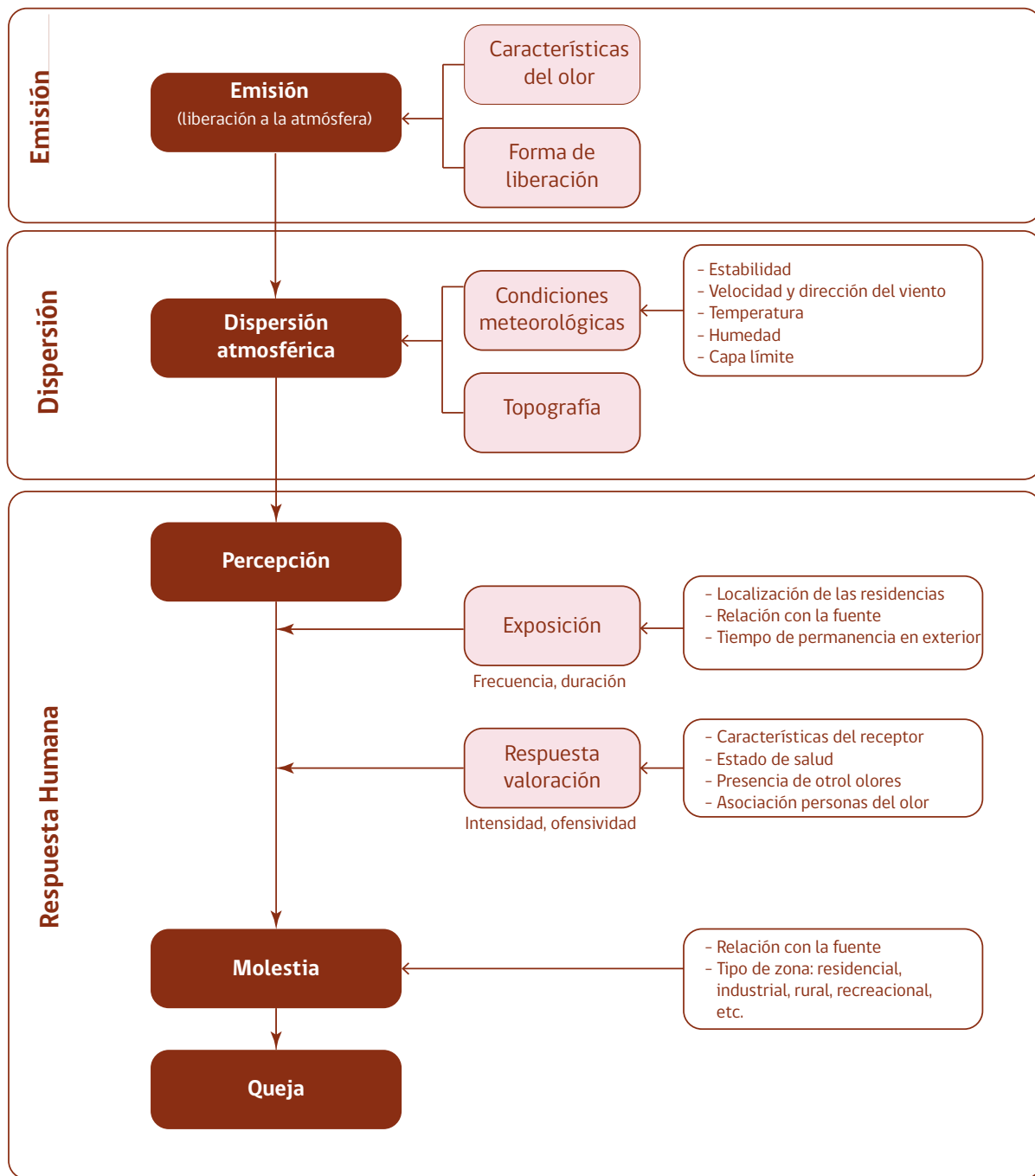


FIGURA 2. Proceso de emisión, dispersión y respuesta humana al olor

Fuente: elaboración propia en base a Pagans y Odournet. 2013

2.3 Características del olor

2.3.1 Dimensiones principales del olor

El olor se describe según las siguientes cuatro dimensiones principales:

- **Concentración:** se entiende por concentración de olor al número de unidades de olor europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales (OU_e/m^3).

El umbral de detección (*odour threshold*) se refiere a la concentración teórica mínima para generar un estímulo que pueda ser detectado en un porcentaje específico de la población; por convención generalmente se usa el 50% de la población.

La concentración de olor al umbral de detección es por definición $1 OU_e/m^3$, por consiguiente, la concentración de olor se expresa como múltiplos del umbral de detección.

La concentración de un compuesto o sustancia olorosa se mide en unidades de masa/volumen como $\mu g/m^3$, ppm o ppb. A las sustancias olorosas también se les puede asignar un umbral de detección en función de su concentración.

- **Intensidad:** se refiere a la fuerza con la que el olor se percibe, la cual aumenta en función de la concentración del olor.

Dicha intensidad no está relacionada directamente con la molestia, sino que es un parámetro independiente de esta, es decir, se

pueden tener intensidades altas de olor que no producen molestia. La intensidad de un olor se determina mediante olfatómetros por panelistas calibrados.

La metodología para medir intensidad se describe en la norma técnica VDI 3882 Blatt1:1992-10 (VDI, 1992).

- **Calidad:** indica como huele, permitiendo clasificar e identificar los olores en diversos grupos en función de descriptores como floral, frutal, vegetal, medicinal, etc.

La calidad del olor normalmente es reportada usando listas de descriptores estandarizados que se ilustran en las denominadas “ruedas de descriptores de olor”. Las FIGURAS 3, 4 y 5 corresponden respectivamente a rueda de olores de carácter general, relacionadas con el compostaje y aguas servidas.

- **Tono hedónico** (o aceptabilidad): es la propiedad de un olor relativa a su agrado y desagrado, es decir, es un juicio de categoría del placer o no placer relativo del olor y se refiere a las asociaciones mentales hechas por el sujeto al percibirlo, en forma cualitativa (negativo o positivo) en una escala que va desde 4 (muy agradable) a -4 (muy desagradable) siendo el cero un olor neutral. La metodología para medir el tono hedónico se describe en la norma alemana VDI 3882 Blatt 2:1994-09 (VDI, 1994).

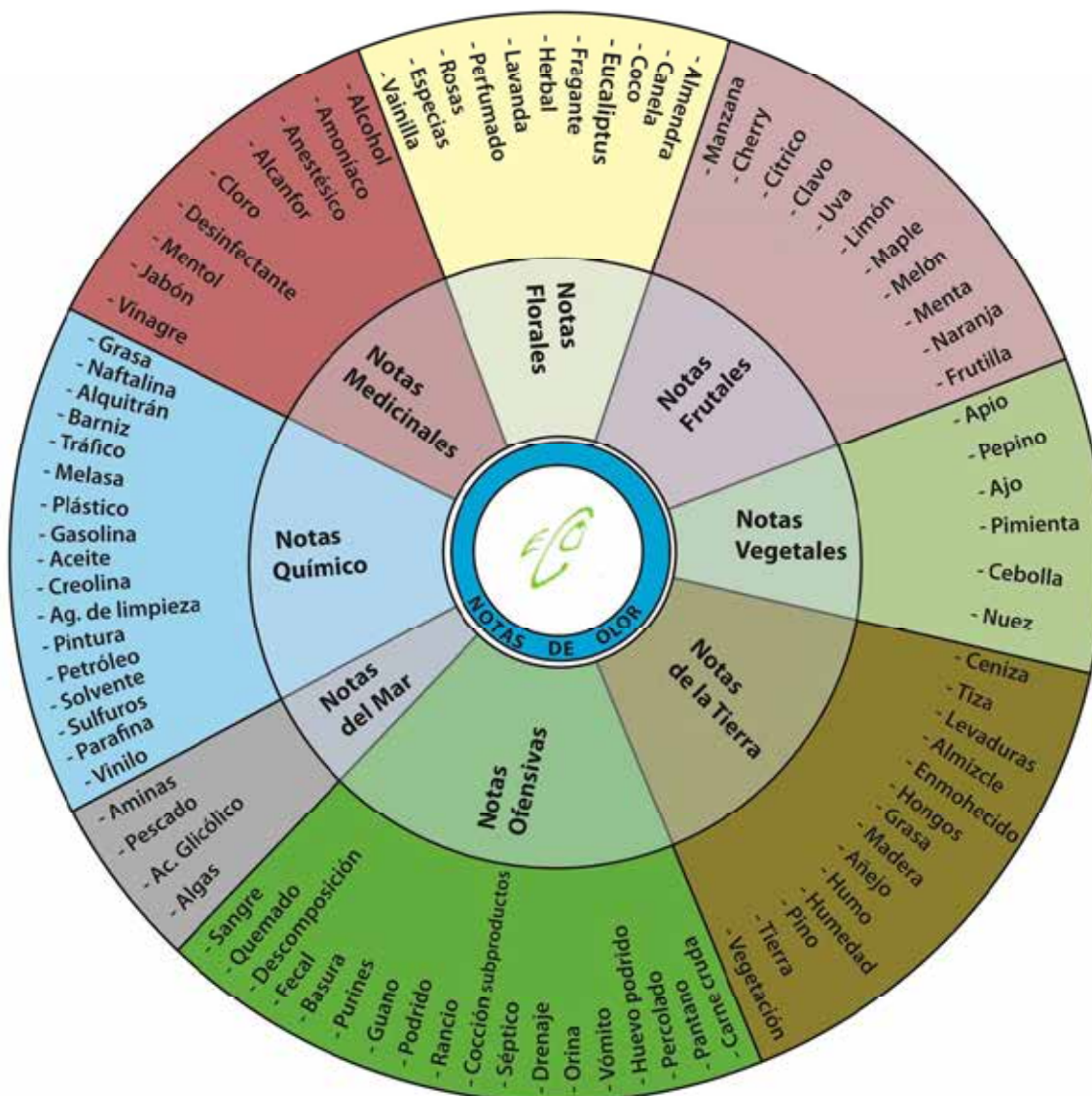


FIGURA 3. Rueda de descriptores de olor de caracter general

Fuente: McGinley *et al*, 2000, traducida por Ecometrika

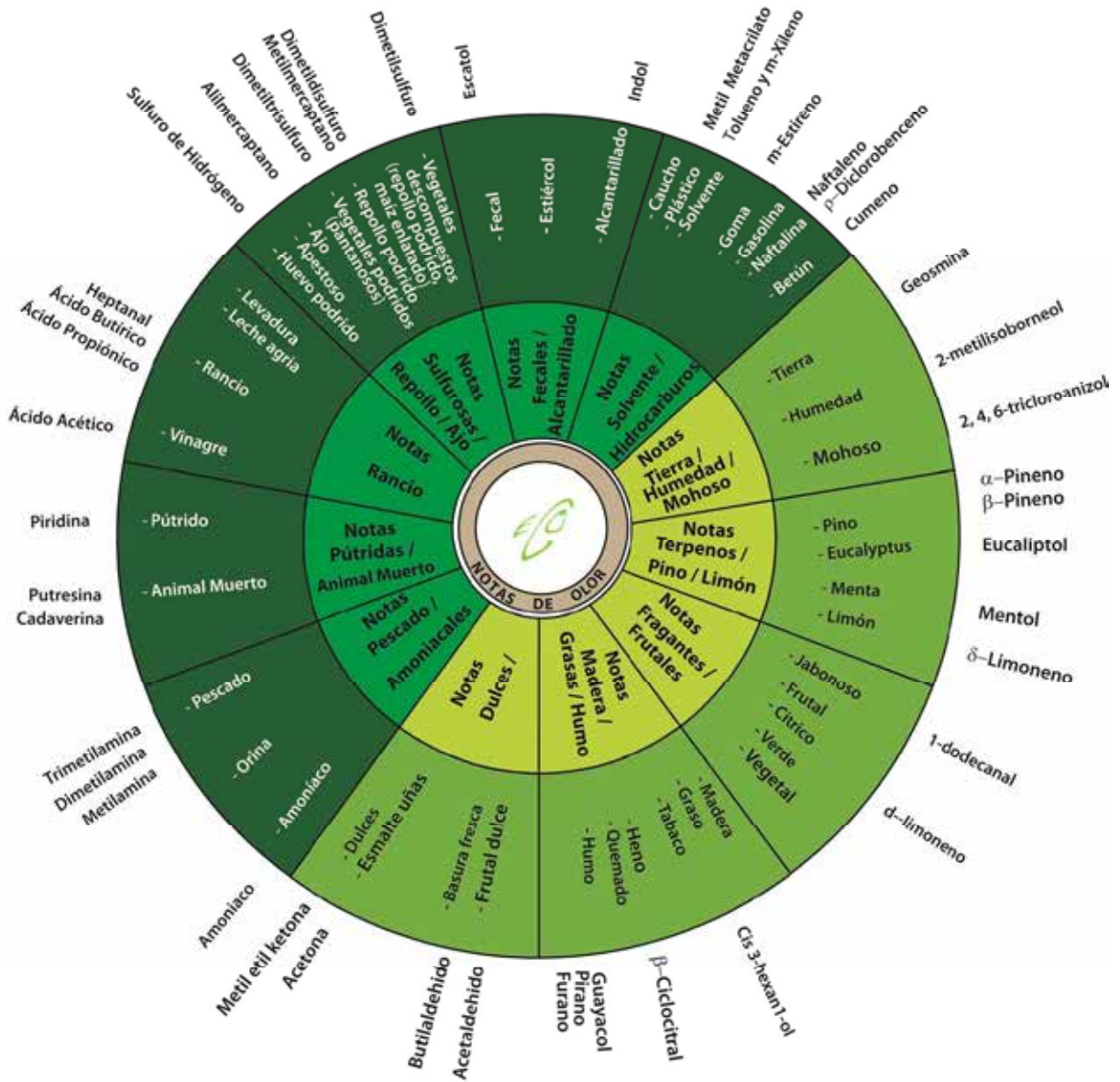


FIGURA 4. Rueda de descriptores de olor relacionada con el compostaje

Fuente: Suffet y Rosenfeld, 2007, traducida por Ecometrika

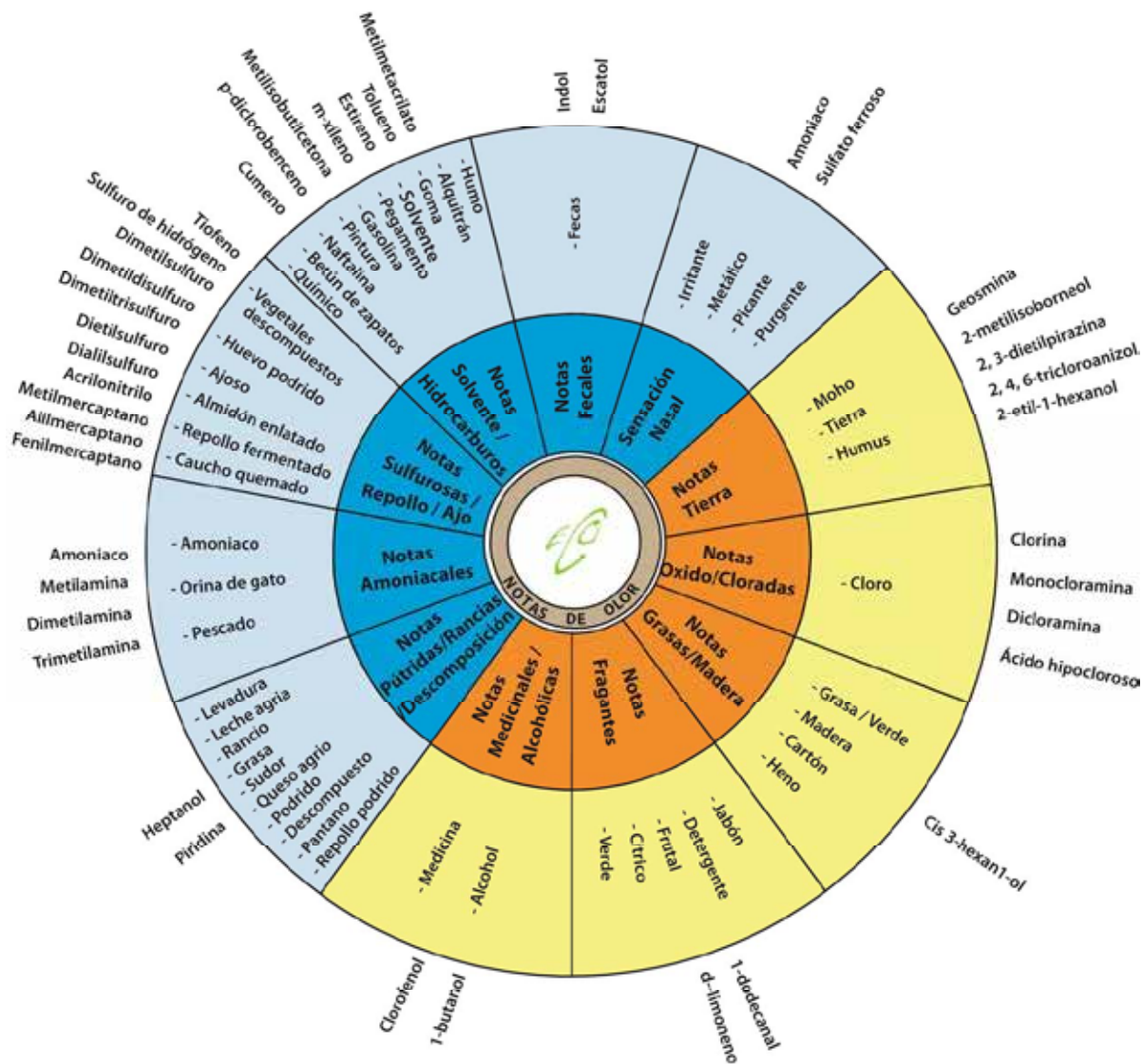


FIGURA 5. Rueda de descriptores de olor relacionada con aguas servidas

Fuente: Burlingame *et al.*, 2004, traducida por Ecometrika

2.3.2 Umbral de detección, reconocimiento y molestia

La Organización Mundial de la Salud define el umbral de detección, reconocimiento y molestia según lo siguiente (WHO, 2000):

- Umbral de detección: límite inferior del rango de intensidad percibida. Por convención, el umbral de detección corresponde a la concentración más baja que se puede detectar en el 50% de los casos en que está presente.
- Umbral de reconocimiento: concentración mínima a la que el 50% de la población es capaz de describir el olor correctamente.
- Umbral de molestia: concentración a la que una pequeña parte de la población (<5%) experimenta molestia por un período corto de tiempo (menos de 2% del tiempo).



3. ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE OLOR

3. ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE OLOR

3.1 Emisiones de referencia y factores de emisión

3.1.1 Emisiones de referencia

Las emisiones de referencia son aquellas que han sido estimadas a partir de toma de muestras de olor en la fuente y su respectiva caracterización, es decir, son aquellas obtenidas de fuentes existentes o proyectos en ejecución. Dichas emisiones de referencia deben estar determinadas a través de metodologías estandarizadas, como por ejemplo el método de olfatometría dinámica establecido en la norma NCh3190.Of2010 (INN, 2010). La identificación de emisiones de referencia se realiza sobre la base de proyectos o actividades similares al proyecto que se somete a evaluación ambiental, es decir, que cuenten con partes, obras, acciones y actividades similares; siendo importante considerar que las condiciones de operación o funcionamiento de las fuentes existentes o de referencia sean análogas al proyecto en cuestión. En consecuencia, la selección de emisiones de referencia debe ser debidamente justificada.

3.1.2 Factores de emisión

Un factor de emisión es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad. La unidad de actividad puede consistir en datos de producción, horas de operación de la fuente, área superficial involucrada; o en datos como número de empleados u otros (Radian Corporation, 1996). El uso de factores de emisión es aconsejable solo en proyectos nuevos, y siempre que no se cuente con

emisiones de referencia, en este caso se deben utilizar preferentemente factores publicados por agencias estatales de protección del medio ambiente, normas técnicas o guías técnicas relacionadas.

La ecuación general para la estimación de emisiones utilizando factores de emisión corresponde a:

$$E=A*EF$$

Dónde:

E = emisiones;

A = nivel de actividad;

EF = factor de emisión.

