

# **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS ATMOSFÉRICAS PARA FUENTES FIJAS A NIVEL NACIONAL Y RECOPIACIÓN DE INFORMACION DE SOPORTE ECONOMICO PARA LA DICTACIÓN DE UNA NORMA DE EMISIÓN PARA CENTRALES TERMOELECTRICAS.**

## **INFORME FINAL**

### **1 INTRODUCCION**

El estudio “Propuesta de Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Soporte Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas”, es desarrollado por la empresa consultora AMBAR S.A. quién se adjudicó el respectivo contrato después de participar del correspondiente llamado a propuesta por la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

Este estudio está enmarcado en el Programa de Dictación de Normas Ambientales de CONAMA. En particular, el 4° Programa priorizado de Normas, incluye el mandato de generar normas de emisión para dos actividades industriales específicas: Incineradores y Centrales Termoeléctricas que utilizan combustibles sólidos.

Sin embargo, los objetivos de este estudio son más amplios en el sentido de establecer un plan de normas global para el sector industrial y desarrollar normas específicas para todo tipo de Centrales Termoeléctricas y no sólo aquellas que utilizan combustibles sólidos.

#### **1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

##### **1.1.1 Objetivos Generales**

- Generar antecedentes básicos para implementar un plan de normas de emisión (recurso atmosférico) en el corto y mediano plazo para actividades industriales ubicadas fuera de las zonas saturadas o latentes actualmente existentes en el país.
- Generar información de soporte técnico y económico para la dictación de una norma de emisión que regule la contaminación atmosférica de la actividad termoeléctrica en el país.

##### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Preparar un plan de normas de emisión (recurso atmosférico) en el corto y mediano plazo para actividades industriales ubicadas fuera de las zonas saturadas o latentes actualmente existentes en el país.

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

- Recopilar el material básico que permita su implementación.
- Respecto a la norma de emisión para centrales termoeléctricas:
  - ✓ Identificar los contaminantes atmosféricos producidos por centrales termoeléctricas y que afectan la salud de la población y/o los recursos naturales.
  - ✓ Determinar las emisiones de cada fuente por contaminantes.
  - ✓ Determinar la concentración ambiental y distribución del contaminante.
  - ✓ Realizar una comparación tecnológica de las distintas centrales que operan en el País y también a nivel internacional
  - ✓ Determinar la relación entre la emisión y la calidad, por contaminante
  - ✓ Determinar las tecnologías aplicables en cada caso y un análisis de la factibilidad técnica y económica de su implementación
  - ✓ Identificar los efectos que produce el contaminante sobre la salud de las personas y/o los recursos naturales a proteger.
  - ✓ Identificar estándares internacionales de emisión y regulación de la actividad termoeléctrica.
  - ✓ Proponer norma de emisión por contaminante.

## 1.2 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El presente documento corresponde al Informe Final e incluye todas las actividades comprometidas en el Plan de Trabajo Detallado presentado en el Informe N°1:

### *PARTE I: PLAN DE NORMAS DE EMISIÓN ATMOSFÉRICAS.*

1. Revisión bibliográfica.
  - 1.1. Estudios Realizados en el país.
    - 1.1.1. Estudios o antecedentes relativos a Inventarios de Emisión
    - 1.1.2. Estudios o antecedentes relacionados con Normas de Emisión a las Actividades Industriales.
    - 1.1.3. Antecedentes Regionales relativos a Calidad del Aire.
  - 1.2. Revisión de Experiencias internacionales en la fijación de planes de regulación de actividades industriales a través de normas de emisión.
2. Identificación de actividades industriales, áreas del país y contaminantes prioritarios de ser reguladas sus emisiones atmosféricas a través de normas de emisión.
  - 2.1. Identificación por región de las principales actividades industriales desde el punto de vista de emisiones atmosféricas.
  - 2.2. Definir los criterios para identificar por región las principales actividades industriales a normar desde el punto de vista de emisiones atmosféricas.
  - 2.3. Aplicar los criterios anteriores para definir las actividades industriales que se normarán especificando el contaminante y el nivel mínimo de emisiones.
  - 2.4. Análisis de los contaminantes que ameritan ser normados.