Cabe destacar que los factores de emisión disponibles en referencias internacionales corresponden a factores obtenidos en procesos que se encuentran estandarizados, no siendo posible por tanto aplicar los factores de emisión directamente a cualquier proyecto o actividad que se someten al SEIA. Previamente es necesario asegurarse que las actividades o procesos del proyecto correspondan a procesos representados por el factor de emisión a utilizar, los que deben ser aplicables a la realidad nacional y consistentes con las características particulares del proyecto o actividad. En consecuencia, la selección del o los factores de emisión debe ser debidamente justificada, indicando a lo menos lo siguiente:

- Nombre de la fuente emisora, relacionándola con la o las partes/obras del proyecto, de acuerdo a lo indicado en la sección “Partes y obras” de la DIA o EIA.
- Tipo de fuente, consistente con alguno de los tipos de fuentes definidos en el glosario de esta Guía.
- Notación y unidades del factor de emisión.
- Referencia bibliográfica.
- País de procedencia del factor de emisión.
- Justificación de la pertinencia y aplicabilidad del factor de emisión al proyecto o actividad.

En el Centro de Documentación del sitio *web* del SEA, en la categoría Normas y Valores Referenciales está disponible la Recopilación y Sistematización de Factores de Emisión al Aire (SEA, 2015). Allí se presentan factores de emisión de olor para fuentes

3.2 Emisiones según olor simple o compuesto

Como se mencionó en la sección 2.1, es posible distinguir el olor simple o compuesto. Cuando en un proyecto o actividad se pueda identificar un compuesto químico o sustancia olorosa predominante, las emisiones pueden estimarse en consideración del olor simple. En la DIA o EIA se deben presentar los fundamentos de la estimación de las emisiones del

fijas difusas y fugitivas de diversas actividades o procesos productivos.

3.1.3 Emisiones de referencia y factores de emisión

Se debe priorizar la utilización de emisiones de referencia por sobre factores de emisión ya que los primeros representan de mejor forma el comportamiento esperado de una determinada fuente de emisión.

Podrán usarse factores de emisión o valores de referencia, justificando la pertinencia y aplicabilidad al proyecto o actividad, cuando se trate de un proyecto inexistente (ver sección 4.3).

En el caso de una modificación de proyecto es aconsejable utilizar emisiones de referencia, es decir, en base a la información y comportamiento de las emisiones del proyecto en ejecución que se contempla modificar.

proyecto o actividad en consideración del olor simple o compuesto, según sea el caso.

Cabe tener presente que cuando esta Guía aborda el olor, no siempre se distingue si se trata de un olor simple o compuesto.

3.3 Descriptores de las emisiones de olor

La descripción de las emisiones de la fase de construcción y operación de un proyecto es parte de la información del capítulo de Descripción de Proyecto de una DIA o EIA.

Para la estimación de emisiones es necesario identificar las fuentes que generan olor. Cada una de las fuentes de olor se deben describir indicando lo siguiente:

- Nombre de la fuente relacionándola con la o las partes/obras del proyecto, de acuerdo a lo indicado en la sección "Partes u obras" de la DIA o EIA³.

Por ejemplo, en el caso de un plantel avícola, una fuente de olor puede asociarse a la obra o instalación para el acopio y manejo de aves muertas, la que tiene asignada una localización georreferenciada y dimensiones específicas, entre otros. En el caso de una planta de tratamiento de aguas servidas una fuente de olor puede asociarse a la obra denominada módulo de biofiltro dinámico (lombrifiltro) del tratamiento secundario, la que tiene asignada una localización y dimensiones específicas, entre otros.

- Nombre de la o las actividades que generan emisiones de olor, de acuerdo a lo indicado en la sección "Acciones o actividades" de la DIA o EIA. Además, se deben indicar las características de la actividad o proceso que genera el olor, como la identificación del material relacionado y las sustancias olorosas que provienen de este, de acuerdo a bibliografía de referencia.

Siguiendo el ejemplo anterior, en el caso del plantel avícola, la actividad relacionada sería el manejo de aves muertas durante la fase de operación del proyecto y el material relacionado sería, por ejemplo, materia orgánica animal en descomposición. En el caso de la planta de tratamiento de aguas servidas la actividad relacionada sería el riego con agua servida del lecho del biofiltro y su manejo durante la fase de operación del proyecto.

Es necesario considerar las acciones de transporte de insumos, productos o residuos del proyecto cuya carga a transportar emite olor. Por ejemplo, el transporte de guano o aves muertas en el caso de un plantel avícola.

- Tipo de fuente, distinguiéndose los siguientes tipos: puntual, difusas activas o pasivas y fugitivas. En el glosario de esta Guía se presenta la definición de estos conceptos.
- Régimen de emisión de olor, indicando el tiempo que dura la emisión entre el comienzo y fin de un proceso (horas, días, meses del año) y su frecuencia entendida como la cantidad de veces que se repite un proceso periódico por unidad de tiempo. Es necesario recordar que las fuentes que emiten olor de corta duración, como por ejemplo los venteos, también deben ser consideradas e identificadas.
- Tasa de emisión de olor o caudal de olor (OU_e /tiempo) o de una sustancia olorosa (μg /tiempo u otra unidad), considerando un factor de emisión o un valor de referencia.

3 Ref. letras c.5 y c.6 del art. 18 y a.5 y a.6 del art. 19, del Reglamento del SEIA

- Características del olor, considerando las variables descritas en la sección 2.3.1 de esta Guía: concentración, intensidad, calidad y tono hedónico.

En el capítulo de Descripción del Proyecto de la DIA o EIA, el titular debe presentar la información referente a la estimación de emisiones de olor, considerando las fases de construcción y operación del proyecto. Cabe tener presente que, en general, las emisiones de olor se generan durante la fase de operación de los proyectos, no obstante, durante la fase de construcción estos pueden contemplar actividades de puesta en marcha de equipos y procesos, acciones que pueden generar olor. Respecto de la fase de cierre, si corresponde, deben identificarse las obras y acciones para prevenir futuras emisiones de olor desde la ubicación del proyecto⁴.

En el caso que el proyecto o actividad contemple fuentes de olor y se considere la implementación de medidas como las descritas en la sección 6.2 de esta Guía, de modo que las emisiones de olor se abatan, controlen, minimicen o supriman, siempre se debe considerar la estimación de las emisiones y con ello se pueda fundamentar la eficacia de las medidas a implementar. Para la estimación de emisiones de olor se considera principalmente emisiones de referencia o factores de emisión. En todo caso se debe explicitar la metodología que se utilice e incluir una memoria de cálculo donde se indique el o los supuestos involucrados y el conjunto de antecedentes que fundamenten y respalden la información sobre la estimación de emisiones de olor del proyecto o actividad que se presenta al SEIA.

3.

3.4 Tipologías de proyectos con fuentes de olor

En la TABLA 1 se presentan las principales tipologías de proyectos o actividades establecidas en el art. 3 del Reglamento del SEIA, en cuyas partes u obras

se realizan acciones o procesos que constituyen fuentes generadoras de emisiones de olor.

⁴ Ref. letras c7 del art. 18 y a.7 del art. 19, del Reglamento del SEIA

TABLA 1. Principales tipologías de proyectos o actividades con fuentes de olor

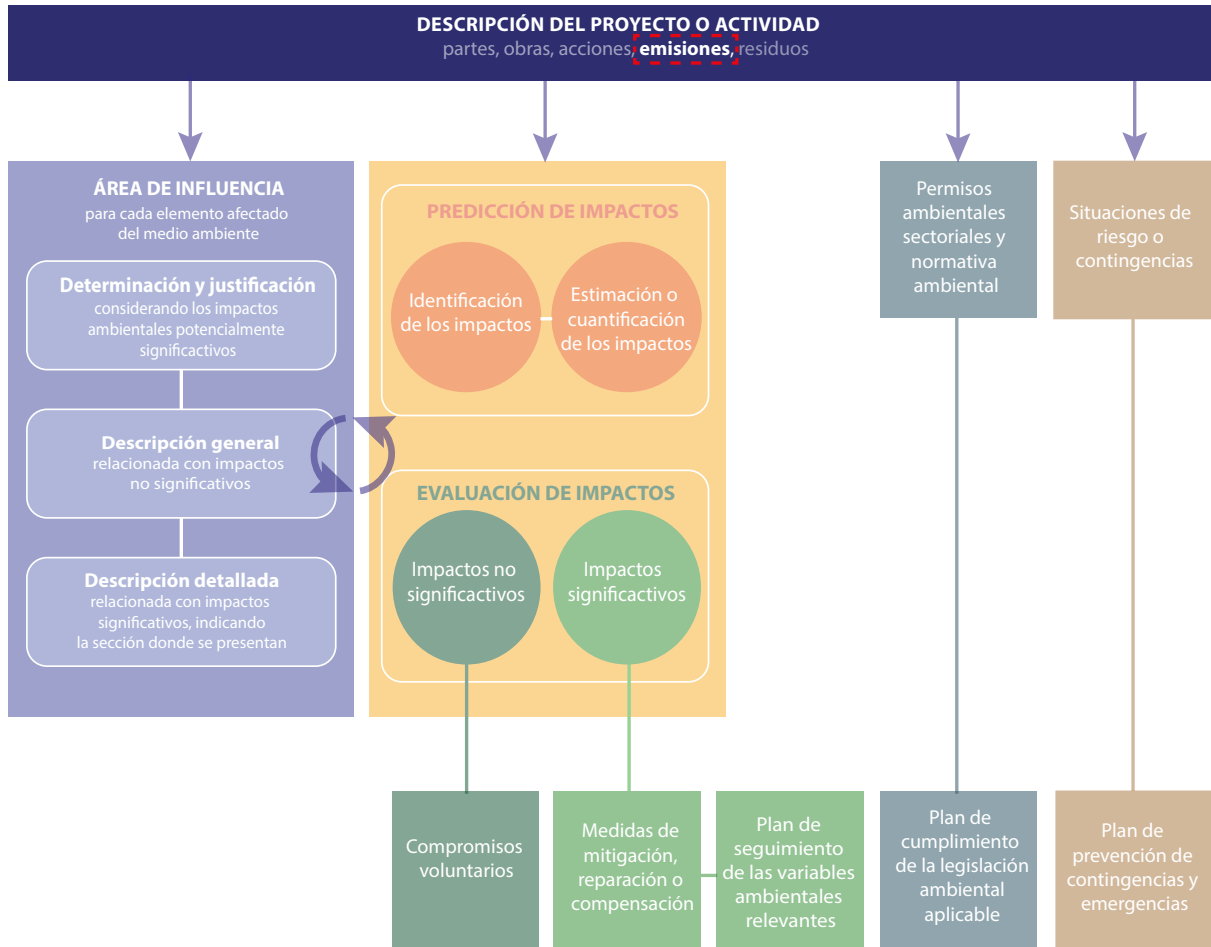
| Tipo de proyecto o actividad | Art. 3 del Reglamento de SEIA |
|--|-------------------------------|
| Agoindustrias (incluye alimento para animales) | l.1 |
| Mataderos | l.2 |
| Planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales bovinos, porcinos, ovino o caprino | l.3 |
| Planteles y establos de crianza de animales avícolas | l.4 |
| Planteles y establos de crianza, lechería y engorda de otros animales | l.5 |
| Refinerías de petróleo | k.1 |
| Curtiembres | k.2 |
| Industrias de celulosa | m.4 |
| Plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos (pescado) | n.6 |
| Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario | o.4 |
| Rellenos sanitarios | o.5 |
| Estaciones de transferencia de residuos sólidos de origen domiciliario | o.5 |
| Plantas de compostaje o manejo de residuos orgánicos | o.5 |
| Sistemas de tratamiento o disposición de residuos líquidos industriales | o.7 |
| Disposición final y tratamiento de lodos | o.8 |
| Sitios de disposición final de residuos industriales orgánicos | o.8 |

Fuente: elaboración propia

Cabe hacer presente que esta lista no es exhaustiva y que otras tipologías de proyectos o actividades pueden contemplar fuentes y emisiones de olor; por lo mismo, en toda DIA o EIA se deben describir las emisiones de olor y si es el caso, se debe indicar expresamente que el proyecto o actividad no genera emisiones de olor.

En las **TABLAS 6 y 7** del Anexo 1 se presentan un resumen de las características de las principales sustancias olorosas emitidas en ciertas actividades o procesos industriales.

En síntesis, en esta sección 3 de la presente Guía se han abordado las emisiones de olor en el marco del capítulo de Descripción del Proyecto de una DIA o EIA, materia que se ilustra en la **FIGURA 6**.



Alcance de la sección 3 de esta Guía - - - -

FIGURA 6. Emisiones de olor en el proceso de evaluación ambiental

Fuente: elaboración propia, adaptada de la Figura 1



4. PREDICCIÓN DE IMPACTOS POR OLOR

4. PREDICCIÓN DE IMPACTOS POR OLOR

4.1 Elementos del medio ambiente receptores de impactos por olor

Las personas son las que perciben el olor y, por lo tanto, son las receptoras de impactos por emisiones de olor.

En consistencia con lo establecido en el artículo 11 de la Ley N° 19.300, las personas receptoras de impactos por olor se asocian con los siguientes elementos del medio ambiente:

- población, en cuanto a salud de la población (letra a);
- grupos humanos, en cuanto a sus sistemas de vida y costumbres (letra c);
- población protegida (letra d);
- visitantes o turistas, en cuanto componen el valor turístico de una zona (letra e).

Para predecir los impactos por emisiones de olor es necesario levantar información sobre estos elementos en el AI. En el contexto del SEIA el AI es el área o espacio geográfico cuyos atributos y elementos deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera impactos significativos o bien para justificar su inexistencia⁵.

La DIA y EIA deben contener la determinación, justificación y descripción general del AI, la que se

define y justifica para cada elemento afectado del medio ambiente, tomando en consideración los impactos ambientales potencialmente significativos sobre ellos, así como el espacio geográfico en el cual se emplazan las partes, obras o acciones del proyecto⁶.

A continuación, se presentan algunos criterios respecto de estas disposiciones reglamentarias.

- Con relación a la descripción del área de influencia para cada elemento del medio ambiente afectado, se deben considerar los anteriormente señalados: población, población protegida, grupos humanos y visitantes o turistas.
- Además de la presencia de personas, también es necesario considerar determinados atributos del AI como viviendas; instalaciones asociadas al asentamiento de los grupos humanos en el territorio, como bodegas de granos y talleres; sitios donde los grupos humanos realizan sus actividades, incluyendo actividades que desarrollan los visitantes o turistas en la zona. También debe considerarse el equipamiento como hospitales, establecimientos educacionales y de recreación. En este mismo sentido, deben considerarse los usos de suelo planificados por

5 Ref. letras a) y e) del artículo 2 del Reglamento del SEIA

6 Ref. letra d) del artículo 18 y letra b.1 del artículo 19 del Reglamento del SEIA

los Instrumentos de Planificación Territorial, vinculados a la presencia de población o grupos humanos que pudieran verse afectados por las emisiones de olor, como los uso residencial, equipamiento, área verde y espacio público. Al respecto, se recomienda revisar la Guía para la Descripción del Uso del Territorio en el SEIA (SEA, 2013).

Asimismo, es necesario considerar el olor a que están expuestos los receptores en el AI, en la situación sin proyecto; ya sea olor ocasionado por fuentes naturales u otros proyectos en ejecución que contemplan fuentes generadoras de olor.

- Con relación al espacio geográfico en el cual se emplazan las partes, obras o acciones del proyecto, es necesario conocer el emplazamiento de las fuentes de emisiones de olor, materia que se aborda en la sección 3.3 de esta Guía.

Se debe relacionar la ubicación de las fuentes con la de los receptores de impactos por olor, siendo necesario identificar la distancia que los separa, indicando las coordenadas UTM y representándolos en un plano georreferenciado que facilite la visualización del emplazamiento de las fuentes de olor y los receptores.

La **TABLA 2** ilustra sobre la información de la descripción de los receptores de olor en el AI.

TABLA 2. Ejemplo de identificación de receptores de olor en el Área de Influencia

| ID receptor | Distancia del receptor a la fuente [m] | Descripción |
|-------------|--|--|
| A1 | 1.352 | Vivienda existente de un piso en el sector Viña del Traro. |
| A2 | 47 | Uso de suelo residencial planificado según el Plan Regulador Comunal de [nombre de la comuna], que permite viviendas de hasta 5 pisos; actualmente sitio eriazo. |
| A3 | 31 | Uso de suelo actual silvoagropecuario fuera del límite urbano. |
| A4 | 213 | Uso de suelo residencial y actividades productivas inofensivas planificado según el Plan Regulador Comunal de [nombre de la comuna]; uso actual industrial. |

Fuente: elaboración propia

- La necesidad de describir los elementos del medio ambiente y atributos del AI indicada precedentemente es consistente con lo señalado en la sección 4.4.4 b de esta Guía, en cuanto al factor 'localización' del protocolo FIDOL, que hace referencia a las actividades que desarrollan las personas y sus características como sensibilidad, vulnerabilidad u otras condiciones que determinan su percepción y respuesta al olor generado por las emisiones del proyecto.

En este contexto, debe considerarse la condición más desfavorable para los receptores⁷, lo que se representa en criterios como:

- La consideración de la ubicación más expuesta del o los receptores a las emisiones de olor.
- Relacionar el tiempo en que se producen las emisiones con el ciclo vital de las personas. Por ejemplo, un olor percibido en la noche puede tener una respuesta distinta a la que se percibe durante el día.
- Con relación a la determinación del AI, esta se define a partir de la dispersión de la pluma odorante (ver sección 4.4 de esta Guía).

Es usual circunscribir el AI al espacio contenido por la isodora de 1 OU_E, que corresponde al umbral de detección del olor compuesto. En el caso de un olor simple el umbral de detección se asocia a una determinada concentración de la sustancia olorosa en la que se percibe el olor de dicha sustancia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, ppm o ppb) (ver sección 2.3 de esta Guía). En todo caso, siempre

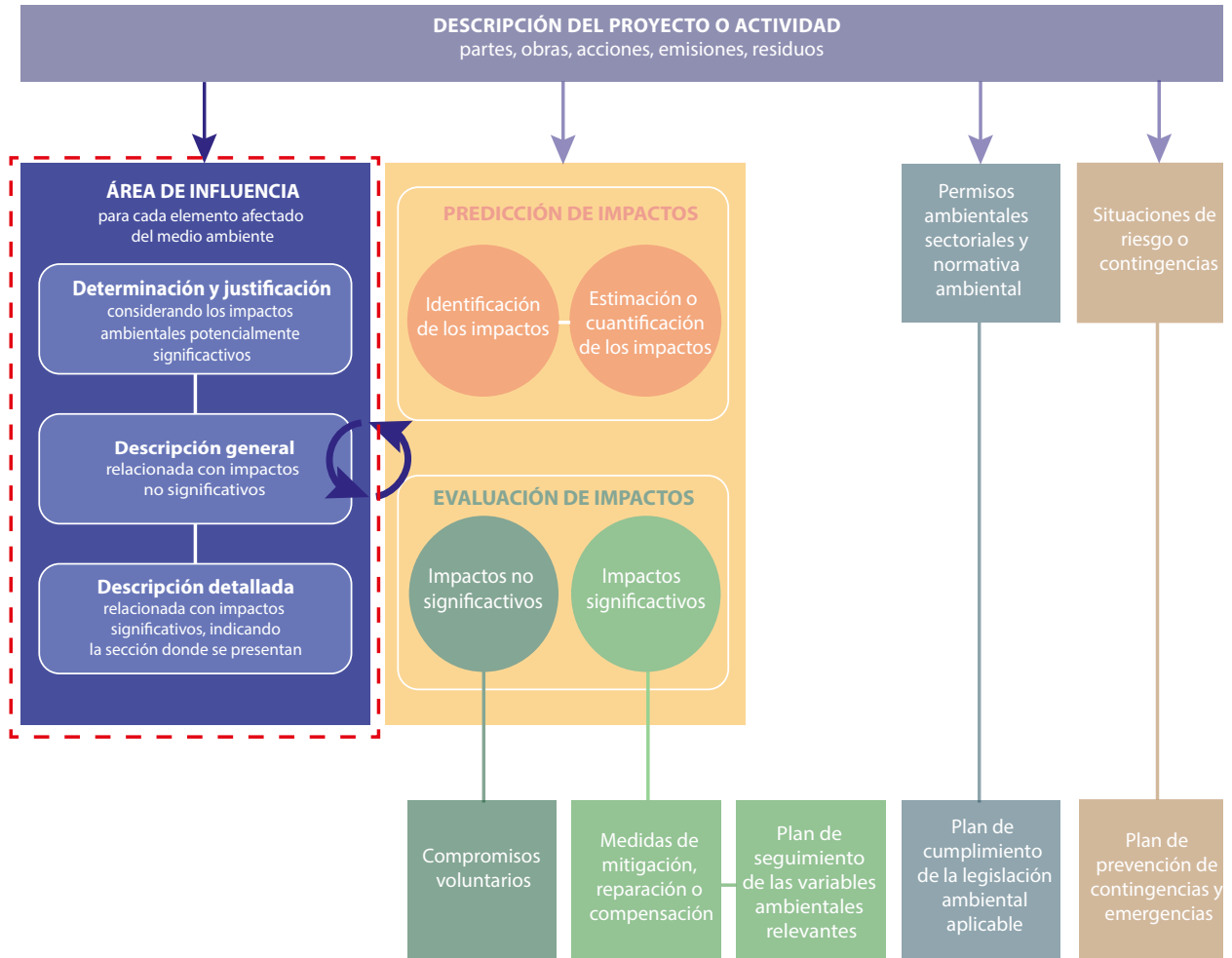
se debe fundamentar y explicitar el criterio para la determinación del AI.