3. Plan de normas con las características previamente indicadas, y priorizar dentro de ese plan las normas allí contenidas.
  - 3.1. Definir criterios de priorización para establecer normas de emisión.
  - 3.2. Priorizar dentro del universo de actividades industriales ya identificadas por región, aquellas actividades industriales y contaminantes asociados según un cierto cronograma.
  - 3.3. Definir criterios normativos (nivel mínimo de emisiones, similar o diferenciado según tecnología, nivel de exigencia para fuentes existentes y nuevas).
  
4. Material existente para preparar las normas de emisión propuestas.
  - 4.1. Listado con las actividades industriales a normar y su ubicación regional.
  - 4.2. Identificación de la información disponible a nivel nacional.
  - 4.3. Normas existentes en cada uno de los países analizados.
  - 4.4. Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental ingresados al SEIA
  - 4.5. Niveles de calidad del aire.
  
5. Material faltante para generar las normas clasificadas como prioritarias
  - 5.1. Información internacional.
  - 5.2. Información local respecto a calidad del aire
  - 5.3. Información local respecto a emisiones de las principales fuentes de emisión.

## *PARTE II: PLAN DE NORMAS DE EMISIÓN ATMOSFÉRICAS.*

1. Evaluación de la información disponible en CONAMA, Servicios de Salud relativa a emisión de centrales termoeléctricas, contaminantes emitidos, normas de emisión nacionales, emisiones estimadas o medidas, tecnologías de abatimiento, concentraciones de calidad de aire, relación emisión – calidad, materias primas utilizadas, etc.
2. Descripción del tipo de centrales termoeléctricas que operan en el país indicando sus diferencias tecnológicas, ubicación, contaminantes emitidos, regulaciones ambientales que deben cumplir y si las están cumpliendo.
3. Estimación de las emisiones de cada fuente por tipo de contaminante indicando la metodología empleada.
4. Identificación y evaluación de los estándares de emisión internacionales para centrales termoeléctricas y comparación con las normas de emisión vigentes en el País y sistemas de regulación del sector. (A lo menos USA, Comunidad Económica Europea y Suiza, además de países con desarrollo industrial similar a Chile).

## **PARTE I: PLAN DE NORMAS DE EMISIÓN ATMOSFÉRICAS.**

### **1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### 1.1 Estudios Realizados en el país.

##### 1.1.1 Estudios o antecedentes Relativos a Inventarios de Emisión.

- Diagnóstico y aplicación de metodologías para determinar emisiones gaseosas industriales y calidad del aire (región: VIII), Dames & Moore, Agosto 1995 (CONAMA).

En este estudio se desarrollo una metodología para preparar un inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de origen industrial, y la realización de un diagnóstico de la calidad del aire. Con estos antecedentes se desarrollo un Inventario de contaminantes y se generó una base de datos del Inventario de Emisiones de la VIII región.

- Proyecto Diagnóstico y aplicación de metodologías para determinar emisiones gaseosas industriales y calidad del aire (región: V), Cade – Idepe, Abril de 1997 (MINECON).

En este estudio se desarrollo un inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de origen industrial, además del diagnóstico de la calidad del aire de la V región. Se generó una base de datos del Inventario de Emisiones y se propuso un plan de control de la contaminación atmosférica.

- Diagnóstico y aplicación de metodologías para determinar emisiones gaseosas industriales y calidad del aire (región: IX), realizado entre 1994 y 1996 (MINECON).

Este estudio, para la determinar emisiones gaseosas industriales y calidad del aire de calidad del aire de la IX Región es de contenido similar al desarrollado en la VIII Región.

- Comparación de Costos Ambientales de Cadenas Energéticas: Determinación de variables Técnicas, Económicas y Ambientales de la Generación Eléctrica en Chile”, año 2000, realizado por Gamma Ingenieros para la Comisión Nacional de Energía.

En este estudio se presenta importante información respecto a variables técnicas, económicas y/o ambientales de las actuales centrales termoeléctricas que operan en el país dentro del Sistema Interconectado Central (SIC). En este documento se sistematiza y complementa la información del estudio señalado.

- Estudio del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Energía, Procesos Industriales y uso de Solventes Chile 1993-1994. Elaborado por el Programa de investigaciones en Energía (PRIEN), Enero de 1999, para CONAMA.