- Con relación a considerar los impactos ambientales potencialmente significativos, es necesario atender si producto de las emisiones de olor se puede generar o presentar alguno de los siguientes efectos, características o circunstancias establecidos en el art. 11 de la Ley N° 19.300:
 - riesgo para la salud de la población debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos (letra a);
 - alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos (letra c);
 - localización en o próximo a población protegida susceptible de ser afectada (letra d);
 - alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor turístico de una zona (letra e).

Para mayor abundamiento en las materias abordadas en esta sección, se recomienda revisar la "Guía para la Descripción del Área de Influencia en el SEIA" (SEA, 2017).

En síntesis, en esta sección 4.1 de la Guía se ha abordado la descripción de los elementos del medio ambiente receptores de impactos por olor y determinados atributos del AI, materia que se ilustra en la **FIGURA 7**.

7 Ref. Párrafo 7 de la letra e) del art. 18 del Reglamento del SEIA



Alcance de la sección 4.1 de esta Guía

FIGURA 7. Área de influencia considerando receptores de impactos por olor, en el proceso de evaluación ambiental

Fuente: elaboración propia, adaptada de la Figura 1

4.2 Aspectos conceptuales de la predicción de impactos

A partir de la identificación de las fuentes de olor de un proyecto y la estimación de sus emisiones (sección 3 de esta Guía) es posible la identificación de impactos en las personas o elementos del medio ambiente que perciben el olor y responden a este.

Es necesario estimar cualitativa o cuantitativamente el impacto, requiriéndose para ello conocer y describir el o los elementos del medio ambiente receptores de dicho impacto, es decir, se debe considerar la información del AI (sección 4.1 de esta Guía).

También debe considerarse si se trata de un proyecto o actividad nueva o una modificación de proyecto o actividad existente, según lo siguiente:

- **Proyecto o actividad nueva:** para la predicción de impactos por emisiones de olor de un proyecto o actividad nueva, es decir, un proyecto no ejecutado, pueden considerarse factores de emisión o emisiones referencia (sección 3.1 de esta Guía) y aplicar un modelo de dispersión del olor (sección 4.3 de esta Guía). En cualquier caso, el titular debe fundamentar la idoneidad

de la metodología que utilice, en particular justificar que los valores de referencia o factores de emisión son homologables y que el modelo seleccionado es apropiado al caso que se trate.

- **Modificación de proyecto o actividad existente:** además de aplicar un modelo de dispersión del olor (sección 4.3.2 de esta Guía), en este caso también es posible utilizar herramientas que consideran la opinión de la comunidad para caracterizar el olor (sección 4.3.4) y la estimación de molestia por olor mediante el protocolo FIDOL (sección 4.4.4 b). Además, en la evaluación de los impactos ambientales debe considerarse la suma de los impactos provocados por la modificación y el proyecto o actividad existente⁸. También es este caso el titular debe fundamentar la idoneidad de la metodología que utilice.

Asimismo, la predicción y evaluación de los impactos ambientales debe efectuarse considerando la ejecución del proyecto o actividad en su condición más desfavorable⁹.

8 Ref. artículo 11 ter Ley N° 19.300 y artículo 12 del Reglamento del SEIA

9 Ref. letra f) del artículo 18 del Reglamento del SEIA

4.3 Metodologías para la predicción de impactos por olor

A continuación, en la FIGURA 8 se presentan los métodos que se utilizan para la predicción de impactos por olor.

Se entiende por proyecto en ejecución a la realización de obras o acciones contenidas en un proyecto o

actividad tendientes a materializar una o más de sus fases de construcción, operación o cierre¹⁰. Se entiende por proyecto inexistente aquel que no está en ejecución.

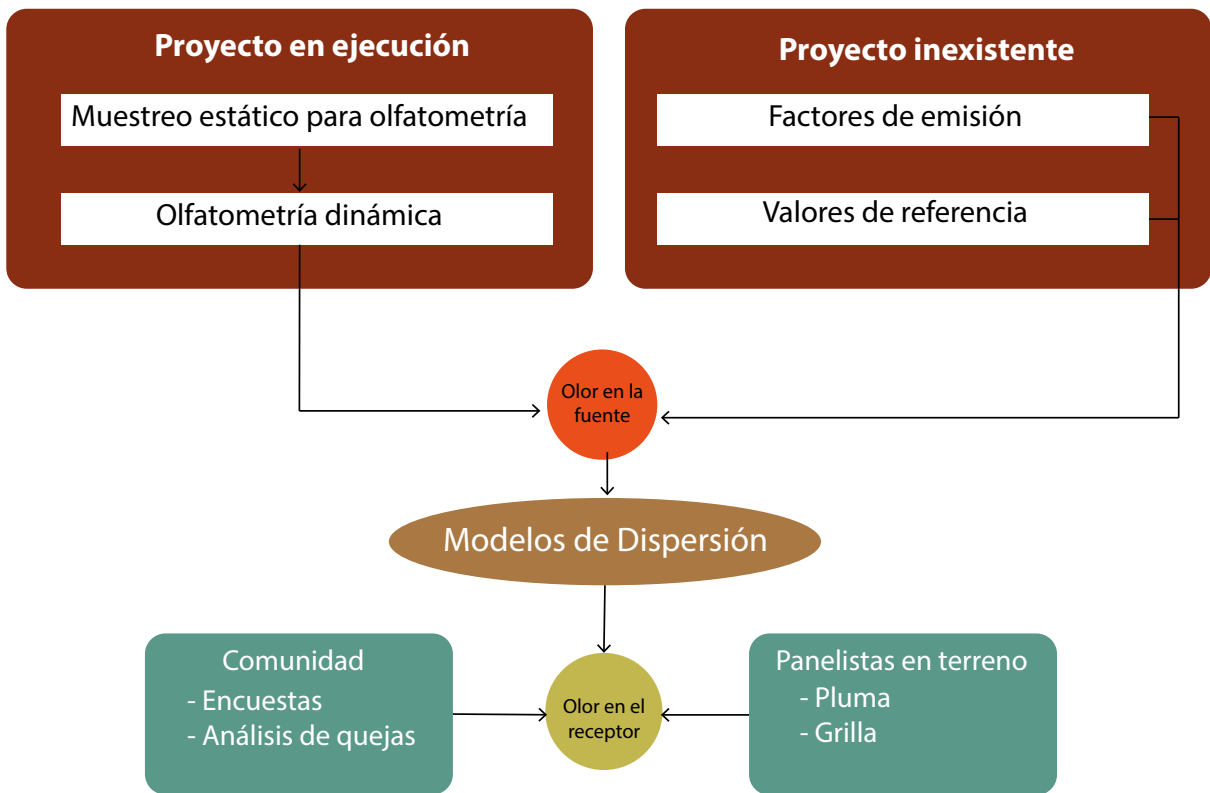


FIGURA 8. Métodos para la predicción de impactos por olor

Fuente: elaboración propia, adaptada de la Figura 1

10 Ref. artículo 2 del Reglamento del SEIA

A través de métodos sensoriales como la olfatometría dinámica se determina la concentración y otras características del olor; distintos de los métodos para determinar la concentración de un olor simple o sustancia olorosa que utilizan instrumentos.

En general, la identificación de impactos por olor se realiza utilizando modelos de dispersión del olor en la atmósfera a partir de las emisiones del proyecto, determinando la concentración de olor en el espacio geográfico donde las personas habitan o realizan actividades.

Debe tenerse presente que para la predicción de impactos no basta con aplicar un modelo de dispersión como el señalado, ya que es necesario relacionar sus resultados con la percepción y respuesta a los olores por parte de las personas receptoras.

A continuación, se describen resumidamente los métodos señalados en la FIGURA 8.

4.3.1 Olfatometría dinámica

La olfatometría dinámica es un método para determinar la concentración de olor de una muestra gaseosa. El método utiliza un panel de evaluadores compuesto por personas seleccionadas y entrenadas para identificar si el olor está presente en la muestra exhibida en un olfatómetro.

En la olfatometría dinámica el muestreo y análisis del olor se realiza para fuentes emisoras y no para olor en inmisión o en el receptor. Si bien este método es relativamente económico, tiene la desventaja que las muestras deben ser enviadas a un laboratorio y analizadas en el plazo más breve posible.

El muestreo debe realizarse según la NCh 3386:2015 Calidad del Aire - Muestreo Estático para Olfatometría y la determinación de la concentración de olor de la muestra y selección de panelistas según lo estipulado

en la NCh 3190.Of2010 (INN, 2015a e INN, 2010, respectivamente).

La concentración del olor se determina mediante el uso de aire libre de olor, para diluir la muestra a un nivel en que el 50% de un grupo de personas lo puedan detectar. Este punto entrega la concentración de $1 \text{ OU}_e/\text{m}^3$, donde se debe registrar la cantidad de diluciones necesarias para lograr este valor. Posteriormente se determina la concentración original de la muestra. La concentración de olor en el aire, medida por olfatometría dinámica, se expresa como el número de unidades de olor europea por metro cúbico (OU_e/m^3). Estos datos se utilizan como insumo en modelos de dispersión atmosférica para estimar la dispersión del olor y predecir impactos en los receptores.

4.3.2 Modelos de dispersión del olor

a. Consideraciones generales

Como se dijo, la predicción de impactos por emisiones de olor se realiza utilizando modelos. Debe tenerse presente que la modelación del olor presenta dificultades como falta de datos meteorológicos que representen las condiciones locales o específicas del espacio geográfico en estudio; el enmascaramiento de olores debido a la mezcla de sustancias olorosas; y el hecho que la intensidad del olor no varía linealmente con la concentración de olor.

En la predicción de impactos por emisiones de olor pueden considerarse dos grupos de modelos: modelos simples o indicativos y modelos matemáticos complejos de dispersión atmosférica.

Debe tenerse presente que para la predicción de impactos no basta solo con presentar los resultados de un modelo que determina la concentración del olor o de sustancias olorosas en el ambiente; estos resultados deben relacionarse con la percepción

y respuesta a los olores por parte de las personas receptoras.

La aplicación de cualquier tipo de modelo debe realizarse tomando en consideración los lineamientos metodológicos señalados en la Guía para el Uso de Modelos de Calidad de Aire en el SEIA, la cual tiene como principal propósito establecer criterios para el uso de modelos de calidad del aire, como herramienta de estimación de impactos (SEA, 2012b).

La guía citada entrega información y lineamientos sobre los siguientes aspectos más relevantes de la modelación:

- tipos de modelos de calidad del aire a usar en Chile
- datos de entrada del modelo
- presentación de datos utilizados y resultados
- análisis de resultados e incertidumbre

b. Modelos de dispersión simples

Los modelos simples o indicativos permiten una cuantificación de la concentración de olor a una cierta distancia de las emisiones del proyecto o actividad, es decir, en los receptores o comúnmente denominada inmisión de olor. Esto permite determinar, de forma general, el potencial de percepción de olor en el entorno de la ubicación del proyecto o actividad.

Un ejemplo de este tipo de modelos son los nomogramas para diferentes actividades, los que corresponden a gráficos bidimensionales, en uno de sus ejes se introduce el valor de la emisión de olor y en el otro se indica la distancia a la que se estima que existe una determinada concentración odorífera.

De modo referencial la FIGURA 9 presenta nomogramas para plantas de tratamiento de aguas servidas.

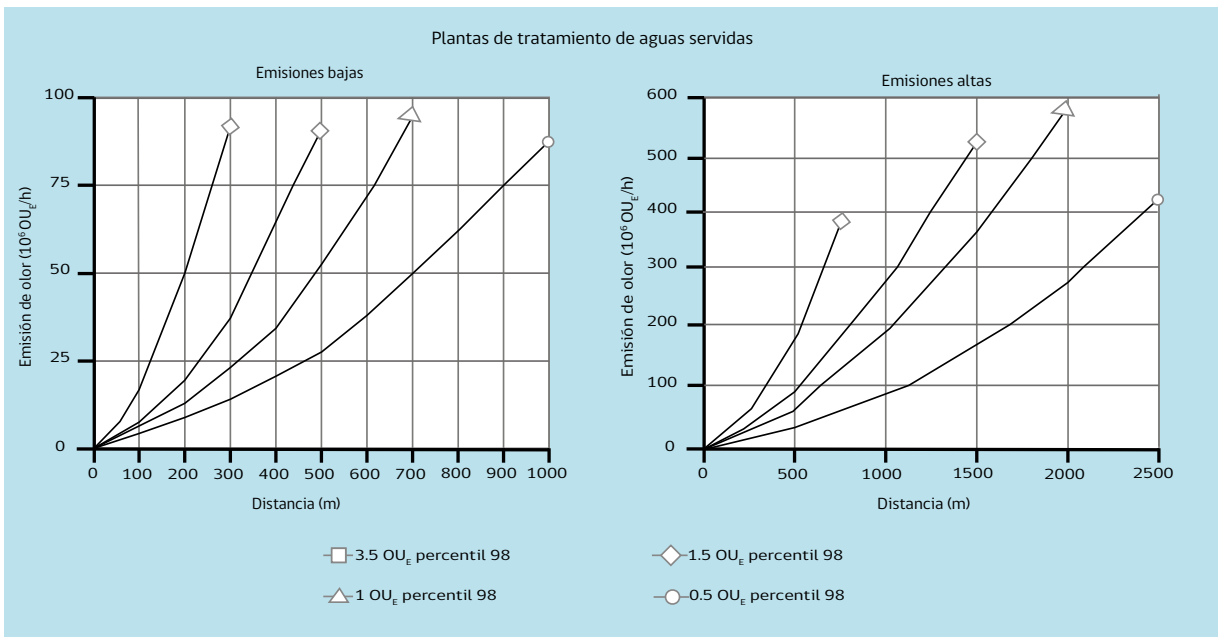


FIGURA 9. Nomogramas para plantas de tratamiento de aguas servidas: concentración de olor en inmisión
 Fuente: MIE, 2003; traducido por SEA

Este tipo de modelo es equivalente al reconocido como *screening* en la Guía para el Uso de Modelos de Calidad de Aire en el SEIA (SEA, 2012b), de tal manera que su aplicación queda sólo supeditada al diagnóstico preliminar respecto de la necesidad de aplicación de un modelo más refinado como los correspondientes a los modelos complejos.

En el documento Netherlands Emissions Guideline for Air (MIE, 2003) se presentan nomogramas para diferentes tipos de proyectos o actividades.

c. Modelos de dispersión complejos

Para la predicción de impactos por olor pueden utilizarse modelos que integran las tasas de emisión del proyecto o actividad y las variables meteorológicas del área de interés permitiendo estimar la concentración de olor en los receptores. La modelación de la dispersión de olores es una herramienta para evaluar este proceso complejo mediante el uso de modelos matemáticos de dispersión atmosférica.

Mediante el ingreso al modelo de dispersión la información de variables meteorológicas, topográficas y características propias de la fuente emisora como tasas de emisión, superficie emisora, entre otras; es posible predecir los niveles de concentración de olor en el espacio modelado y sus variaciones a lo largo del tiempo, así mismo, permite determinar el área que podría verse afectada por el olor (DEP, 2002 y Yu *et al.*, 2010).

Las condiciones meteorológicas y topográficas de un determinado sector son factores que inciden en la manera en la cual se dispersan las sustancias olorosas. Los modelos utilizan ecuaciones matemáticas para calcular la concentración de olor en determinados puntos receptores (inmisión), permitiendo estimar las

frecuencias de aporte de olor en función del tiempo modelado, generando una base estadística del aporte esperado en un sector (Boeker *et al.*, 2000; Mussio *et al.*, 2001 y Cimorelli *et al.*, 2004). Adicionalmente, esta herramienta permite visualizar el comportamiento que tendrá la pluma de dispersión desde la fuente sobre la superficie de la zona de estudio (Gostelow *et al.*, 2001 y DEP, 2002).

Para llevar a cabo la modelación es necesario contar con las tasas de emisión de las distintas fuentes del proyecto, las cuales deben presentarse en OU_e/s . Como resultado del modelo, se obtiene un registro de las concentraciones en inmisión (OU_e/m^3) para cada punto receptor y los resultados se pueden representar mediante las líneas de isoconcentración o isodoras, formadas por puntos de igual concentración de olor graficadas en un mapa de la zona objeto de estudio.

La aplicación de la modelación de olores pretende alcanzar una serie de objetivos como predecir impactos por olores; estimar la dispersión de olores en áreas complejas como zonas costeras y de topografía irregular y planificar medidas de prevención y control de emergencias ante la ocurrencia de situaciones de riesgo o contingencias que puedan afectar al medio ambiente o la población.

d. Consideraciones para la modelación de olores

Del conjunto de factores que inciden en la idoneidad del modelo a utilizar en la modelación de la dispersión del olor o de sustancias olorosas se destacan la topografía, condiciones atmosféricas y tipo de fuente emisora.

- Topografía

La dispersión de los contaminantes atmosféricos y del olor dependen de la topografía alrededor de la fuente emisora y las condiciones atmosféricas (Guo, *et al.*, 2001 y SEA, 2012b).

- Condiciones atmosféricas

Los principales parámetros para describir las condiciones atmosféricas son la temperatura, la capa de mezcla, la clase de estabilidad atmosférica, la velocidad y dirección de viento, la humedad relativa y la radiación solar (Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2002).

La clase de estabilidad atmosférica tiene un efecto sustancial en la dispersión de olores (Jacobson *et al.*, 2005).

Las condiciones más desfavorables para la dispersión del olor y sustancias olorosas suele ocurrir durante la noche, debido al aumento de la estabilidad atmosférica asociada con vientos muy ligeros, baja turbulencia e inversiones térmicas persistentes que actúan restringiendo la dispersión vertical del olor emitido próximo a la superficie del terreno. El aumento de la temperatura por encima de una superficie enfriada durante la noche crea una inversión que limita la mezcla. Las emisiones de olor en este ambiente nocturno estable, pueden acumularse si las condiciones de calma prevalecen, o pueden fluir a sotavento. Este fenómeno hace que, en muchos casos, la población cercana a una fuente de emisión perciba el olor al anochecer cuando ocurre el fenómeno atmosférico denominado inversión térmica (Díaz *et al.*, 2013).

- Tipo de fuente emisora

El tipo y características de la fuente emisora también es determinante en la dispersión del olor. Por ejemplo, en el caso de fuentes difusas que emiten a nivel de la superficie del terreno, la dispersión suele producirse lentamente y a pocos metros de este; consecuentemente, en este caso la altura de la capa de mezcla no suele ser un factor muy influyente en la dispersión. Por el contrario, sí lo es en el caso de una fuente puntual ubicada distante de la superficie del terreno o a gran altura.

Asimismo, en las fuentes puntuales generalmente los parámetros de emisión están bien controlados, como el caudal o temperatura, mientras que en fuentes difusas y superficiales se deben asumir ciertas condiciones hipotéticas de emisión y sus parámetros, como los coeficientes de dispersión laterales y verticales. En estos casos, suele ser esencial la experiencia de quien modela para obtener valores razonables.