En este estudio se realizó un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, según el consumo energético de los distintos procesos industriales o el uso de solventes en 1994. Se realizó un análisis de las emisiones de los centros de transformación y usos de la energía por diferentes sectores consumidores. Se utilizó una metodología elaborada por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático.

#### 1.1.2 Estudios o antecedentes relacionados con situación industrial o con la definición de criterios normativos.

- Programa de Establecimiento de Normas de Calidad Ambiental. TESAM S.A., Marzo de 1996.

En este estudio se analiza el diagnóstico ambiental de Chile, en sus diferentes componentes en cuanto a aire, agua suelos y sedimentos, además se revisan antecedentes normativos de calidad y emisión tanto en Chile como a nivel internacional. A nivel internacional se sistematiza principalmente información de Estados Unidos, Alemania y Suiza. También se establecen comparaciones de normas con Bélgica, Canada, Holanda, Suecia y Japón. Luego se desarrolla una metodología de priorización de normas de calidad y emisión.

- Preparación de Antecedentes Técnico-Científicos para Normas/Recomendación medio-ambiental de Compuestos Orgánicos Volátiles, Diciembre de 1998. Universidad de Concepción (CONAMA)

Se realizó un estudio de antecedentes existentes sobre los COV tanto a nivel nacional como internacional, se analizaron diferentes técnicas de medición y mitigación de las fuentes existentes. Se diseñaron campañas de monitoreo con las diferentes técnicas recopiladas.

- Estudio de generación de antecedentes técnicos y científicos para la regulación de olores molestos, de 1998 (CONAMA).

En este estudio se realizó una recopilación de información de las fuentes que generan olores molestos en Chile. Se analizaron las características fisicoquímicas de los compuestos y los métodos de medición de ellos. Además de analizar las técnicas de control y mitigación de las principales fuentes. De este estudio se concluyó que las principales fuentes de que emiten olores en Chile son las plantas de tratamiento de aguas servidas, crianza de ganado, industrias de pulpa y papel, industria pesquera, residuos sólidos en vertederos, rellenos sanitarios, plantas de compostación, plantas petroquímicas, procesamiento de alimentos, fundiciones, gomas y plásticos.

- Trabajo desarrollado durante 1998 por el Departamento de Descontaminación, planes y normas de CONAMA, orientado al diseño de un Programa Trienal de Normas Ambientales.

En este documento se discuten criterios y prioridades respecto a la actividad normativa futura en el país en relación a aire, agua, residuos sólidos y ruido.

- Material preparado para CONAMA por el Sr. Matías del Campo, trabajo de práctica de estudiante para la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica.

Se analizaron en este estudio las emisiones locales de acuerdo a los antecedentes obtenidos en el país, se realizó una búsqueda bibliográfica de normativa internacional de normas de emisión. Además, se realizó un análisis de criterios para la evaluación de diferentes alternativas de aplicación de normas de emisión.

- Propuesta de Normas de Emisión para Industrias de la Región Metropolitana, realizado por Tesam-Radian terminado en 1999, para la CONAMA R.M.

Se realizó un estudio con el fin de evaluar los inventarios de emisiones disponibles para fuentes fijas en Santiago, y evaluar el Plan de Descontaminación Ambiental. Dentro del Marco conceptual se realizó una revisión de los estándares de emisión para MP y NO<sub>x</sub>, además de desarrollar un programa de compensación para estos contaminantes en calderas y otros procesos. Se analizaron procedimientos de monitoreo y fiscalización de las fuentes.

- Propuesta de Normas de Emisión para Industrias de la Región Metropolitana, actualmente en desarrollo por la USACH para PROCEFF de SESMA. (Estudio en desarrollo, no disponible).

Es importante tomar en cuenta este estudio de manera que asegurar consistencia entre las propuestas regionales y nacionales.

- Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental. Listado completo de las actividades industriales sometidos al SEIA

- 

Se presentan en Anexo N°1

- Planes de Descontaminación. Resumen de las normas de emisión fijadas en cada Plan de Descontaminación

Se presentan en Anexo N°2

- Protección del Medio Ambiente, Seminario AIC- Tecniberia, CEPAL- Santiago de Chile, 1990, Cap III.

En este trabajo se muestra la emisión de las fuentes fijas industriales en el contexto de las emisiones generales de Santiago y se presentó una estimación de costos asociados a la reducción de emisiones.

- Seminario regional: Políticas de gestión de los residuos urbanos e industriales, Principales Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y algunos medios de control, Elementos de discusión, “El caso Chileno”, CEPAL/PNUMA, Santiago, Chile, 1 al 3 de julio de 1991.

De acuerdo a las Políticas de Gestión de residuos industriales para América latina y El Caribe las fuentes de emisiones industriales identificadas en nuestro país fueron en 1991 las fundiciones y plantas de tostación, grandes centros de consumo de combustibles, tales como plantas de cemento, plantas productoras de azúcar, centrales termoeléctricas, siderúrgicas, además de refinerías de petróleo, plantas de celulosa y plantas procesadoras de pescado.

### 1.1.3 Antecedentes Regionales relativos a calidad del aire y su relación con fuentes de emisión

Antecedentes respecto a información de calidad del aire recopilada se entrega en Anexo N°3.

### 1.2 Revisión de experiencias internacionales en la fijación de planes de regulación de actividades industriales a través de normas de emisión.

Se analizan los criterios normativos aplicados a actividades industriales a través de normas de emisión, en los siguientes países: Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Comunidad Europea, Alemania, Japón, Holanda, Suecia y Suiza.

La información se sistematiza identificando:

- Principales textos normativos
- Consideraciones generales más relevantes detrás de cada norma de emisión
- Objetivos perseguidos con las normas de emisión
- Características de las normas de emisión
- Mecanismos de implementación y control de la norma.

Respecto a las normas de emisión específicas obtenidas de cada país, la información se sistematiza mediante cuadros que identifica la norma de emisión según tipo de fuente, información que se presenta en Anexo N°5.

Algunas de las siglas que se utilizan en este capítulo son las siguientes:

- CAA: Clean Air Act. Acta del Aire Limpio Estados Unidos.

- NAAQSs: National Ambient Air Quality Standards (NAAQSs). Estándares Nacionales de Calidad del Aire, en Estados Unidos.
- NSPS: New Source Performance Standards. Estándar de Desempeño a Fuente Nueva, se define como el Mejor Sistema Tecnológico de Reducción Continua de la Emisión
- BAT: Best Available Technology, mejor tecnología disponible.
- BCT: Best Conventional Technology, mejor tecnología convencional.
- RAT: Reasonably Available Technology, Tecnología Razonable Disponible.
- BACT: Best Available Control Technologies, Mejor Tecnología de Control Disponible.
- BACTNEEC: Best Available Technology Not Entailing Excessive Cost
- LAER: Lowest Achievable Emission Rate, nivel de emisión más bajo alcanzable.
- PSD (Prevention of Significant Deterioration), Prevención de Deterioros Significativos.
- HAP: Hazardous Air Pollutants, Contaminante Atmosférico Peligroso.
- NESHAP: National Emission Standard for Hazardous Air Pollutants, Estándar de Emisión de un Contaminante Atmosférico Peligroso.
- MACT: Maximum Achievable Control Technology, Tecnología de Control Máxima Alcanzable.
- GACT: Generally Available Control Technology. Tecnología de Control Generalmente Disponible.
- INS: Integrated Criteria Setting: Criterio Integrado de Elaboración.
- MPR: Maximum Permissible Risk, Máximo Riesgo Permissible.
- NR: Negligible Risk. Riesgo Despreciable.
- SIP: State Implementation Plan. Planes de Implementación Estadales.

### 1.2.1 Estados Unidos

#### 1.2.1.1 Principales textos normativos

- Clean Air Act y su enmienda de 1990
- los National Ambient Air Quality Standards (NAAQSs) junto con los estándares de emisión para fuentes nuevas (NSPS) constituyen la parte esencial del Clean Air Act.
- En la sección III del CAA, el Congreso entregó a la EPA el poder para fijar normas de emisión para fuentes nuevas para todos los contaminantes más comunes. Estas se conocen como “New Source Performance Standards” NSPS.

#### 1.2.1.2 Consideraciones generales.

##### Respecto a normas de calidad

- Los NAAQSs deben ser establecidos sin considerar los costos de alcanzarlos.
- Los NAAQSs representan el máximo nivel permisible de concentración de los contaminantes criterio o comunes. Estos estándares son uniformes en todo el país. El estado respectivo puede imponer niveles más estrictos si desea pero nunca más elevados.