- Análisis de incertidumbre

Cualquier modelo representa una aproximación a la realidad y, en consecuencia, sus resultados tienen incertidumbres asociadas. Estas incertidumbres se expresan a través de las diferencias entre lo estimado y las observaciones (o errores del modelo). Cabe enfatizar que existe una propagación de errores tanto en la estimación de las emisiones como en la modelación meteorológica.

El análisis de incertidumbre tiene como objetivo evaluar la capacidad de un modelo de representar una cierta situación atmosférica. En este sentido, es importante señalar que este análisis no es ningún juicio sobre la bondad del modelo o su usuario, sino sólo el reconocimiento que ningún modelo es capaz de representar la atmósfera en forma exacta y que, además, su desempeño depende de cada situación particular.

Considerando que sólo se pueden estimar los errores entre modelación y observaciones en el caso de la meteorología, el análisis de incertidumbre debe centrarse en el análisis de los errores de la meteorología tanto en superficie como en altura, de acuerdo a los criterios indicados en la Guía para el Uso de Modelos de Calidad de Aire en el SEIA (SEA, 2012b), en razón de no consignar un impacto únicamente en base a los resultados de la modelación, sino que también considerar la cualificación y cuantificación de la incertidumbre.

4.3.3 Panelistas en terreno

Los paneles de olor se implementan con la finalidad de caracterizar el olor en inmisión. Esta metodología se basa en la medición del porcentaje de tiempo que se registra olor en puntos definidos de un área en estudio. Cada persona designada para caracterizar el olor se dirige al punto de medición y mediante la inhalación regular de aire durante un tiempo definido caracteriza el olor en el aire ambiente (medida individual). Con el fin de evitar sesgos, se sugiere que las personas asignadas sean externas a la instalación o fuente de olor y a la comunidad potencialmente afectada por el olor.

La concentración de olor de una muestra gaseosa de sustancias olorosas se determina por medio de personas entrenadas o panel. Si bien la NCh 3190.Of2010 (INN, 2010) indica los criterios de selección de panelistas que analicen muestras en laboratorios; criterios similares deben aplicarse a la selección de panelistas en terreno.

El tipo de medición depende del tipo y objetivo de la tarea encomendada, como evaluación de fuentes individuales, mapeo de olor en un área de fuentes múltiples, toma de decisiones de planificación, calibración de modelos de dispersión atmosférica de olores u otras.

Para esta metodología de medición existen dos procedimientos diferentes, el de la pluma y el de la grilla. Si es necesario declarar la inmisión de olor existente en un área, se realiza una medición de grilla; si se requiere una declaración de olor relacionada con la trayectoria o pluma de viento, las mediciones se realizan en consistencia con esta.

a. Método de la pluma

La NCh 3533/2:2017 (INN, 2017b) presenta el método de la pluma.

La pluma de olor de una fuente emisora es la extensión momentánea del área en la cual el olor puede ser reconocido, que depende de las condiciones de funcionamiento de la fuente emisora y la dispersión del olor.

Para medir la extensión de la pluma o la distribución de los porcentajes de tiempo de olor dentro de la pluma, las medidas del olor individuales se hacen en una situación definida de dispersión donde los panelistas van avanzando en línea hacia el foco o fuente emisora. El límite de la pluma se define en los puntos en los cuales el tiempo de olor alcanza cierto porcentaje, valor que se define previamente. El supervisor registra las condiciones ambientales de cada medición. Los resultados son la distribución de los porcentajes de tiempo de olor, con respecto a la posición de la fuente emisora. Además, también es posible evaluar la intensidad y tono hedónico del olor.

Existe una variación de este método llamado método del penacho belga, el que al igual que el método de la pluma, a través de la estimación del olor en inmisión se determina el contorno de la pluma de olor con la finalidad de validar un modelo de dispersión. Este método se diferencia del anterior en la forma que los panelistas se distribuyen en el campo.

b. Método de la grilla

La NCh 3533/1:2017 (INN, 2017a) presenta el método de la grilla.

Este es un método estadístico en el cual, durante cierto período, panelistas en terreno detectan olores en los puntos de medición correspondiente al punto de intersección de una grilla o rejilla dibujada en el área a estudiar. Los resultados permiten determinar, para los cuadros considerados en el área analizada,

la frecuencia de olor como el número de horas por año que se registra olor. Tales mediciones de grilla permiten determinar la carga de olor en el ambiente.

4.3.4 Métodos relacionados con la percepción de la comunidad

Estos métodos consideran la opinión de la comunidad para caracterizar el olor en inmisión, distinguiéndose métodos donde la comunidad actúa en forma activa (encuestas) y pasiva (análisis de quejas).

a. Encuestas

La utilización de encuestas son una forma económica de estimar el olor en los receptores e involucra activamente a la ciudadanía. Este método tiene la desventaja que no permite discriminar entre distintas fuentes de olor, ya que no cuentan con un criterio de experto.

La NCh 3387:2015 (INN, 2015b) establece los fundamentos para la evaluación en terreno de la molestia causada por olores mediante la utilización de una encuesta. La norma proporciona criterios para la planificación de la encuesta que incluye la selección del área de encuesta en el área afectada y varias zonas de encuesta y zona de control. El cuestionario modelo se compone de preguntas centrales y complementarias. Las centrales se relacionan con la situación habitacional, permanencia diaria en la casa, factores molestos del medio ambiente en los alrededores de la vivienda y sobre la molestia por olores propiamente tal. Las preguntas complementarias se relacionan con la

salud, estrategia de afrontamiento y cambios en el comportamiento y preocupación ambiental. Con el objetivo de lograr resultados válidos, la norma señala que se deben realizar al menos las preguntas centrales y en función del tema, se pueden agregar las preguntas complementarias.

La norma VDI 3883, Blatt 2 (VDI, 1993) presenta un método para medir molestia por olor basado en la percepción del olor por parte de la población o comunidad. La población repetidamente evalúa la percepción actual y califica su molestia. Los resultados de un período de tiempo más largo sirven para cuantificar la molestia causada por los olores, por ejemplo determinar el índice de molestia de los residentes en un área de encuesta definida.

b. Registro de quejas

Las quejas sobre olores son ampliamente utilizadas como indicadores de la existencia de un problema y de la magnitud del mismo y son un buen indicador de un incidente como una liberación accidental o la aparición de una nueva fuente de olor. Las quejas resultantes se pueden utilizar con fines investigativos; para identificar la fuente o mapear la extensión de la zona afectada.

La norma VDI 3883 Blatt 4 (VDI 2017a) describe el registro y procesamiento sistemático de las quejas por olor. El procedimiento se divide en los siguientes pasos: a) registrar la queja (recopilación de datos), b) identificar causas, c) evaluar y d) medidas. Se presentan los conceptos básicos, ejemplos de aplicación y herramientas de trabajo como los formularios.

4.3.5 Normas técnicas relacionadas con la medición de olor

En la medición de olor debe cumplirse con los requerimientos de confiabilidad metodológica y estadística establecidos en normas técnicas nacionales o internacionales; debiéndose fundamentar o justificar su uso y priorizar la utilización de normas nacionales por sobre las internacionales.

En general, una norma técnica nacional corresponde a una homologación de una norma internacional,

la cual es sometida a un proceso de estudio y verificación para su homologación y aplicación a nivel nacional.

Las normas técnicas establecen procedimientos o metodologías para medir olor y en ningún caso establecen o señalan criterios o valores de referencia sobre concentración de olor.

En la **TABLA 3** se citan algunas normas técnicas nacionales e internacionales que se relacionan con la medición del olor.

TABLA 3. Normas técnicas nacionales e internacionales para la medición del olor

| Identificación o código | Autor y año | |
|--------------------------|-------------|--|
| NCh 3190.Of2010 | INN, 2010 | Instituto Nacional de Normalización de Chile |
| NCh 3386:2015 | INN, 2015a | |
| NCh 3387:2015 | INN, 2015b | |
| NCh 3533/1:2017 | INN, 2017a | |
| NCh 3533/2:2017 | INN, 2017b | |
| ASTM E679-04(2011) | ASTM, 2011 | American Society for Testing and Materials (ASTM) International. |
| ASTM E544-10 | ASTM, 2010 | |
| VDI 4285 Blatt 2:2011-03 | VDI, 2011a | Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Germany |
| VDI 3880 Blatt 2:2011-10 | VDI, 2011b | |
| VDI 3882 Blatt 1:1992-10 | VDI, 1992 | |
| VDI 3882 Blatt 2:1994-09 | VDI, 1994 | |
| VDI 3883 Blatt 1:1993-09 | VDI, 1993 | |
| VDI 3883 Blatt 4:2017-06 | VDI, 2017a | |
| VDI 3885 Blatt 1:2017-06 | VDI, 2017b | |

Fuente: elaboración propia

4.4 Estimación de los impactos por emisiones de olor

4.4.1 Estimación de una concentración límite de exposición

Una manera de estimar cuantitativa y cualitativamente un impacto por olor es a través de la consideración de los factores que generan molestia, relacionados con la frecuencia, intensidad, duración, ofensividad de los olores emitidos y la localización del receptor (FIDOL) (ver sección 4.4.4 b de esta Guía).

Dichos factores usualmente conllevan o se ven reflejados en la definición de valores límites de exposición, concepto que se compone de los siguientes aspectos:

- Una concentración límite o umbral [C] (factor intensidad) para diferentes tipos de fuentes; usualmente se definen diferentes concentraciones límites, de acuerdo a su carácter o tono hedónico (factor ofensividad). También pueden definirse diferentes concentraciones límites según los tipos de uso de suelo como industrial, comercial o residencial (factor localización).
- Un criterio de cumplimiento de la concentración límite en el tiempo, usualmente expresado como percentil [p] (factor frecuencia). Se pueden definir diferentes percentiles para los diferentes tipos de uso de suelo (factor Localización).
- Un criterio relativo a promediar el tiempo de evaluación [t] (factor duración).

Estas tres variables llevan a valores límites de exposición de la siguiente forma: C_p , t, donde:

C: concentración umbral, usualmente indicada en unidades de olor [OU_e/m^3].

p: percentil de cumplimiento. Por ejemplo, percentil 98 significa que en el 98% del tiempo se cumple con la concentración umbral. Es decir, si el tiempo es un año, se sobrepasa dicha concentración durante 175 horas del año.

t: tiempo de evaluación, usualmente entre 0,1 s a 60 min. Lo más común es la consideración de un valor promedio durante una hora, en concordancia a las posibilidades que entregan las herramientas de modelación.

4.4.2 Cuantificación según curvas de isoconcentraciones de olor

El trabajo de modelación permite generar gráficas correspondientes a mapas que representan el fenómeno de dispersión del olor asociado a eventos de emisión y condición meteorológica en el contexto territorial de los potenciales receptores; estos ilustran líneas que indican igual concentración de olor en las unidades correspondientes (OU_e/m^3).

Debe tenerse presente que un informe de modelación debe considerar los mapas de dispersión de emisiones de olor elaborados siguiendo cada una de las recomendaciones cartográficas indicadas en capítulo 6.4 de la Guía para el Uso de Modelos de Calidad de Aire en el SEIA (SEA, 2012b). Además, debe incorporar cuadros resúmenes de los estadísticos descriptivos asociados, como mínimo, a la proyección máxima horaria, percentiles 99.5 y percentil 98. La **FIGURA 10** corresponde al mapa de curvas isodoras asociado a emisiones de olor de un proyecto.

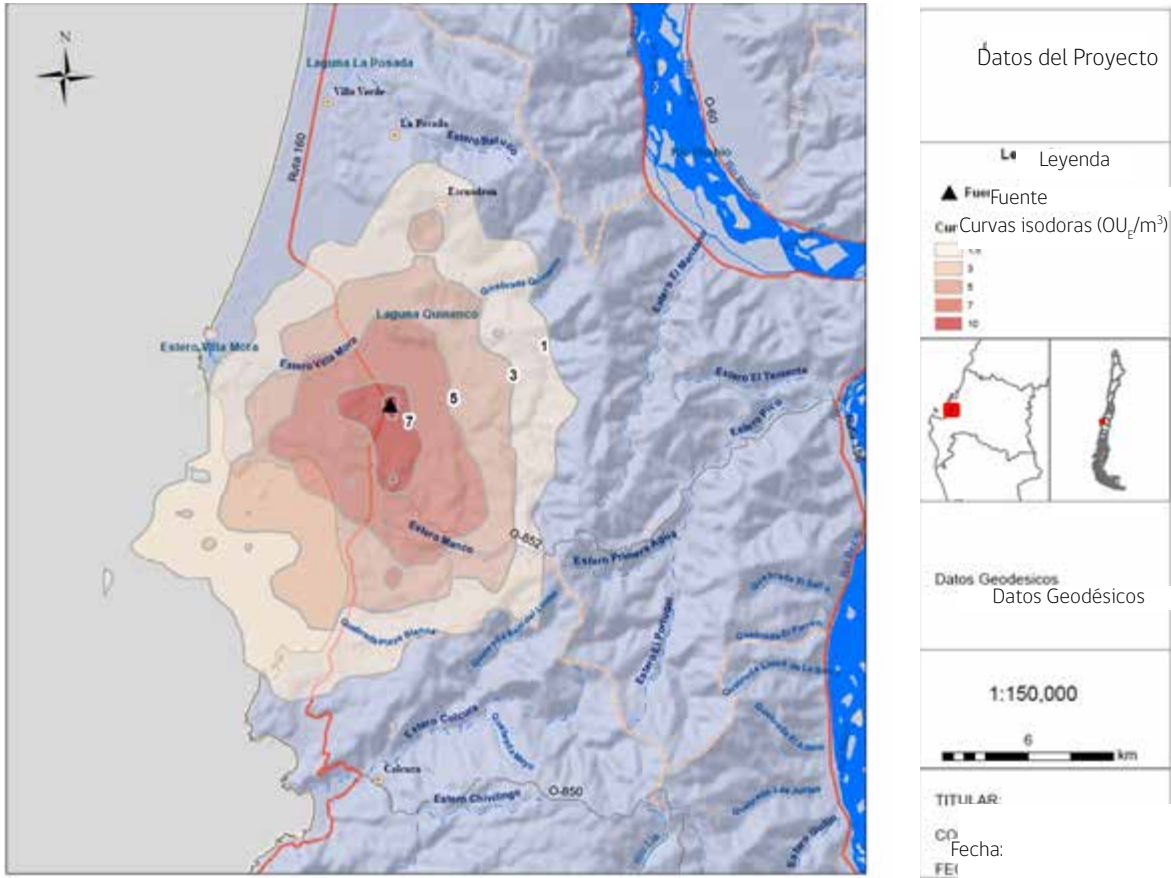


FIGURA 10. Mapa de curvas isodoras

Fuente: elaboración propia

Cabe indicar que los mapas de dispersión de olor permiten observar la amplitud territorial de la pluma odorante de acuerdo a un mínimo criterio de corte gráfico, que en esta Guía se utiliza la isolínea o isodora de 1 OU_e/m^3 .

4.4.3 Cuantificación de la frecuencia de percepción de olor

La exposición al olor usualmente se cuantifica

en términos de una frecuencia de ocurrencia de concentraciones horarias medias de cierto olor por encima de una concentración límite definida. Considerando que los criterios de máximo impacto horario, o condición más desfavorable, no son representativos de una condición de exposición permanente sintetizada en un año, debido a la variación del estado meteorológico estacional de un determinado lugar, se recomienda el uso del criterio de percentil 98 el cual permite visualizar los porcentajes de horas en que se supera el valor definido para las 8.760 horas del año.

Así, el percentil 98 representa la distribución de concentración de olor en que se excederá, durante un 2% de horas en el año, un determinado nivel equivalente a 'x' unidades de olor por metro cúbico (OU_e/m^3) o, dicho de otra forma, se ha eliminado del análisis el 2% de horas de datos meteorológicos para las condiciones más desfavorables o de menor dispersión.

La representación espacial del criterio indicado es posible obtenerla a partir de las configuraciones que se incorporen en el módulo de post-proceso del modelo de dispersión.

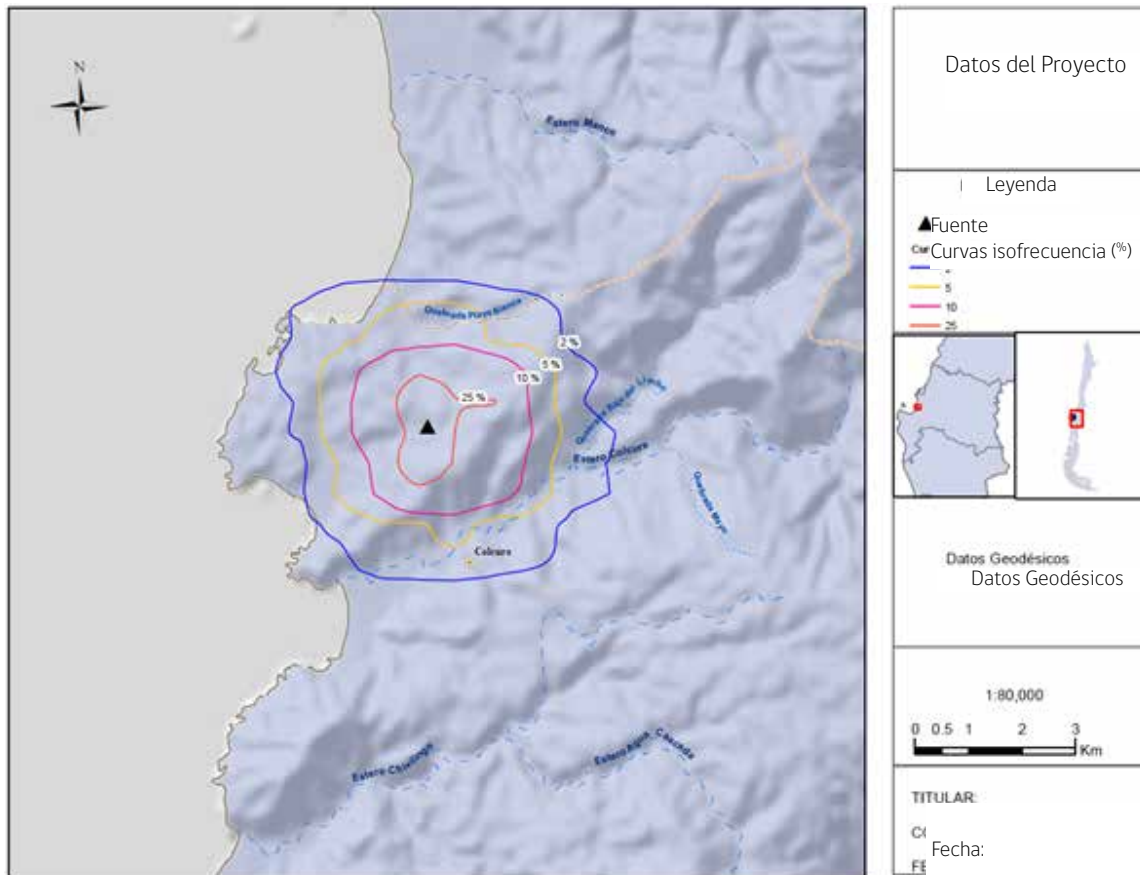


FIGURA 11. Mapa de curvas de isofrecuencia

Fuente: elaboración propia

La FIGURA 11 corresponde a un ejemplo de respuesta gráfica del modelo para frecuencias de percepción de olor considerando una concentración límite de exposición de $3 \text{ OU}_e/\text{m}^3$, vale decir, la frecuencia con la que la población es susceptible de percibir el olor proveniente de la fuente asociada.

4.4.4 Molestia por olor

a. Definición de molestia

Se define molestia como “un menoscabo del bienestar debido a la percepción repetida de olores indeseables” (INN, 2015b). La molestia por olor ocurre cuando una persona expuesta a un olor lo percibe como indeseado o desagradable, es decir, lo valora negativamente.

b. Protocolo FIDOL

Para estimar impacto por olor o el grado de molestia se utiliza la herramienta o protocolo conocido por su sigla FIDOL, cuyos parámetros son frecuencia, intensidad, duración, ofensividad y localización.

- **Frecuencia:** se refiere a la frecuencia que la o las personas están expuestas al olor. Por ejemplo, un olor agradable puede causar molestia si la exposición es demasiado frecuente. Asimismo, un olor a bajas concentraciones que fluctúa rápidamente es más detectable que un olor de fondo a concentración estable.
- **Intensidad:** se refiere a la percepción de la fuerza del olor. Por ejemplo, un olor que en principio no se considera desagradable, pero que es percibido a una elevada intensidad, puede

convertirse en molesto, a pesar que la frecuencia a la que se está expuesto sea reducida.

- **Duración:** se refiere al tiempo que las personas están expuestas al olor. Indica el tiempo de un episodio de olor, es decir, cuanto tiempo la concentración de olor se mantiene por sobre el umbral de detección.
- **Ofensividad:** se refiere a la caracterización del olor, que puede ser agradable, neutro o desagradable. Este factor es una mezcla entre la calidad, el tono hedónico y la concentración del olor.
- **Localización:** se refiere al tipo de uso del suelo y la naturaleza de las actividades humanas aledañas a una fuente de olor. Se puede considerar que el factor de “localización” abarca las características del receptor como su sensibilidad, vulnerabilidad u otros.

c. Molestia y relación dosis/efecto

Para fines prácticos, la compleja relación entre la exposición a los olores (dosis) y la molestia (efecto) puede describirse en un modelo simplificado; el modelo dosis-efecto vinculado a “molestia” es típicamente descrito como la relación entre la exposición y la molestia.

La exposición usualmente se cuantifica en términos de una frecuencia de ocurrencia de concentraciones horarias medias por encima de una concentración límite de cierto olor; por ejemplo, x unidades de olor por metro cúbico (OU_e/m^3) como un percentil 98 de promedio horario de concentración de olor por un año con la meteorología promedio. La medida

de exposición generalmente se calcula usando un modelo de dispersión atmosférica a partir de una emisión de olor estimada o medida en la fuente y los datos meteorológicos de entrada y del terreno.

La dificultad de relacionar la exposición al olor con la respuesta del receptor radica en la complejidad de evaluar la dosis de exposición¹¹ con la gran variedad de respuestas subjetivas que pueden estar relacionados con dicha exposición. Esto implica a menudo que un gran porcentaje de variables no pueden atribuirse a la relación entre la dosis y el efecto medido. Esto no es tan sorprendente, teniendo en cuenta la complejidad de caracterizar la dosis en el tiempo y el espacio como también la variedad y la complejidad de los aspectos sensoriales, cognitivos y conductuales que determinan el resultado del efecto en términos de "molestia".

Winneke (1998), tras observar los resultados de una encuesta efecto-dosis donde la fuente de olor había disminuido, concluyó lo siguiente:

- La molestia no es causada por una exposición a corto plazo, y no se alivia por períodos relativamente cortos (meses) de ausencia del factor estresante ambiental. La molestia parece ser causada por la exposición intermitente y prolongada a los olores.
- En la mente de un individuo con un historial de malestar causado por una fuente de olor, la asociación entre dicha fuente y la molestia

puede persistir durante años y puede causar malestar a niveles de exposición más bajos de lo que sería en el caso de individuos sin historia de exposición previa.

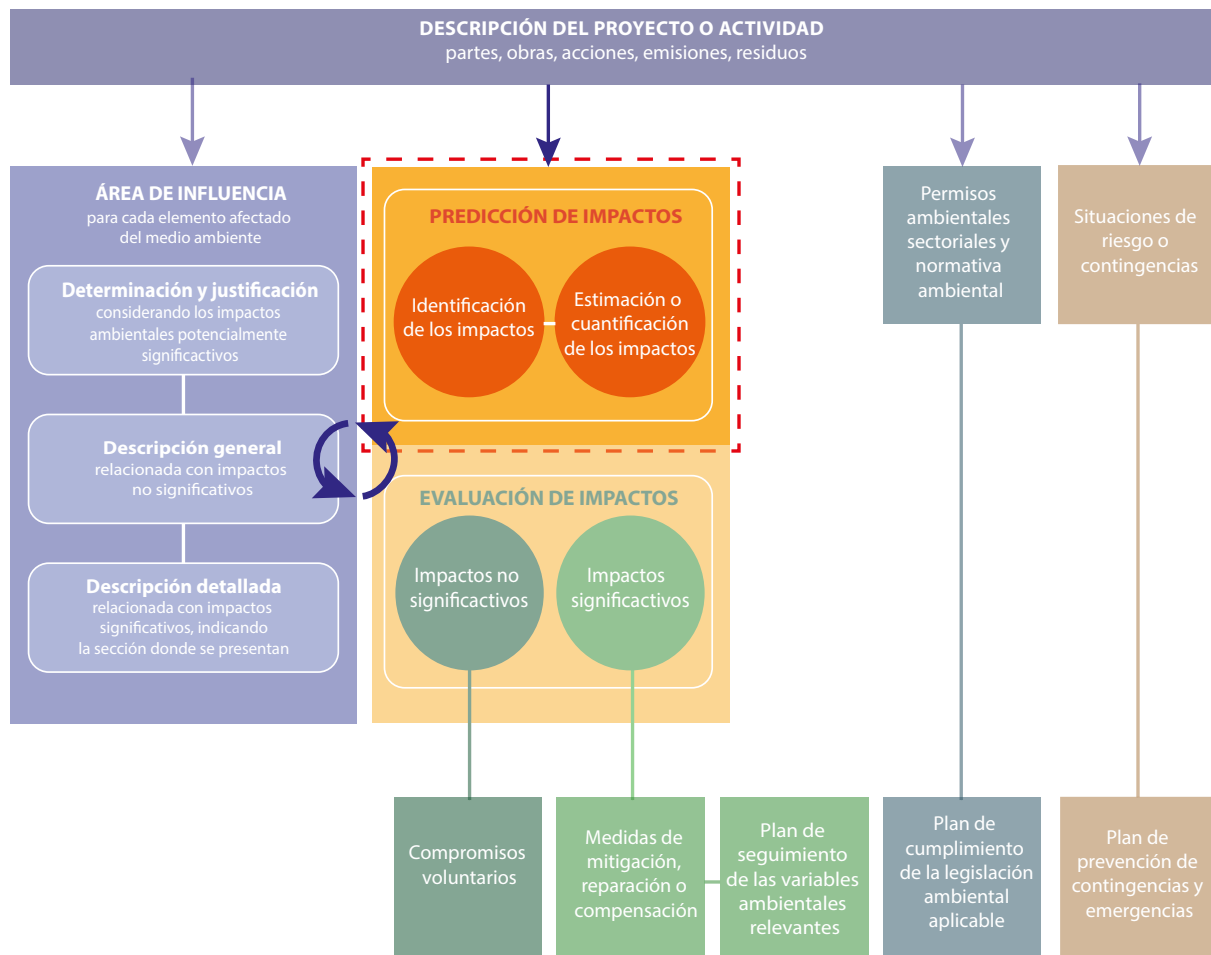
- El malestar en un individuo aparentemente está determinado por una acumulación de percepción histórica y apreciación durante largos períodos de tiempo o incluso toda su vida. Episodios memorables o *peaks* son apreciados como más negativos, causando un contexto conductual desfavorable que determina la interpretación de esta historia en la memoria.

Además de los rasgos individuales, la respuesta a la percepción del olor también puede ser significativamente modulada por el contexto de la exposición y la información proporcionada al individuo. La respuesta humana a los olores, y en particular las respuestas que son relevantes para el bienestar, y por lo tanto para la salud, están determinadas en gran medida por procesos psicológicos y cognitivos.

Los efectos en la población por exposición a olor se pueden establecer basándose en combinar la exposición calculada con el conocimiento de la relación dosis-respuesta para cuantificar y evaluar el impacto por olor.

En síntesis, en las secciones 4.1 a 4.4 de la Guía se han presentado elementos conceptuales, criterios y métodos para realizar la predicción de impactos por olor, materia que se ilustra en la FIGURA 12.

¹¹ Dosis de exposición corresponde a un estimado de la cantidad de sustancia o compuesto químico que entra en contacto con el receptor.



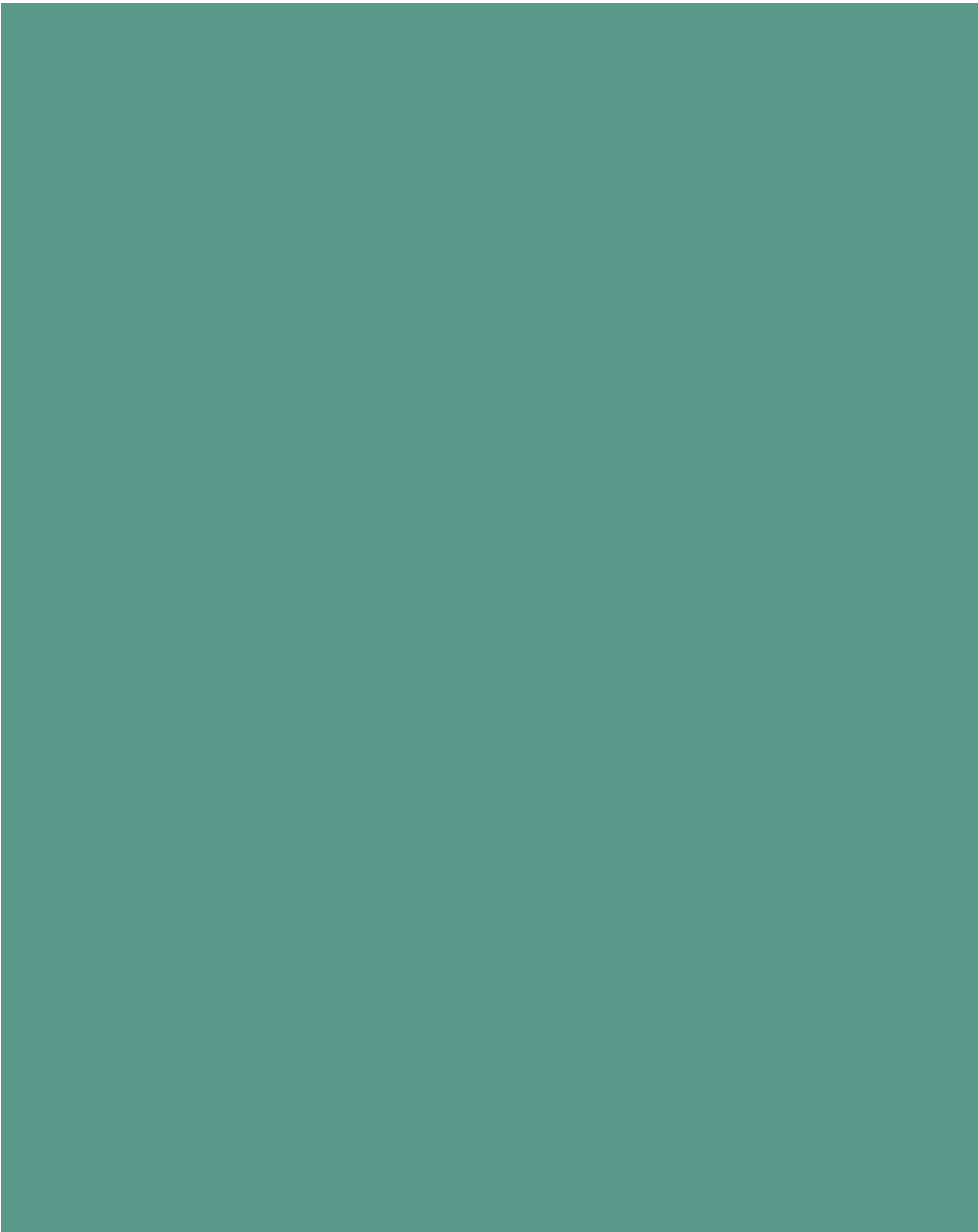
Alcance de la sección 4 de esta Guía - - - -

FIGURA 12. Predicción de impactos por olor en el proceso de evaluación ambiental

Fuente: elaboración propia, adaptada de la Figura 1



Fuente: www.pixabay.com



5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR OLOR

5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR OLOR

Una vez predicho un impacto se debe evaluar su significancia, esto es, determinar si constituye o no un impacto significativo. Los impactos ambientales son significativos cuando generan o presentan alguno de los efectos, características y circunstancias del artículo 11 de la Ley N° 19.300 conforme a lo establecido en el Título II del Reglamento del SEIA¹².

La evaluación de los impactos ambientales por olor debe realizarse según las consideraciones y criterios establecidos en los artículos 5 al 9 del Reglamento del SEIA, según lo siguiente:

- artículo 5, con relación al riesgo para la salud de la población;
- artículo 7, con relación a la alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos y el artículo 8, con relación a la afectación de población protegida;
- artículo 9, con relación a la alteración significativa del valor turístico.

A continuación, se presentan algunas consideraciones y criterios para la evaluación de los impactos por olor.

5.1 Riesgo para la salud de la población

La Organización Mundial de la Salud define salud como un “estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”¹³.

La exposición a olores que se perciben como desagradables puede afectar el bienestar o la salud de las personas, dando lugar a mayores niveles de estrés en la población expuesta¹⁴. El aumento del nivel de estrés, a su vez, puede conducir a efectos fisiológicos o patológicos, por ejemplo, trastornos del sueño, dolores de cabeza o problemas respiratorios, especialmente si la exposición se produce repetidamente.

Por su parte, el concepto de “población” utilizado en la letra a) del artículo 11 de la Ley N° 19.300 debe entenderse en términos amplios, referido tanto a un conjunto de personas como, en atención a las circunstancias, a una sola persona natural que de manera permanente o transitoria pudieran encontrarse en el área de influencia del proyecto; criterio señalado en la Guía de Evaluación del Riesgo para la Salud de la Población en el SEIA (SEA, 2012a).

De acuerdo al artículo 11 de la Ley N° 19.300, para efectos de evaluar si el proyecto genera o presenta riesgo para la salud de la población, se debe considerar lo establecido en las normas de calidad ambiental y de emisión vigentes. Asimismo,

12 Ref. Letra e) del artículo 2 del Reglamento del SEIA

13 La cita procede del Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 Estados (Official Records of the World Health Organization, N° 2, p. 100), y entró en vigor el 7 de abril de 1948. La definición no ha sido modificada desde 1948.

14 En la página *web* del Sistema de Información Ambiental (SINIA) es posible encontrar información sobre los efectos generados por olores en la salud de las personas (<http://www.sinia.cl/1292/w3-article-55388.html>).

el artículo 5 del Reglamento del SEIA establece que para efectos de evaluar si el proyecto genera o presenta riesgo para la salud de la población se debe considerar la presencia de población en el área de influencia, cuya salud pueda verse afectada por la superación de los valores de las concentraciones y períodos establecidos en las normas primarias de calidad ambiental vigentes o el aumento o disminución significativos, según corresponda, de la concentración por sobre los límites establecidos en éstas. A falta de tales normas, se deben utilizar como referencia las vigentes en los Estados que señala el artículo 11 del Reglamento del SEIA. El mismo artículo indica

además que, para la utilización de las normas de referencia, se debe priorizar la normativa de aquel Estado que posea similitud en sus componentes ambientales, con la situación nacional o local, lo que debe ser justificado razonablemente por el titular quien debe señalar la norma de referencia extranjera que utilizó y acompañar un ejemplar íntegro y vigente de dicha norma.

Una vez determinados los valores límites de exposición al olor, materia abordada en la sección 4.4.1 de esta Guía, se deben contrarrestar con los valores límites establecidos en una norma de referencia.

5.2 Alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos

Si bien no siempre la percepción y respuesta a olores genera un riesgo para la salud de la población, sí puede afectar la calidad de vida de los grupos o comunidades humanas, incluyendo los pertenecientes a pueblos indígenas o población protegida.

Se entiende por comunidades humanas o grupos humanos a todo conjunto de personas que comparte un territorio, en el que interactúan permanentemente, dando origen a un sistema de vida formado por relaciones sociales, económicas

y culturales, que eventualmente tienden a generar tradiciones, intereses comunitarios y sentimientos de arraigo¹⁵.

Las emisiones de olor pueden generar impactos sobre los sistemas de vida de los grupos humanos, toda vez que su percepción y respuesta puede generar alteraciones en los quehaceres cotidianos de un grupo humano, afectando con ello su rutina e incluso el ejercicio de manifestaciones tradicionales. Asimismo, puede afectar los sentimientos de arraigo o cohesión social de un grupo humano, por ejemplo,

15 Ref. Párrafo 2 del artículo 7 del Reglamento del SEIA

debido al estigma que sufren las personas en el lugar afectado por malos olores y con ello un aumento creciente en la propensión a emigrar, al desarraigo.

Para determinar si el proyecto o actividad genera alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos, se debe considerar la generación de efectos adversos

significativos sobre la calidad de vida de éstos, en consideración, entre otros, a la dificultad o impedimento para el ejercicio o la manifestación de tradiciones, cultura o intereses comunitarios, que puedan afectar los sentimientos de arraigo o la cohesión social del grupo¹⁶.

5.3 Alteración significativa del valor valor turístico de la zona

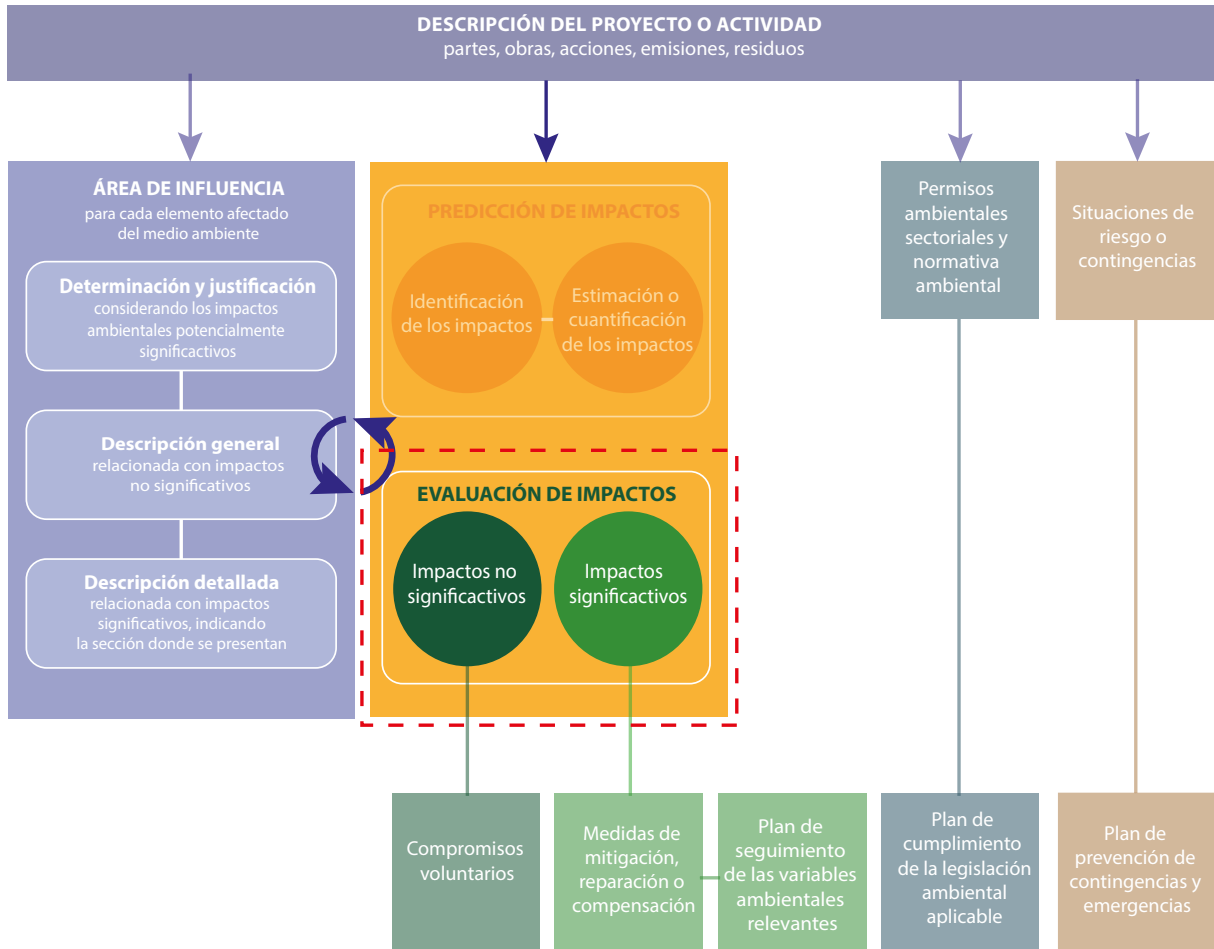
De acuerdo a lo establecido en la letra e) del artículo 11 de la Ley N° 19.300 y el artículo 9 del Reglamento del SEIA, se entiende que “una zona tiene valor turístico cuando, teniendo valor paisajístico, cultural y/o patrimonial, atraiga flujos de visitantes o turistas hacia ella”.