- La Enmienda de 1977 del CAA define las PSD estableciendo 3 clases de áreas limpias, clase I, clase II y clase III, en cuyas áreas se establecen metas adicionales a los NAAQSs. La Clase I incluye Parques Nacionales, y permite deterioros sólo marginales a los niveles iniciales. La Clase II permite mayores niveles de deterioro pero inferiores a los NAAQSs y la Clase III permite deterioros hasta los niveles de los NAAQSs.
- Se definen los PSD, Prevent Significant Deterioration, con un objetivo nacional global de prevenir deterioros significativos de la calidad del aire en áreas limpias. Para lo anterior, se definen 3 clases de áreas:
  - Clase 1: Parques Nacionales y zonas vulnerables.
  - Clase 2: Areas rurales impolutas.
  - Clase 3: Areas urbanas que cumplen las normas de calidad (attainment areas).

El concepto “PSD Increments” se basa en que se busca evitar que áreas deprimidas económicamente acepten contaminación atmosférica para generar empleos, y se desea prevenir que la competencia entre ciudades y estados contemple la variable de incrementos en las emisiones contaminantes permitidos.

Los máximos incrementales según PSD en Estados Unidos es el siguiente:

Tabla 1.2 Máximos incrementales

Tipo de Area	Período	Incremento PM ug/m3	% PM Respecto a Estándar	Incremento SOx ug/m3	% SOx Respecto a Estándar
Clase I	Anual	5	10	2	2,5
	24 horas	10	6,7	5	1,4
Clase II	Anual	19	38	20	25
	24 horas	37	24,7	91	24,9
Clase III	Anual	37	74	40	50
	24 horas	75	50	182	49,9

Es importante señalar este cuadro, dado que toda fuente nueva, además de cumplir con los estándares de emisión respectivo, debe cumplir con los máximos incrementos definidos en la tabla anterior. Fuente nueva también considera la modificación de fuentes existentes.

Respecto a normas de emisión

- El CAA define los estándares ambientales con “un adecuado margen de seguridad” contra los efectos adversos en la salud, mientras que los estándares para los así llamados HAP, Hazardous Air Pollutants (Contaminante Atmosférico Peligroso) están provistos con un “amplio margen de seguridad” contra los efectos adversos en la salud. El uso del término amplio en lugar del término adecuado, obviamente implica un nivel más estricto, sin embargo esta distinción no ha sido clarificada<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Fuente: pag 8, Part I, Toxic Air Pollutant Handbook, David Patrick.

### 1.2.1.3 Objetivos de las normas de emisión

Caso Contaminantes Criterio.

Las normas de emisión deben cumplir tres objetivos considerando las limitaciones tecnológicas:

- **Objetivo de calidad ambiental:** Mejorar la calidad del aire en aquellas áreas que no cumplen la calidad ambiental definida según los NAAQSs.
- **Objetivo de Prevención:** Evitar deterioros significativos de la calidad del aire en zonas de cumplimiento según criterio de los PSD y proteger áreas especiales de belleza natural.
- **Objetivo de desarrollo económico:** Evitar que la competencia entre Estados relaje los controles de reducción de emisiones.

#### **Comentario.**

El concepto de limitación tecnológica explica que las normas sean diferenciadas según fuentes nuevas y existentes, tipos de fuentes y tamaño de las fuentes, y que se caractericen de acuerdo a los conceptos LAER, BACT y RACT, entre otros, ya explicados.

Caso Contaminantes Peligrosos.

- **Objetivo de prevención de la salud pública.** Prevenir o reducir la exposición a contaminantes peligrosos.