Un visitante es una persona que viaja a un destino principal distinto al de su entorno habitual, por una duración inferior a un año, con cualquier finalidad principal (ocio, negocios u otro motivo personal) que no sea ser empleado por una entidad residente en el país o lugar visitado. Estos viajes realizados por los visitantes se consideran viajes turísticos. Un visitante se clasifica como turista, o visitante que pernocta, si su viaje incluye una pernoctación; o como visitante del día, o excursionista, en caso contrario (Naciones Unidas, 2008).

Las emisiones de olor perceptibles por los visitantes o turistas en una zona con valor turístico pueden generar impactos en dicho valor. En efecto, las emisiones de olor perceptibles por turistas en sitios con atractivos turísticos de carácter cultural, como ferias, mercados, sitios arqueológicos y museos; o en sitios que poseen servicios turísticos de alojamiento y restaurantes o en sitios donde se realizan actividades turísticas como pesca deportiva y cabalgatas; pueden tener como consecuencia un menoscabo de la atracción de visitantes o turistas o disminución de su flujo a la zona y por lo tanto un impacto en el valor turístico de la zona.

En síntesis, en este capítulo 5 de la Guía se han presentado criterios para realizar la evaluación de impactos por olor, materia que se ilustra en la **FIGURA 13**.

16 Ref. Letra d) del artículo 7 del Reglamento del SEIA



Alcance de la sección 5 de esta Guía - - - - -

FIGURA 13. Evaluación de impactos por olor en el proceso de evaluación ambiental

Fuente: elaboración propia, adaptada de la Figura 1



6.
MEDIDAS RELACIONADAS
CON OLOR

6. MEDIDAS RELACIONADAS CON OLOR

6.1 Consideraciones para la presentación de medidas en el SEIA

6.1.1 Medidas que se hacen cargo de los impactos significativos

Habiéndose evaluado los impactos generados por emisiones de olor del proyecto o actividad y determinado que uno o más de estos son significativos, el titular debe presentar un EIA que contenga las medidas de mitigación, reparación o compensación que se hagan cargo de esos impactos significativos.

Las **medidas de mitigación**¹⁷ tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución. El Plan de Medidas de Mitigación Ambiental deberá considerar, al menos, una de las siguientes medidas:

Las que impidan o eviten completamente el efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes.

Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la extensión, magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.

Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo mediante medidas tecnológicas o de gestión consideradas en el diseño.

Las **medidas de reparación**¹⁸ tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o elemento o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas. Cabe hacer presente que este tipo de medida no se aplica a impactos por olores.

Las **medidas de compensación**¹⁹ tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar.

Es de responsabilidad del titular establecer el correspondiente Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación ambiental, el que debe ajustarse a lo establecido en el Párrafo 1, Título VI del Reglamento del SEIA.

6.1.2. Medidas como compromisos ambientales voluntarios

Los compromisos ambientales voluntarios son acciones o medidas que el titular del proyecto o actividad contempla realizar y que no son exigidas por la legislación vigente. Entre dichos compromisos se consideran los que se hacen cargo de los impactos

17 Ref. artículo 98 del Reglamento del SEIA

18 Ref. artículo 99 del Reglamento del SEIA

19 Ref. artículo 100 del Reglamento del SEIA

no significativos y los asociados a verificar que no se generan impactos significativos. Estas usualmente se identifican como compromisos ambientales voluntarios para distinguirlas de las medidas de mitigación, reparación o compensación a que se refiere el Título VI del Reglamento del SEIA.

6.1.3. Identificación y descripción de medidas

En la DIA o EIA deben identificarse las medidas que se hacen cargo de los impactos significativos y las relacionadas con compromisos ambientales

voluntarios, describiendo cada una en consideración, a lo menos, de las siguientes variables:

- Nombre de la medida
- Componente ambiental asociado
- Impacto asociado
- Objetivo, descripción y justificación de la medida
- Lugar, forma y oportunidad de implementación
- Indicador de cumplimiento
- Forma de control y seguimiento.

6.2. Medidas relacionadas con emisiones de olor

Idealmente se espera que los proyectos o actividades implementen las mejores técnicas o prácticas disponibles de manera que se eliminen las emisiones de olor. Entendiendo que ello no siempre es posible, pueden implementarse medidas para la reducción de estas emisiones, las que pueden clasificarse en:

- medidas asociadas al diseño del proyecto o actividad,
- medidas asociadas a mejores prácticas en procesos generadores de olor,
- medidas tecnológicas de abatimiento y control del olor.

A continuación, se identifican o describen algunas de estas medidas.

6.2.1. Medidas asociadas al diseño del proyecto o actividad

Estas medidas corresponden a aquellas que se orientan o minimizar o disminuir las emisiones de olor en consideración al diseño del proyecto o actividad, tales como las siguientes:

- Reutilización de las emisiones odoríficas provenientes de un proceso como fuente de energía en otros procesos de combustión. Por ejemplo, en un relleno sanitario los gases del proceso de descomposición de los residuos se reutilizan como biocombustible en la producción de energía.
- Encapsulamiento de las unidades generadoras de olor, por ejemplo, cubierta de estanques.

6.2.2. Medidas asociadas a mejores prácticas en procesos generadores de olor

Estas consisten en implementar estrategias preventivas orientadas a modificar hábitos o procedimientos poco eficientes en el desarrollo de procesos, a fin de disminuir la generación de emisiones. Entre otras, se señalan las siguientes medidas:

- Aplicación de un protocolo de inspecciones periódicas a los equipos, sistemas o procesos propensos a emitir olor.
- Aplicación de un protocolo de mantenimiento periódico a los equipos o sistemas que emiten olor.
- Aplicación de procedimientos de limpieza en partes u obras generadoras de olor.
- Reducción o minimización de la superficie de contacto de la sustancia olorosa con el aire.
- Mantenimiento de condiciones de ventilación adecuadas para limitar las concentraciones de olor en el tiempo y en coordinación con las condiciones atmosféricas de velocidad y dirección del viento y temperatura.
- Minimización de las emisiones en horarios de condiciones de dispersión desfavorables, como puede ser horarios de altas temperaturas, períodos de vientos calmos como en horarios nocturnos e invernales.
- Almacenamiento de residuos con alto contenido de materia orgánica por períodos cortos, no prolongados.
- Almacenamiento de sustancias o residuos olorosos en contenedores estancos.
- Aplicación de protocolos de trabajo para reducir las causas que generan emisiones de olor.

6.2.3. Medidas tecnológicas de abatimiento y control del olor

Estas corresponden a medidas para reducir emisiones de olor implementando tecnologías de abatimiento y control de olores. Entre otras, se pueden señalar las siguientes:

- **Lavadores de gases:** su principio básico es la absorción de contaminantes odoríferos en el flujo de gas en contacto con el líquido de lavado recirculante. Se aplica en caudales elevados y concentrados.
- **Oxidación térmica o incineración:** los contaminantes que suelen ser eliminados mediante esta tecnología pueden ser orgánicos (COV, sustancias olorosas, etc.) o bien inorgánicos (CO, H₂S, HCN, etc.) a través de la utilización de una cámara de combustión bajo condiciones de temperatura, turbulencia y tiempos de residencia óptimos, dependiendo de la capacidad de la cámara y de las características del flujo a tratar. Se aplica en caudales bajos y muy concentrados.
- **Adsorción por carbón activado:** se sustenta en la captación y retención de moléculas contaminantes al provocar la circulación de una corriente gaseosa a través de un lecho filtrante como el carbón activo granulado. Reduce niveles bajos de H₂S (<5 ppm). Además, reduce niveles de COV, sustancias olorosas y emisiones fugitivas. Su aplicación es para bajas concentraciones con caudales moderados a altos.
- **Adsorción por adición química:** consiste en la captación y retención de moléculas contaminantes que, por lo general, pasan en contra corriente a través de un lecho filtrante que puede ser de NaOH o KOH, H₃PO₄,

KMnO_4 . Su utilización es eficiente para bajas concentraciones con caudales moderados a altos. No es apto para flujos con polvo.

- **Biofiltración:** reactor de material biológico, el que puede ser abierto o cerrado, normalmente de naturaleza orgánica como astillas de madera, compost o paja, donde crece una población de microorganismos capaces de degradar gases como el amoníaco y por ende el olor. Una corriente de agua y otra de aire atraviesan el reactor, de manera que buena parte del

material particulado y algunas sustancias olorosas son eliminados o transferidos al agua. Se utiliza en caudales elevados y poco concentrados.

- **Evaporador de contacto directo:** equipo utilizado para el lavado de gases en el que los componentes indeseables de la corriente gaseosa son separados por contacto con la superficie de un líquido.

La TABLA 4 indica algunas medidas tecnológicas de abatimiento y control del olor utilizadas en determinados tipos de proyectos o actividades.

TABLA 4. Medidas tecnológicas de abatimiento y control del olor según tipos de proyectos o actividades

| Tecnología \ Proyecto o actividad | Encapsulamiento | Lavador de Gases | Oxidación Térmica | Adsorción con Carbón Activado | Adsorción con Adición Química | Biofiltro | Evaporador Contacto Directo | Precipitación Electroscópica |
|--|-----------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|------------------------------|
| Criaderos de Animales | X | | | | X | X | X | |
| Industria Siderúrgica | X | | X | X | | X | | |
| Fabricación de Alimento para Animales y Mascotas | X | X | X | | | X | | |
| Fabricación de Celulosa | X | X | | X | X | X | | X |
| Mataderos | X | X | X | | | | | |
| Pesqueras y Procesamiento de Productos del Mar | X | X | X | X | X | X | X | |
| Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) | X | X | X | X | X | X | X | |
| Refinerías de Petróleo | X | | X | | X | | | |
| Rellenos Sanitarios y Vetederos | X | | X | | | X | X | |

Fuente: elaboración propia

En la DIA o EIA las medidas se deben identificar y describir en consideración a lo señalado en la sección 6.1 de esta Guía, indicando además fundamentadamente el % de eficiencia de abatimiento o reducción de olores del equipo a utilizar.

Cabe destacar que la eficiencia de este tipo de medidas en la reducción de olor puede variar con el tiempo, por lo cual es importante considerar en su implementación las indicaciones sobre el uso y mantención de los equipos establecidas por su fabricante o proveedor.

6.3 Medidas de prevención de contingencias y de control de emergencias

De la descripción del proyecto o de las características de su lugar de emplazamiento es posible deducir eventuales situaciones de riesgo al medio ambiente o la población que se pueden presentar durante la ejecución del proyecto o actividad, las que deben identificarse en la DIA o EIA.

Algunas de las contingencias relacionadas con olor, que pueden presentarse durante las fases de construcción, operación o cierre del proyecto, son las siguientes:

- Con relación al manejo de las aguas servidas, particularmente lodos provenientes de baños químicos o sanitarios portátiles, se produce contingencia cuando el gestor del transporte o eliminación no puede realizar el servicio con la frecuencia comprometida, lo que a su vez puede ocasionar emisiones de olor.
- Con relación a la instalación para el manejo de las aguas servidas, debido a la generación de condiciones atmosféricas no habituales como temperatura alta, sin viento a calma, inversión térmica, etc.; puede producirse emisión

y dispersión de olores más intensos que lo habitual.

- Contingencia producida por derrame de sustancias olorosas.

Se hace presente que las contingencias anteriormente identificadas corresponden a ejemplos y no son excluyentes de otras contingencias que puedan estar asociadas a las condiciones particulares y fases específicas del proyecto, por lo tanto, es de responsabilidad del titular identificarlas en su totalidad.

Para cada situación de riesgo o contingencia se deben describir las acciones o medidas a implementar para evitar que éstas se produzcan o minimizar su probabilidad de ocurrencia. Asimismo, se deben identificar las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzca la contingencia, con el objetivo de controlar la emergencia o minimizar sus efectos sobre el medio ambiente o la población. Las contingencias y sus respectivas medidas se presentan en el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias.

6.4 Guías de mejores técnicas disponibles

Las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) se definen como “la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas. A estos efectos se entiende por

- Técnicas: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada.
- Técnicas disponibles: las técnicas desarrolladas a una escala que permita

su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

- Mejores: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto (Reino de España, 2007).

En la **TABLA 5** se listan guías que presentan las MTD relacionadas con el olor para distintas tipologías de proyectos o actividades. Se recomienda revisar estas guías a fin de conocer y aplicar las MTD para reducir las emisiones de olor.

TABLA 5. Lista de guías de mejores técnicas disponibles según sector productivo

| Tipología de proyecto o actividad según art. 3 del Reglamento del SEIA | | Autor y año de la guía MTD |
|--|------------------------|---|
| k.1 | Refinerías de Petróleo | European Commission IPPC, 2015 |
| | | EPA Ireland, 2008a |
| | | Ministerio de Medio Ambiente de España, 2004a |
| k.2 | Curtiembres | European Commission IPPC, 2013 |
| | | Ministerio de Medio Ambiente de España, 2003a |
| l.2 | Mataderos | European Commission IPPC, 2005 |
| | | EPA Ireland, 2008b |
| | | Ministerio de Medio Ambiente de España, 2006 |

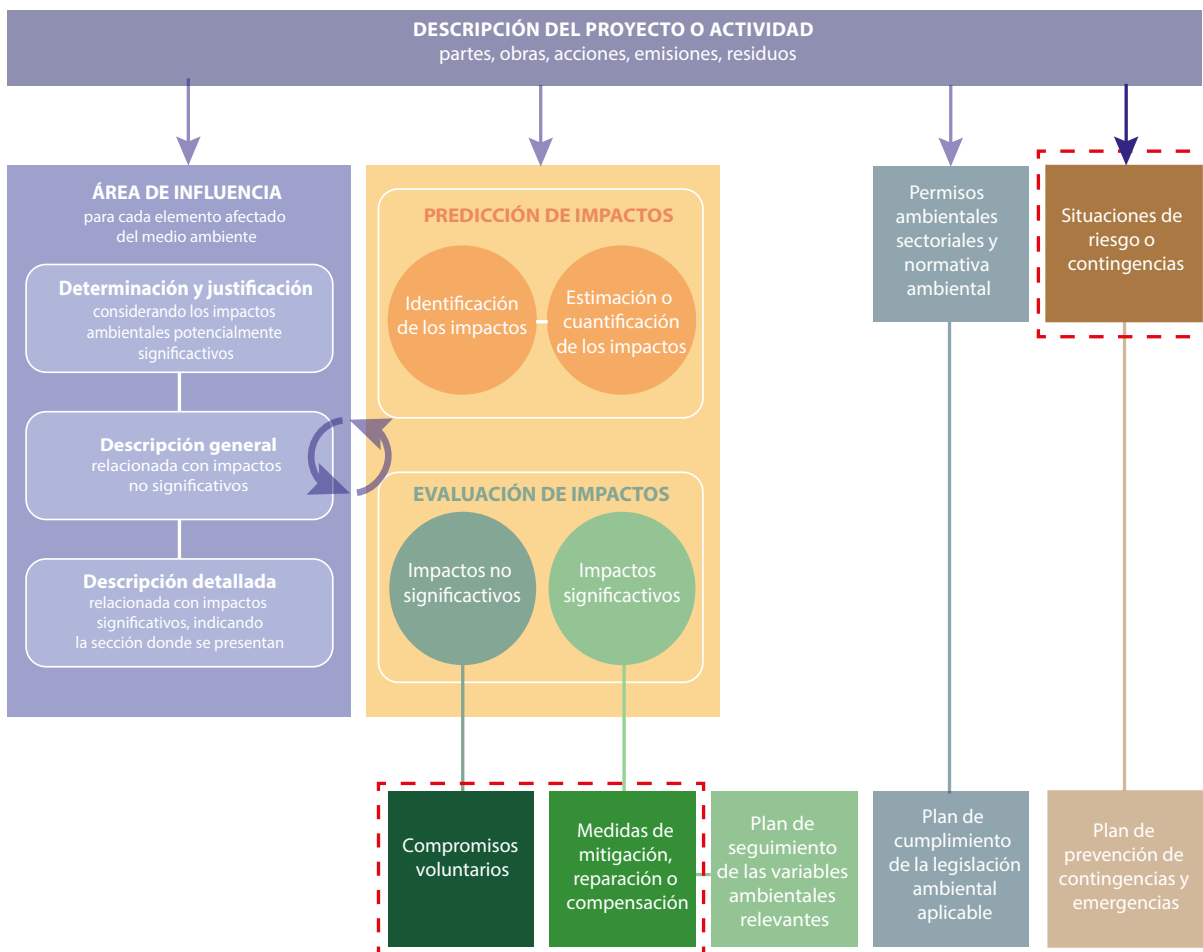
| Tipología de proyecto o actividad según art. 3 del Reglamento del SEIA | | Autor y año de la guía MTD |
|--|--|---|
| l.3.2 | Planteles de ganado bovino de leche | EPA Ireland, 2008c |
| l.3.3 | Planteles de animales porcinos | Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, 2010a |
| | | EPA Ireland, 1998a |
| l.3.3 y l.4 | Planteles de animales porcinos y avícolas | Ministerio de Medio Ambiente de España, 2004b |
| l.4 | Planteles de animales avícolas | Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, 2010b |
| | | EPA Ireland, 1998b |
| m.4 | Industria de celulosa | European Commission IPPC, 2001 |
| | | EPA Ireland, 2010 |
| n | Plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos | Ministerio de Medio Ambiente de España, 2005 |
| | | European Commission IPPC, 2006a |
| | | EPA Ireland, 2008d |
| o.4 | Plantas de tratamiento de aguas servidas | European Commission IPPC, 2006b |
| o.7 | Relleno sanitario | European Commission IPPC, 2006c |
| | | EPA Ireland, 2011 |

Fuente: elaboración propia

6.

En síntesis, en esta sección 6 de la Guía se han presentado las consideraciones para la presentación de medidas relacionados con impactos por olor, incluyendo ejemplos de estas. También se ha

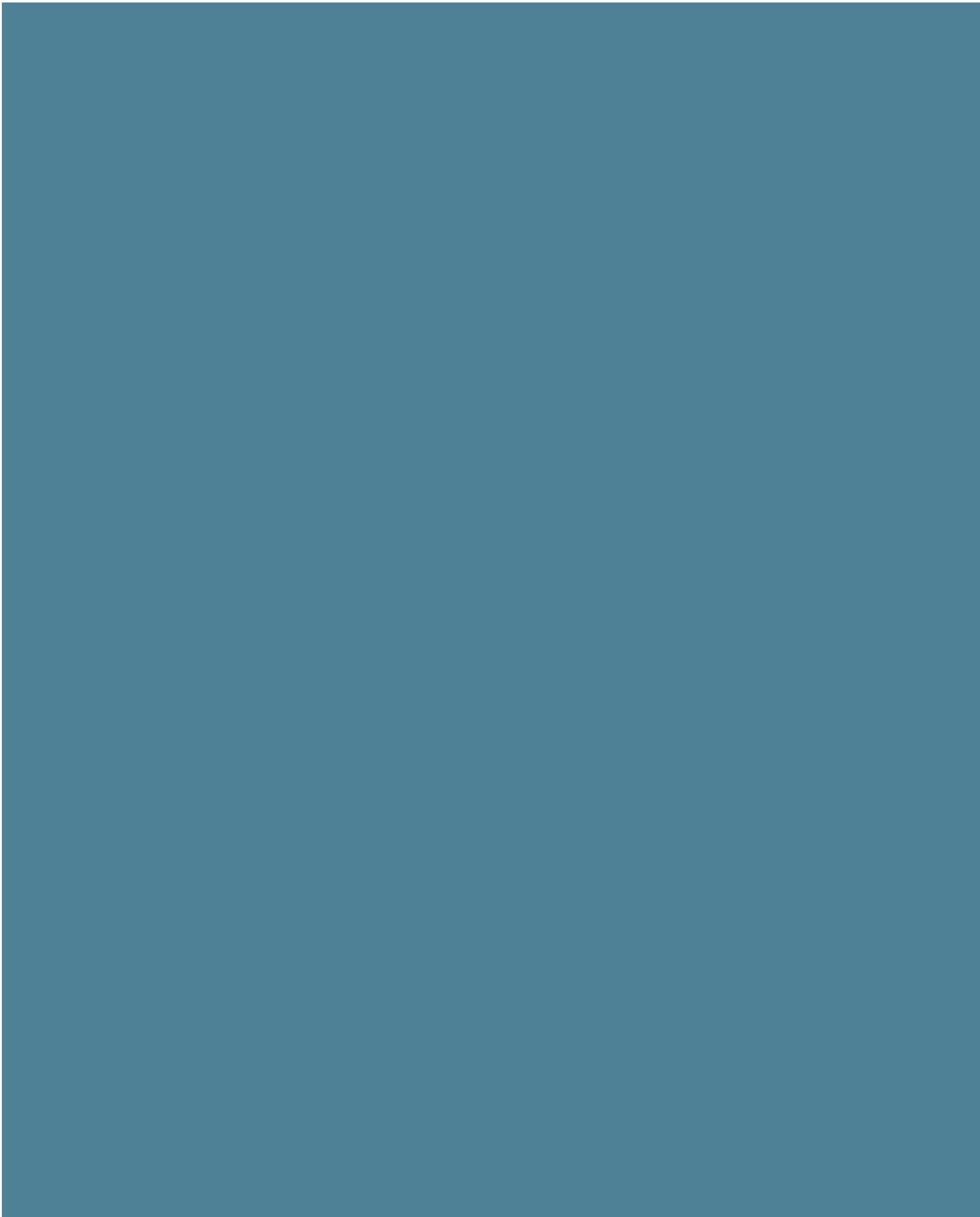
abordado el caso específico de las medidas de prevención y control de emergencia relacionadas a situaciones de riesgo; materias que se ilustran en la **FIGURA 14**.



Alcance de la sección 6 de esta Guía

FIGURA 14. Medidas relacionadas con olor en el proceso de evaluación ambiental

Fuente: elaboración propia, adaptada de la Figura 1



7. NORMATIVA AMBIENTAL RELACIONADA CON OLOR

7. NORMATIVA AMBIENTAL RELACIONADA CON OLOR

7.1 Consideraciones generales

En el marco del SEIA, el concepto de normativa de carácter ambiental o normativa ambiental aplicable comprende aquellas normas cuyo objetivo es asegurar la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, e imponen una obligación o exigencia cuyo cumplimiento debe ser acreditado por el titular del proyecto o actividad durante el proceso de evaluación para efectos de su calificación favorable.

Entre los contenidos mínimos de un EIA²⁰ y una DIA²¹ se encuentra el Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable, el cual debe incluir, entre otros, lo siguiente:

- La identificación de las normas ambientales aplicables al proyecto o actividad.
- La descripción de la forma y fases en las que se dará cumplimiento a las obligaciones contenidas en la normativa ambiental, incluyendo indicadores de cumplimiento.

Con relación a los indicadores de cumplimiento, estos deben ser precisos, atinentes al objeto de protección y de fácil verificación en relación al cumplimiento íntegro de la norma aplicable para efectos de su fiscalización. Es responsabilidad del titular del proyecto establecer el correspondiente indicador de cumplimiento.

En la DIA y EIA el titular debe presentar los antecedentes que permitan evaluar el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable al proyecto.

A continuación, en la sección 7.2 de la Guía, se presentan las principales normas ambientales aplicables a las emisiones de olor y, en este sentido, cumplen un fin orientador y referencial para los titulares, siendo de su responsabilidad identificar las normas ambientales aplicables a las particularidades de cada proyecto o actividad. Por ejemplo, pueden existir normas ambientales de carácter municipal o regional y normas relacionadas al emplazamiento del proyecto o actividad, las que también deben considerarse.

Las normas se ordenan según su año de promulgación y la información sobre cada una se dispone según lo siguiente:

- Identificación de la norma: identificación de la norma, considerando el tipo de cuerpo normativo (Ley, DFL, DL, DS, Resolución), número, año de promulgación, órgano del Estado y el nombre de la norma.
- Ámbito de aplicación: nacional o local. Cuando la norma es aplicable en todo el territorio de la República, su ámbito de aplicación es nacional. Cuando el ámbito territorial de aplicación es menor, ya sea que comprenda una o más regiones

20 Ref. letra l) del artículo 18 del Reglamento del SEIA

21 Ref. letra c) del artículo 19 del Reglamento del SEIA

político/administrativas o una o más comunas, el ámbito de aplicación es local.

- Fase de aplicación: fases de construcción, operación o cierre del proyecto a la que aplica la norma.
- Organismo competente: el organismo sectorial que se pronuncia en el marco de sus competencias durante el proceso de evaluación de impacto ambiental.
- Organismo fiscalizador: el organismo que fiscaliza la norma. Conforme a la Ley N° 20.417, corresponde a la Superintendencia del Medio

Ambiente (SMA) la fiscalización de las normas, condiciones y medidas establecidas en las RCA, así como la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento.

- Materia regulada: la materia o componente que regula la norma.
- Justifica su aplicación: la actividad, obra o acción del proyecto que justifica su aplicación.
- Forma de cumplimiento: la forma de cumplimiento de la norma.

7.2 Normas aplicables a emisiones de olor

7.2.1. DS N° 144 de 1961

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 144, de 1961, del Ministerio de Salud, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquiera Naturaleza.
- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: operación y cierre.
- Organismo competente: Secretarías Regionales Ministeriales de Salud.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia Regulada: emisiones a la atmósfera.
- Justifica su aplicación: la generación de emisiones de olor producto de la operación del proyecto.

- Forma de cumplimiento: los gases, vapores, humos, polvo, emanaciones o contaminantes de cualquiera naturaleza, producidos en cualquier establecimiento fabril o lugar de trabajo, deberán captarse o eliminarse en forma tal que no causen peligros, daños o molestias al vecindario (artículo 1).

7.2.2. DS N° 75 de 1987

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 75, de 1987, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Establece Condiciones para el Transporte de Cargas que Indica.
- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: construcción, operación y cierre.

- Organismo competente: Secretarías Regionales Ministeriales de Transportes y Telecomunicaciones.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia regulada: emisiones a la atmósfera, agua o suelo.
- Justifica su aplicación: el transporte de materiales capaces de escurrir o generar polvo.
- Forma de cumplimiento: la carga de mal olor o repugnante a la vista debe transportarse en caja cerrada o debidamente cubierta (artículo 3).

7.2.3. DS N° 594 de 1999

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: construcción y cierre.
- Organismo competente: Secretarías Regionales Ministeriales de Salud.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia regulada: emisiones de olor.
- Justifica su aplicación: la generación de emisiones de olor.
- Forma de cumplimiento: una vez finalizada la faena temporal, el empleador será responsable de reacondicionar sanitariamente el lugar que ocupaba la letrina o baño químico, evitando la proliferación de vectores, los malos olores, (...) (artículo 24).

7.2.4. DS N° 189 de 2005

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 189, de 2005, del Ministerio de Salud, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios.
- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: construcción, operación y cierre.
- Organismo competente: Secretarías Regionales Ministeriales de Salud.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia regulada: emisiones de olor.
- Justifica su aplicación: la construcción, operación y cierre de un relleno sanitario.
- Forma de cumplimiento:
 - Se deben describir todas las medidas a desarrollar frente a eventuales emergencias surgidas durante la operación del Relleno Sanitario, las que puedan constituir un riesgo o amenaza para la salud pública, tales como (...) emanaciones de olores molestos (artículo 5 d).
 - Se debe asegurar una zona de protección de 300 metros al interior del sitio, en la que durante la vida útil y el cierre de la instalación no se podrá construir edificios para uso habitacional ni de servicios (artículo 9).
 - Las lagunas de almacenamiento de lixiviados deben ser diseñadas y operadas de tal manera de minimizar la generación de olores y, en el caso de ser necesario, deben estar provistas de sistemas eficaces en el control de olores molestos (artículo 26).
 - En el plan de operación del proyecto debe incluirse, entre otros, medidas de prevención y de control de olores (artículo 28).

- El proyecto podrá considerar la utilización de un material alternativo a la tierra como material de cobertura, siempre que se demuestre que éste cumple con: (...) controlar la proliferación de olores molestos (...) (artículo 38 a).

7.2.5. DS N° 138 de 2005

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 138, de 2005, del Ministerio de Salud, Establece Obligación de Declarar Emisiones que Indica.
- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: operación.
- Organismo competente: Secretarías Regionales Ministeriales de Salud.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia regulada: emisiones de contaminantes odoríficos.
- Justifica su aplicación: la generación de emisión de contaminantes odoríficas por parte de fuentes fijas que correspondan a los rubros, actividades o tipos indicados en la norma y especificado en la circular B32/23, de 2 de junio de 2006, del Ministerio de Salud.
- Forma de cumplimiento: se debe informar sobre los procesos, niveles de producción, tecnologías de abatimiento y cantidades y tipo de combustibles, en la forma que esta norma señala (artículos 1, 2 y 3).

7.2.6. DS N° 94 de 2008

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 94, de 2008, del Ministerio de Agricultura, Aprueba Reglamento sobre Estructura y Funcionamiento de Mataderos, Establecimientos

Frigoríficos, Cámaras Frigoríficas y Plantas de Desposte y Fija Equipamiento Mínimo de Tales Establecimientos.

- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: operación.
- Organismo competente: Servicio Agrícola y Ganadero y Autoridad Sanitaria.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia regulada: gases, vapores tóxicos o mal olientes.
- Justifica su aplicación: generación de residuos líquidos industriales.
- Forma de cumplimiento: implementación de un sistema para recolectar, tratar y disponer los residuos líquidos industriales que impidan la emanación de malos olores (artículo 2 letra c)).

7.2.7. DS N° 4 de 2009

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 4, de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para el Manejo de Lodos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas.
- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: construcción, operación y cierre.
- Organismo competente: Secretarías Regionales Ministeriales de Salud.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia regulada: emisiones de olor.
- Justifica su aplicación: diseño y operación de toda unidad, equipo y tratamiento de los lodos.
- Forma de cumplimiento:

- Los períodos de permanencia que se consideran en el diseño de toda unidad, equipo y tratamiento de los lodos deberán ser los mínimos necesarios para su correcta operación y para evitar que se generen problemas de olores (artículo 10).
- Identificación y definición de un Programa de Control de Parámetros Críticos de la Operación del Sistema de Manejo de Lodos, que deberá prevenir la emanación de malos olores (artículo 10).
- En el caso de problemas operativos en el tratamiento de lodos el proyecto debe contemplar las medidas necesarias para que el almacenamiento se realice en condiciones que garanticen un adecuado control de la emanación de gases y olores, la infiltración de líquidos y la proliferación de vectores (artículo 11).
- El diseño y operación del sitio de almacenamiento de lodos estabilizados debe garantizar que no existirán riesgos para la salud, el bienestar de la población y el medio ambiente, debiendo considerar un sistema de impermeabilización y de control de gases y olores (artículo 12).
- Los lodos clase B pueden ser almacenados en cantidades hasta 35 toneladas y por un plazo máximo de 7 días sin restricciones adicionales. El almacenamiento de lodos clase B en cantidades y plazos superiores a los señalados en el párrafo anterior se debe realizar cumpliendo las exigencias para un mono-relleno, señaladas en el artículo 17, o a través de un sistema de confinamiento que asegure que se controlan la generación de olores, la atracción de vectores y la migración de líquidos al suelo. El plazo máximo de permanencia de lodos clase B en el predio previo a su incorporación al suelo es de 15

días (artículo 13).

- El transporte de lodos debe realizarse en vehículos completamente estancos y cerrados que impidan escurrimientos, derrames y la emanación de olores durante su traslado (artículo 15).
- Los proyectos de mono-rellenos para lodos deben considerar un sistema de impermeabilización y de control de gases y olores. Durante la operación del mono-relleno se requiere el recubrimiento diario de los lodos, pudiendo la Autoridad Sanitaria exigir una mayor frecuencia si se generan problemas de olores durante la operación del sitio (artículo 17).

7.2.8. DS N° 3 de 2012

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 3, de 2012, del Ministerio de Medio Ambiente, Reglamento para el Manejo de Lodos Provenientes de Plantas de Tratamiento de Efluentes de la Industria Procesadora de Frutas y Hortalizas.
- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: construcción, operación y cierre.
- Organismo competente: Secretarías Regionales Ministeriales de Salud.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia regulada: emisiones de olor.
- Justifica su aplicación: manejo y transporte de lodos.
- Forma de cumplimiento:
 - En el lugar destinado a almacenamiento de lodos se deben adoptar todas las medidas para evitar la generación de olores molestos

(artículo 5).

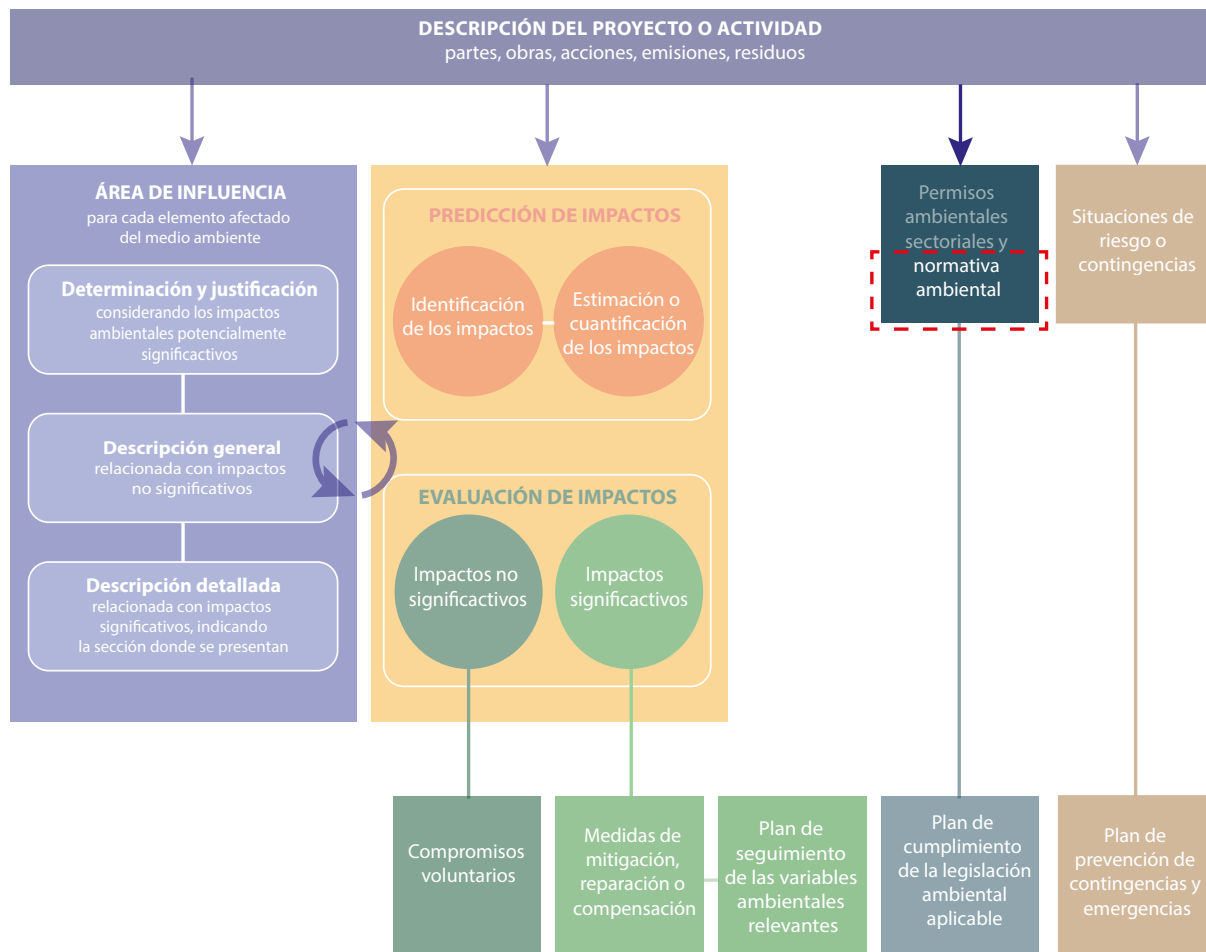
- El transporte de lodos estabilizados deberá realizarse en vehículos autorizados para tales efectos, en recipientes cubiertos en condiciones que impidan la emanación de olores (artículo 6).

7.2.9. DS N° 37 de 2013

- Identificación de la norma: Decreto Supremo N° 37, de 2013, del Ministerio de Medio Ambiente, Establece Norma de Emisión de Compuestos TRS, Generadores de Olor, Asociados a la Fabricación de Pulpa Kraft o al Sulfato, elaborada a partir de la revisión del Decreto N° 167, de 1999, MINSEGPRES, que establece Norma de Emisión para Olores Molestos (compuestos sulfuro de hidrógeno y mercaptanos: gases TRS) asociados a la Fabricación de Pulpa Sulfatada.
- Ámbito de aplicación: nacional.
- Fase de aplicación: operación y cierre.

- Organismo competente: Ministerio de Medio Ambiente.
- Organismo fiscalizador: Superintendencia del Medio Ambiente.
- Materia regulada: emisión de compuestos TRS generadores de olor asociados a la fabricación de pulpa kraft o al sulfato.
- Justifica su aplicación: emisión de gases TRS generadores de olor.
- Forma de cumplimiento: emitir en cantidades menores o iguales a los límites establecidos en la norma (artículo 3).

En síntesis, en esta sección 7 de la Guía se han presentado consideraciones sobre la normativa ambiental relacionada con olor aplicable al proyecto o actividad, incluyendo una descripción de determinadas normas relacionadas; materia que se ilustra en la **FIGURA 15**.



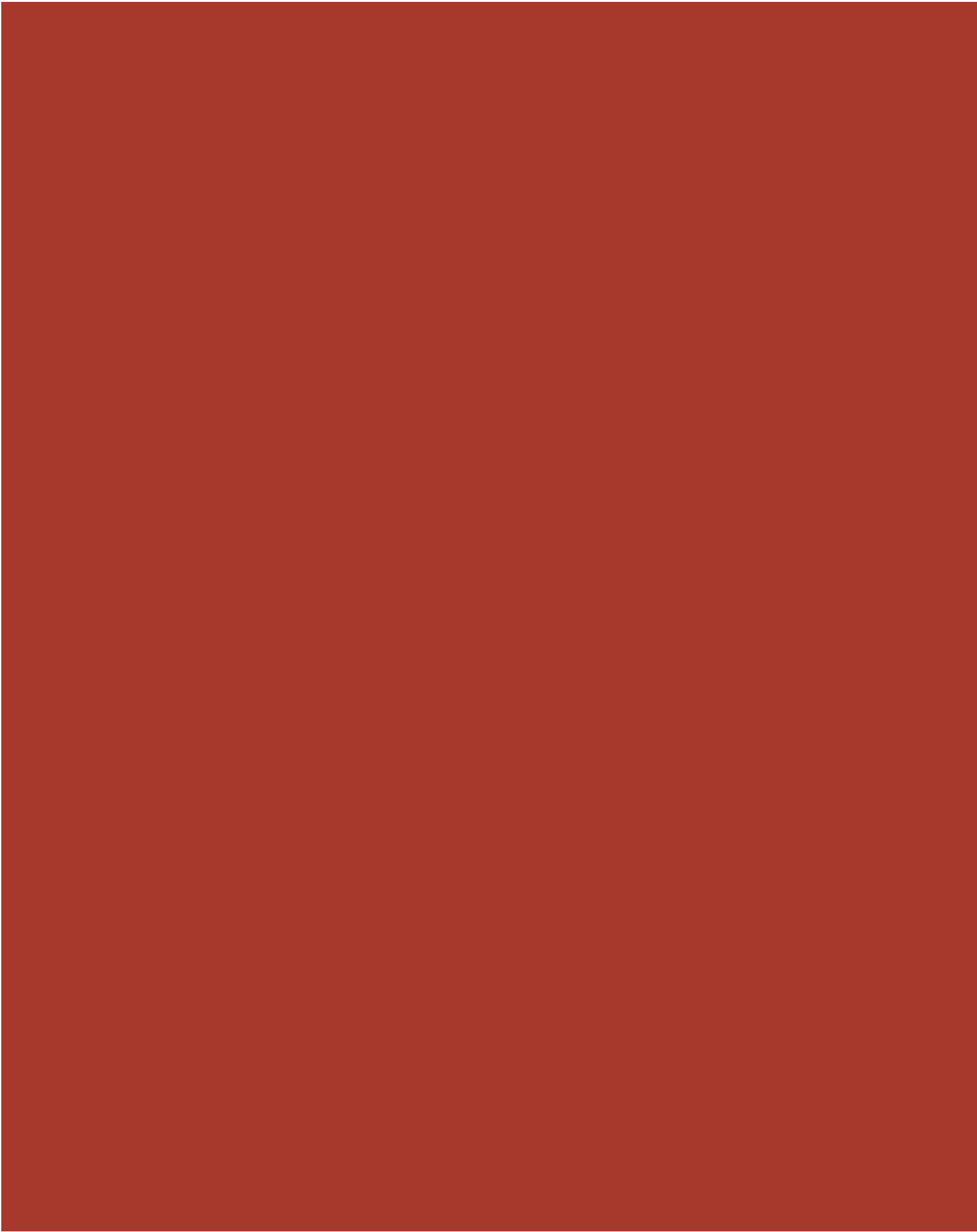
Alcance de la sección 7 de esta Guía - - - -

FIGURA 15. Normativa aplicable relacionada con olor en el proceso de evaluación ambiental

Fuente: elaboración propia, adaptada de la Figura 1



Fuente: www.pixabay.com



ANEXOS

1 SUSTANCIAS OLOSAS

En la TABLA A.1 se presenta un resumen de las características de los principales compuestos o sustancias olorosas emitidas en ciertas actividades o

procesos industriales, señalando sus concentraciones umbrales, pesos moleculares y olor característico.