#### **Comentarios.**

La administración debe establecer el estándar en el nivel que a su juicio provee un amplio margen de seguridad para proteger la salud pública del contaminante peligroso. Los contaminantes peligrosos en general no cuentan con normas de calidad, por lo cual el objetivo debe referirse directamente al ámbito de salud. Aún cuando el objetivo final declarado es el de salud, la aproximación práctica corresponde a estándares tecnológicos tales como MACT y GACT con el objetivo de “iniciar con un gran salto el sistema y garantizar reducciones significativas de emisiones tóxicas en un corto plazo”. A pesar que la reducción de emisiones se está cumpliendo, el Congreso ha desarrollado un elaborado Sistema para que en el largo plazo el estándar esté destinado a proteger la salud de la población. Lo anterior significa que no necesariamente los estándares MACT o GACT serían considerados suficientes en el largo plazo en términos de proteger la salud de la población a los niveles deseados, lo cual significaría que las fuentes en el futuro podrán estar sometidas a nuevas regulaciones.

Los contaminantes peligrosos son un problema independientemente de la localización en que se encuentren, aún en áreas de cumplimiento. Los estándares de emisión y sus mecanismos de control se aplican para estos contaminantes de igual modo en zonas de cumplimiento y de no cumplimiento. Estados Unidos ha identificado 188 compuestos que han sido estudiados por sus características de peligrosidad y toxicidad.

#### 1.2.1.4 Características de las normas de emisión

##### Caso Contaminantes Criterio

- En el caso de un contaminante criterio, las normas de emisión deben asegurar el cumplimiento de las normas de calidad (NAAQSs) o los niveles más estrictos de calidad del aire definidos según los PSD, Prevent Significant Deterioration, considerando las respectivas limitaciones tecnológicas.
- Para cumplir con el objetivo anterior, se aplica un criterio práctico distinguiendo fuentes nuevas de fuentes existentes.
- Para fuentes nuevas, inicialmente, los NSPS, se aplicaban sin considerar la calidad del aire donde se ubicaba la fuente. Los NSPS definidos a nivel federal bajo criterio de Mejor Sistema Tecnológico de Reducción Continua, corresponden a estándares tecnológicos que se determinan por el estado del arte de control de emisiones al momento de la dictación y deben ser económicamente factibles para la parte afectada.
- Con el tiempo, se han introducido en los NSPS algunas variaciones basadas en condiciones locales. El Congreso decidió que en las áreas en que al menos un NAAQS estaba siendo sobrepasado (llamadas áreas de no cumplimiento) las fuentes nuevas debían cumplir con estándares aún más exigentes. En 1977 el Congreso modificó el Clean Air Act exigiendo a las fuentes nuevas que querían instalarse en áreas de no cumplimiento debían cumplir con el “**lowest achievable emission rate**” **LAER** (nivel de emisión más bajo alcanzable). Por otra parte, en las áreas PSD<sup>2</sup> (Prevention of Significant Deterioration), donde la calidad del aire es mejor a aquella propuesta por los NAAQSs, las fuentes nuevas debían instalar las “**Best Available Control Technologies**” o **BACT** (Mejor Tecnología de Control Disponible).
- En la práctica, ha existido confusión al tratar de distinguir entre NSPS, LAER y BACT. En efecto, la EPA, los tribunales de justicia y la comunidad regulada han tenido serias dificultades para definir y distinguir los distintos niveles de control tecnológico impuesto a las fuentes nuevas. En términos prácticos, sin embargo, si la EPA define un nuevo estándar de funcionamiento para un tipo de fuente determinada, ese estándar es

---

<sup>2</sup> Enmienda de 1977 del CAA que define las PSD estableciendo 3 clases de áreas limpias, clase I, clase II y clase III, en cuyas áreas se establecen metas adicionales a los NAAQSs. La Clase I incluye Parques Nacionales, y permite deterioros sólo marginales a los niveles iniciales. La Clase II permite mayores niveles de deterioro pero inferiores a los NAAQSs y la Clase III permite deterioros hasta los niveles de los NAAQSs.

considerado satisfactorio como un LAER o BACT en áreas de no cumplimiento o en áreas PSD, respectivamente, a pesar que LAER y BACT son en principio más estrictos que los límites de emisión NSPS.