TABLA A.1. Características de sustancias olorosas

| Sustancia | Fórmula química | Descripción del olor | Umbral de olor [ppm] | Peso molecular | Procesos industriales relacionados |
|------------------------------|---|----------------------------|----------------------|----------------|--|
| Compuestos sulfurados | | | | | |
| Alil mercaptano | $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{SH}$ | Ajo fuerte, café | 0,05 | 74,15 | A, Alim, PP, R, PTAS |
| Amilo mercaptano | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-\text{SH}$ | Desagradable, podrido | 0,00000078 | 92,12 | A, Alim, PP, R, PTAS |
| Bencil mercaptano | $\text{C}_7\text{H}_8\text{S}$ | Desagradable, fuerte | 0,00019 | 124,2 | A, Alim, PP, R, PTAS |
| Crotil mercaptano | $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SH}$ | Tipo zorrillo | 0,029 | 90,19 | A, Alim, PP, R, PTAS |
| Metil sulfuro | $\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_3$ | Vegetales descompuestos | 0,003 | 62,13 | A, Harina, Hidrobio, R, F, Cel, Petroquim, RS, PTAS |
| Dimetil disulfuro | $\text{C}_2\text{H}_6\text{S}_2$ | Vegetales descompuestos | 0,0022 | 62,13 | A, Harina, Alim, PP, R, PTAS |
| Etil mercaptano | $\text{C}_2\text{H}_6\text{S}$ | Repollo descompuesto | 0,0000087 | 56,09 | A, Alim, PP, R, PTAS |
| Metilmercaptano | CH_4S | Repollo descompuesto | 0,00007 | 44,1 | Fert, M, Harina, Hidrobio, R, Cel, Petroquim, Cuero, RS, Alim, PTAS |
| Propil mercaptano | $\text{C}_3\text{H}_8\text{S}$ | Desagradable | 0,000013 | 68,10 | PTAS, Alim, PP, R, A |
| Tert-butil mercaptano | $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{SH}$ | Tipo zorrillo desagradable | 0,000029 | 80,11 | PTAS, Alim, PP, R, A |
| Tiocresol | $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{SH}$ | Tipo Zorrillo, irritante | 0.000062 | 124.21 | PTAS, Alim, PP, R, A |
| Tiofenol | $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHS}$ | Putrefacto | 0.000062 | 110.18 | PTAS, Alim, PP, R, A |
| Ácido sulfhídrico | H_2S | Huevos podridos | 0,00041 | 34,1 | A, M, Harina, Hidrobio, R, Cel, Petroquim, F, Cuero, RS, Alim, Coque |

| Sustancia | Fórmula química | Descripción del olor | Umbral de olor [ppm] | Peso molecular | Procesos industriales relacionados |
|--------------------------------|---|-------------------------|----------------------|----------------|---|
| Compuestos nitrogenados | | | | | |
| Metilamina | CH ₅ N | Pescado, podrido | 0,035 | 31,05 | A, Alim, PTAS, Harina, Hidrobio |
| Etilamina | C ₂ H ₇ N | Amoniacal | 0,046 | 45,08 | A, Alim, PTAS, Harina, Hidrobio |
| Dimetilamina | C ₂ H ₇ N | Pescado | 0,033 | 45,08 | Alim, PTAS, Harina, Hidrobio |
| Trimetilamina | C ₃ H ₉ N | Pescado | 0,000032 | 59,1 | Alim, PTAS, Harina, Hidrobio PTAS, Harina, Hidrobio |
| Piridina | C ₆ H ₅ N | Desagradable, irritante | 0,063 | 79,1 | PTAS, Alim |
| Escatol | C ₉ H ₉ N | Fecal, repulsivo | 0,0000056 | 131,2 | Aves, Alim, PTAS |
| Indol | C ₈ H ₇ N | Fecal, repulsivo | 0,0003 | 117,1 | PTAS, Alim |
| Ácidos | | | | | |
| Ácido acético | C ₂ H ₄ O ₂ | Vinagre | 0,006 | 60,05 | Alim, R, PTAS |
| Ácido butírico | C ₄ H ₈ O ₂ | Rancio | 0,00019 | 88,11 | Alim, R, PTAS |
| Ácido valérico | C ₅ H ₁₀ O ₂ | Sudor | 0,000037 | 102,13 | Alim, R, PTAS |
| Aldehídos | | | | | |
| Formaldehído (metanal) | CH ₂ O | Áspero, sofocante | 0,5 | 30,03 | M, Alim, Coque, R, Alim, R, PTAS, RS, QBF, FET |
| Acetaldehído | C ₂ H ₄ O | Frutoso, manzana | 0,0015 | 44,05 | M, RS, Coque, Alim, R, PTAS |
| Butiraldehído | C ₄ H ₈ O | Rancio, sudor | 0,00067 | 72,11 | M, RS, Coque, Alim, R, PTAS |
| Isobutiraldehído | C ₄ H ₈ O | Frutoso | 0,00035 | 72,11 | M, RS, Coque, Alim, R, PTAS |

| Sustancia | Fórmula química | Descripción del olor | Umbral de olor [ppm] | Peso molecular | Procesos industriales relacionados |
|----------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------|------------------------------------|
| Cetonas | | | | | |
| Acetona | C3H6O | Frutoso, dulce | 42 | 58,08 | M, RS, Coque, Alim, R, PTAS |
| Butanona | C5H10O | Manzana | 0,028 | 86,13 | M, RS, Coque, Alim, R, PTAS |
| Propanol | C3H8O | Dulce | 0,094 | 60,10 | M, F, RS, Alim, PP, PTAS |
| Butanol | C4H10O | Punzante | 0,038 | 74,12 | M, F, RS, Alim, PP, PTAS |

Leyenda:

A: Alimentación y criadero de ganado avícola, porcino y vacuno

Alim: Industria de alimentos

PP: Producción de papel

R: Refinerías

PTAS: Tratamiento de aguas servidas

Harina: Plantas harinas de pescado

RS: Manejo de residuos sólidos

Hidrobio: Plantas productos del mar

Cel: Plantas de celulosa

F: Farmacéuticas

Petroquim: Petroquímica básica

M: Mataderos

Coque: Hornos de coque

Cuero: Producción de cuero

Fert: Planta de fertilizantes

QBF: Quema de biomasa forestal

FET: las fábricas de elaboración de tableros con utilización de adhesivos con resinas fenólicas

Fuente: Ecotec Ingeniería Ltda., 2013

2 GLOSARIO

| Término | Definición | Fuente |
|--|---|-----------|
| Área de influencia | Área o espacio geográfico cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias. | MMA, 2012 |
| Caudal de olor | Cantidad de unidades de olor europeas que pasa a través de una superficie dada por unidad de tiempo. Es el producto de la concentración de olor, la velocidad de salida y el área de emisión o el producto de la concentración del olor y el caudal volumétrico pertinente. | |
| Concentración de Olor | Número de unidades de olor europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales. | |
| Condiciones Normales para olfatometría | A temperatura de la habitación (20°C o 293 K) y presión atmosférica normal (1 atm o 101,3 kPa) en base húmeda (derivado de ISO 10780). | |
| Fuentes difusas | Fuentes con dimensiones definidas (mayoritariamente fuentes superficiales) que no tienen un flujo de gas residual definido. | INN, 2010 |
| Fuentes difusas activas | Fuentes difusas con aireación forzada (por ejemplo biofiltros, piscina de aireación extendida, otros). | |
| Fuentes difusas pasivas | Fuentes difusas sin aireación forzada (por ejemplo pilas de lodos, estanques de sedimentación, otros). | |
| Fuentes fugitivas | Fuentes esquivas o de difícil identificación que liberan cantidades indefinidas de sustancias olorosas (por ejemplo fugas de válvulas y juntas, aperturas de ventilación pasiva, otros). | |
| Fuente puntual | Fuente estacionaria discreta, de emisión de gases a la atmósfera a través de conductos, de dimensiones y caudal de aire definidos. | |
| Inmisión de olor | Es el impacto de olor en el ser humano (olores en el aire ambiente). Ellos pueden ser descritos en términos de frecuencia, duración, calidad (tipo), intensidad y disgusto subjetivo (efecto hedónico) de las concentraciones de olores por encima del umbral de olor. | UDT, 2008 |

| Término | Definición | Fuente |
|------------------------|--|------------|
| Molestia de olor | Menoscabo del bienestar debido a la percepción repetida de olores indeseables. | INN, 2015b |
| Muestra | La NCh 3190.Of2010 se refiere a la muestra de gas oloroso. Es una cantidad de gas, que se asume es representativa de la masa de gas o flujo de gas objeto de investigación, y que es examinada para la concentración de olor. | INN, 2010 |
| Olfatometría | Medición de la respuesta de los panelistas a estímulos olfativos. | |
| Olfatometría dinámica | Olfatometría que usa un olfatómetro dinámico. | |
| Olor | Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles. | |
| Panelista | Persona que participa en una medición de olor. | |
| Percepción | Toma de conciencia del efecto de un estímulo sensorial simple o complejo. | |
| Sustancia olorosa | Sustancia que estimula un sistema olfativo humano, de manera que se percibe un olor. | |
| Unidad de olor | Una unidad de olor es la cantidad de (una mezcla de) sustancias olorosas presentes en un metro cúbico de gas oloroso (en condiciones normales) en el umbral del panel. | |
| Unidad de olor Europea | Cantidad de sustancia(s) olorosa(s) que, cuando se evapora en 1 metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales, origina una respuesta fisiológica de un panel (umbral de detección) equivalente al que origina una Masa de Olor de referencia (MORE) evaporada en un metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales. | |

3 BIBLIOGRAFÍA

- American Society for Testing and Materials (ASTM) International. 2010. ASTM E544-10 Standard Practices for Referencing Suprathreshold Odor Intensity.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) International. 2011. ASTM E679-04(2011). Standard Practice for Determination of Odor and Taste Thresholds By a Forced-Choice Ascending Concentration Series Method of Limits.
- Boeker *et al.*, 2000. The Modelling of Odour Dispersion with Time-Resolved Models, Agrartechnische Forschung 6 Heft 4, S. E 84-E 89.
- Burlingame G., Suffet D. y Khiari A. 2004. Development of an odor wheel classification scheme for wastewater. *Water Science and Technology*, 49(9) 2011-209.
- Cimorelli A., Perry S., Venkatram A., Weil J., Paine R., Wilson R., Lee R., Peters W., y Brode R. 2004. AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications Part I: General Model Formulation and Boundary Layer Characterization.
- Department of Environmental Protection (DEP). 2002. Odour Methodology Guideline. Perth-Western, Australia.
- Díaz C., Núñez F. y Baena G. 2013. Autorizaciones Ambientales Integradas, Límites de Emisión de Olores en Actividades con un Historial de Conflicto por Olores.
- Ecotec Ingeniería Ltda. 2013. Informe Final de la consultoría Elaboración de una Guía Metodológica de Evaluación de Olores en el SEIA, desarrollada para el Servicio de Evaluación Ambiental.
- Environmental Protection Agency (EPA), Ireland. 1998a. Batneec Guidance Note For The Pig Production Sector.
- Environmental Protection Agency (EPA), Ireland. 1998b. Batneec Guidance Note For The Poultry Production Sector.
- Environmental Protection Agency (EPA), Ireland. 2008a. BAT Guidance Note on Best Available Techniques for Oil and Gas Refineries.
- Environmental Protection Agency (EPA), Ireland. 2008b. BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Slaughtering Sector.
- Environmental Protection Agency (EPA), Ireland. 2008c. BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Dairy Processing Sector.
- Environmental Protection Agency (EPA), Ireland. 2008d. BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Manufacturing of Fish Meal & Fish Oil.

- Environmental Protection Agency (EPA), Ireland. 2010. Final Draft BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Production of Paper Pulp, Paper and Board.
- Environmental Protection Agency (EPA), Ireland. 2011. Final Draft BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Waste Sector: Landfill Activities.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention Control (IPPC). 2001. Documento de Referencia de Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de la Pasta y el Papel.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention Control (IPPC). 2005 Reference Document on Best-Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention Control (IPPC). 2006a. BATs in the Food, Drink and Milk Industry.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention Control (IPPC). 2006b BATs for the Waste Treatments Industries.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention Control (IPPC). 2006c. Documento de Referencia de Mejores Técnicas Disponibles para el Sector de Tratamiento de Residuos.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention Control (IPPC). 2013. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention Control (IPPC). 2015. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas.
- Generalitat Valenciana. 2008. Guía Técnica para la Gestión de las Emisiones Oloríferas Generadas por las Explotaciones Ganaderas Intensivas. Desarrollada para el Centro de Tecnologías Limpias. España.
- Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. 2002. Technical Instructions on Air Quality Control. Germany.
- Gostelow P., Parsons S. Y Stuetz R. 2001. Odour Measurements for Sewage Treatment Works, Water Research, Vol. 35, Nr.3, 579-597.
- Guo, H., Jacobson L. D., Schmidt D. R. y Nicolai, R. E.. 2001. Calibrating INPUFF-2 Model by Resident-panelists for Long-distance Odor Dispersion from Animal Production Sites, Applied Eng. in Agric.
- Iglesias, A. 2012. Contaminación Olorífera. Estrategias de Análisis de Olores. Revista 100cias@uned (5) 92-100.

- Instituto Nacional de Normalización (INN). 2010. NCh 3190.Of2010 Calidad del Aire Determinación de la Concentración de Olor por Olfatometría Dinámica. Declarada norma oficial de la República mediante la Resolución Exenta N° 653 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, de fecha 29 de mayo de 2010.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). 2015a. NCh 3386:2015. Calidad del Aire Muestreo Estático para Olfatometría.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). 2015b. NCh 3387:2015 Calidad del Aire Evaluación de la Molestia por Olores Encuesta.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). 2017a. NCh 3533/1 Medición del Impacto de Olor Mediante Inspección de Campo. Medición de la Frecuencia del Impacto de Olores Reconocibles Parte 1: Método de la grilla.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). 2017b. NCh 3533/2 Medición del Impacto de Olor Mediante Inspección de Campo - Medición de la Frecuencia del Impacto de Olores Reconocibles Parte 2: Método de la pluma.
- Jacobson, L. D., H. Guo, D. R. Schmidt, R. E. Nicolai, J. Zhu, and K. A. Janni, 2005. Development of the OFFSET Model for Determination of Odor-annoyance-free Setback Distances from Animal Production Sites: Part I. Review and Experiment. Trans., ASAE.
- McGinley C.M., McGinley M. A. y McGinley D.L. 2000. Odor Basics, Understanding and Using Odor Testing. The 22nd Annual Water Environment Association Conference Honolulu, Hawaii.
- Ministerio de Medio Ambiente de España. 2003a. Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector Curtidos.
- Ministerio de Medio Ambiente de España. 2004a. Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector del Refino de Petróleo.
- Ministerio de Medio Ambiente de España. 2004b. Documento de Referencia de Mejores Técnicas Disponibles en la Cría Intensiva de Aves de Corral y Cerdos.
- Ministerio de Medio Ambiente de España. 2005. Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector de Productos del Mar.
- Ministerio de Medio Ambiente de España. 2006. Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Matadero y de los Transformados de Pollo y Gallina.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España. 2010a. Guía de Mejores Técnicas Disponibles del sector porcino.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, 2010b. Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector de la Avicultura de Carne.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA). 2012. Decreto Supremo N°40 de 2012 del MMA, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

- Ministry for the Environment for New Zealand. 2016. Good Practice Guide for Assessing and Managing Odour. Wellington.
- Ministry of Infrastructure and the Environment (MIE), Government of the Netherlands. 2003. Netherlands Emission Guidelines for Air (NeR). Chapter 3. Requirements and Emission Reductions, section 3.3 Special Regulations for Specific Processes. G3 Sewage Treatment Installations.
- Mussio P., Gnypl A.W. y Henshaw P.F. 2001. A Fluctuating Plume Dispersion Model for the Prediction of Odour-Impact Frequencies from Continuous Stationary Sources. *Atmospheric Environment*, Vol. 35, No. 16, (June, 2001), pp. 2955-2962, ISSN 1352- 2310.
- Naciones Unidas. 2008. Recomendaciones Internacionales para Estadísticas de Turismo. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Estadística.
- Pagans E. y Odournet S.L. 2013. Contaminación Ambiental por Olores, en jornadas de capacitación dirigidas a profesionales del sector público, organizadas por el Ministerio del Medio Ambiente, Santiago de Chile.
- Radian Corporation. 1996. Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México, Volumen III - Técnicas Básicas de Estimación de Emisiones.
- Reino de España. 2007. Real Decreto Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- Schiffman S. y Williams M. 2005. Science of Odor as a Potential Health Issue. *Journal of Environmental Quality*, 34(1), 129-138.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2012a. Guía para la Evaluación del Riesgo para la Salud de la Población en el SEIA.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2012b. Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2013. Guía para la Descripción del Uso del Territorio en el SEIA.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2015. Recopilación y Sistematización de Factores de Emisión al Aire. Disponible en <http://sea.gob.cl/documentacion/normas-de-calidad-y-valores-referenciales>
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2017. Guía para la Descripción del Área de Influencia en el SEIA.
- Suffet. I.H. y Rosenfeld P. 2007. The Anatomy of Odour Wheels for Odours of Drinking, Water, Wastewater, Compost and the Urban Environment. *Water Science and Technology*, 55 (5) 335-344.
- Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), Universidad de Concepción. 2008. Informe Final del Proyecto Propuesta y Recomendaciones de Metodologías de Medición de Olores, preparado para la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 1992. VDI 3882 Blatt 1:1992-10. Olfactometry Determination Of Odour Intensity.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 1993. VDI 3883 Blatt 2: Effects and Assessment of Odours; Determination of Annoyance Parameters by Questioning; Repeated Brief Questioning of Neighbour Panellists.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 1994. VDI 3882 Blatt 2:1994-09. Olfactometry Determination of Hedonic Odour Tone.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2011a. VDI 4285 Blatt 2:2011-03. Determination of Diffusive Emissions by Measurements Industrial Halls and Livestock Farming.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2011b. VDI 3880 Blatt 2:2011-10. Olfactometry Static Sampling.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2017a. VDI 3883 Blatt 4:2017-06. Effects and assessment of odours - Processing odour complaints.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2017b. VDI 3885 Blatt 1:2017-06. Olfactometry Measurement of the Odorant Emission Capacity of Liquids.
- Winneke, G. 1998. Comunicación personal a Anton van Harreveld, Institute of Environmental Medicine, Universidad de Düsseldorf, Alemania.
- World Health Organization (WHO) 2000. Air Quality Guidelines for Europe, 2nd Edition, WHO Regional Publications, European Series, No. 91.
- Yu Z., Guo H. y Lague C. 2010. Livestock Odor Dispersion Modeling: A Review, Transactions of the ASABE, 53(4), 1231-1244.