- Para fuentes existentes, las normas de emisión son definidas por cada Estado bajo un SIP, State Implementation Plan<sup>3</sup>, de acuerdo también a consideraciones de factibilidad tecnológica. Además, dentro de un SIP un Estado puede definir estándares más estrictos que los definidos en los NSPS, si se justifica de acuerdo al nivel de calidad del aire existente o deseado. Así, una fuente existente según un SIP puede tener un estándar de emisión definido según un RACT, Reasonable Available Control Technologie, esto tecnología de control razonable. Si la fuente existente se encuentra en una zona de cumplimiento, entonces es cada Estado el que establece la regulación respectiva, definiendo los respectivos estándares al menos para fuentes de emisión medianas o grandes.
- Tal como ya se señaló las definiciones para la aplicación de LAER, BACT y RACT en Estados Unidos no tienen una claridad absoluta, lo cual ha llevado la discusión de su aplicación a los tribunales de justicia. Sin embargo, en términos prácticos, se entiende que un LAER sería más estricto que un BACT a su vez un BACT más estricto que un RACT. Dado que, en Estados Unidos las normas deben cumplir con un criterio de factibilidad técnica y económica, es el factor de costos el que permitiría una mejor definición. En efecto, actualmente en Estados Unidos una tecnología de control BACT estaría en el orden de los 5000 US\$/ton de reducción para los casos SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM<sub>10</sub>. Para el caso de los Angeles se aplican estándares cumplibles con tecnologías que alcanzarían a los US\$ 15.000 US\$/ton, y por lo tanto ellas responderían a un LAER. Finalmente, en Estados Unidos se comenzó a regular considerando costos entre 1000 y 2000 US\$/ton de reducción.<sup>4</sup>
- Los estándares de emisión están basados en el enfoque tecnológico (technological approach) para alcanzar las metas definidas por los niveles de calidad del aire. Las nociones de Best Available Technologie (BACT, mejor tecnología disponible), convive con la best conventional (mejor tecnología convencional) y reasonably available technologie (RACT, tecnología razonables disponible) y la lowest achievable emissions rate (LAER menor nivel de emisión alcanzable) aún en estados que definen una política de objetivo de riesgo cero. Tal como ya se señaló, estas distintas definiciones apuntan a explicitar distintos niveles de exigencia, que si se ordenan de mayor a menor se obtendría: LAER, BACT, RACT. Este último sería equivalente a mejor tecnología convencional. Por otra parte, LAER y BACT son en principio más estrictos que los límites de emisión NSPS, los cuales a su vez deberían ser más estrictos que RACT.

---

<sup>3</sup> Cada Estado está obligado a establecer un SIP en caso de una zona de no cumplimiento. En caso de una zona de cumplimiento, el Estado puede también desarrollar un SIP definiendo sus propios objetivos de calidad del aire, los cuales pueden ser más exigentes que los niveles de calidad del aire del país.

<sup>4</sup> Fuente: Discusión con Dr. James Lentz, fue director ejecutivo de calidad del aire del distrito de la Costa Sur (Executive officer of the South Coast Air Quality Managment District, SCAQMD), en los Angeles California.

- Así, el factor económico es determinante en la definición del estándar. Los costos de alcanzar reducciones similares son distintos según tipos de industrias. Del mismo modo, el costo de alcanzar reducciones similares es distinto para fuentes nuevas o existentes y también según el tamaño de las fuentes. En efecto, para una fuente nueva es menos costoso cumplir un estándar más exigente debido al avance tecnológico. Del mismo modo, a mayor tamaño de fuente los costos por unidad de reducción de emisiones son menores, lo cual explica que ciertos estándares contienen un nivel de exigencia mayor para fuentes de mayor tamaño. Así, el factor económico más utilizado es el de costo de reducción de emisión por tonelada de emisión reducida. El costo se calcula prorrateando el costo de capital a lo largo de la vida útil del equipo más los costos anuales de operación.
- En Estados Unidos también se aplica Sistemas de Créditos de emisiones. Los precios de venta han alcanzado hasta los US\$ 100.000 por tonelada.

### Caso Contaminantes Peligrosos

- La enmienda de 1970 contemplaba la sección 112, que definió HAP como: El contaminante atmosférico al cual no se le aplica ninguna norma de calidad ambiental, y a criterio de la administración causa o contribuye a causar, contaminación atmosférica de la cual se puede suponer razonablemente que pueda resultar un incremento serio irreversible en una enfermedad o una enfermedad incapacitante reversible.<sup>5</sup>
- Una vez que se determinaba que una sustancia es un HAP, esta debe ser listada y regulada en un corto periodo de tiempo, mediante un estándar de emisión.
- Los **NESHAP, (National Emission Standard for Hazardous Air Pollutants)**, corresponden a los estándares de emisión de los HAP.
- Entre 1970 y 1990, la EPA sólo pudo normar 7 contaminantes: asbesto, benceno, berilio, mercurio, nucleidos radioactivos, arsénico inorgánico y cloruro de vinilo. Además, se normaron emisiones de Hornos de Coke.<sup>6</sup>
- En la Enmienda de 1990, en vez de exigirle a la administración la identificación de los contaminantes atmosféricos peligrosos, el congreso incluyó en el estatuto una lista de 172 sustancias y 17 categorías de sustancias que debían ser reguladas. La lista de fuentes contaminantes atmosféricos peligrosos a ser regulados fue publicada a mediados de 1992. De este modo, tal como se señala en el primer punto, por definición a un HAP

---

<sup>5</sup> Toda la legislación de USEPA se refiere a contaminantes atmosféricos peligrosos (HAP), sien embargo en general los contaminantes atmosféricos peligrosos responden a la definición de tóxico por lo cual en diversa literatura consultada se utiliza también el concepto de contaminante tóxico.

<sup>6</sup> En el caso de Hornos de Coke en 1987 se propusieron estándares de emisión cuya promulgación definitiva quedó pendiente. En la enmienda de 1990 se reemplazaron por requerimientos estatutarios. Ver Anexo 5, páginas 19 a 21. Fuente: Parte IV Toxic Air Pollution Handbook, David Patrick, Capítulo 16 pág 292 a 300, consideraciones legales y legislativas.

no se aplica una norma de calidad y por lo tanto la regulación corresponde a un estándar de emisión.

- El primer paso fue identificar las fuentes con mayor emisión de los HAP listados, definiendo a una fuente mayor como aquella que emite 10 tons por año (TPY) o más de uno de los contaminantes listados o 25 TPY o más de cualquier combinación de sustancias listadas. El administrador también tiene la facultad, si ha señalado que la usará, para designar aún fuentes más pequeñas, es decir con niveles de emisión menores a los señalados, como fuentes mayores. Además el administrador podía designar ciertas fuentes según área para control.
- Una vez que las categorías de fuentes fueron listadas<sup>7</sup>, la EPA debía desarrollar estándares tecnológicos diseñados para generar la reducción de emisiones máxima alcanzable. Estos estándares conocidos como aquellos que requieren el máximo de tecnología de control alcanzable (**MACT, Maximum Achievable Control Technology**), pueden ser distintos dependiendo si se trata de fuentes nuevas o de fuentes existentes. También pueden distinguir según si se trata de fuentes basadas en antigüedad, tamaño u otros factores. Para las fuentes por área, el estándar puede ser diferente, basado en tecnología de control generalmente disponible (**GACT, Generally Available Control Technology**). Cabe señalar que se aplican definiciones distintas al caso de los contaminantes criterio aún cuando los conceptos son los similares.
- La administración debe establecer el estándar en el nivel que a su juicio provee un amplio margen de seguridad para proteger la salud pública del contaminante peligroso.
- Los estándares tecnológicos MACT y GACT fueron diseñados para iniciar con un gran salto el sistema y garantizar reducciones significativas de emisiones tóxicas en un corto plazo. A pesar que la reducción de emisiones se ha ido cumpliendo, el Congreso ha desarrollado un elaborado Sistema para que en el largo plazo el estándar esté destinado a proteger la salud de la población. Lo anterior significa que no necesariamente los estándares MACT o GACT serían considerados suficientes en el largo plazo en términos de proteger la salud de la población a los niveles deseados, lo cual significaría que las fuentes en el futuro podrán estar sometidas a nuevas regulaciones.
- Para fuentes existentes, los estándares no deben ser menos exigentes que el control de emisiones alcanzado por el 12% de las fuentes con mejor desempeño en la categoría o subcategoría respectiva (o cinco fuentes si la categoría o subcategoría tiene menos de treinta fuentes). Cualquier fuente que halla primero instalado el nivel de emisión más bajo alcanzable (**LAER**) dentro de los 30 meses antes de la promulgación de un **MACT** o 18 meses antes de una propuesta de MACT, es excluida del universo de fuentes a comparar.

---

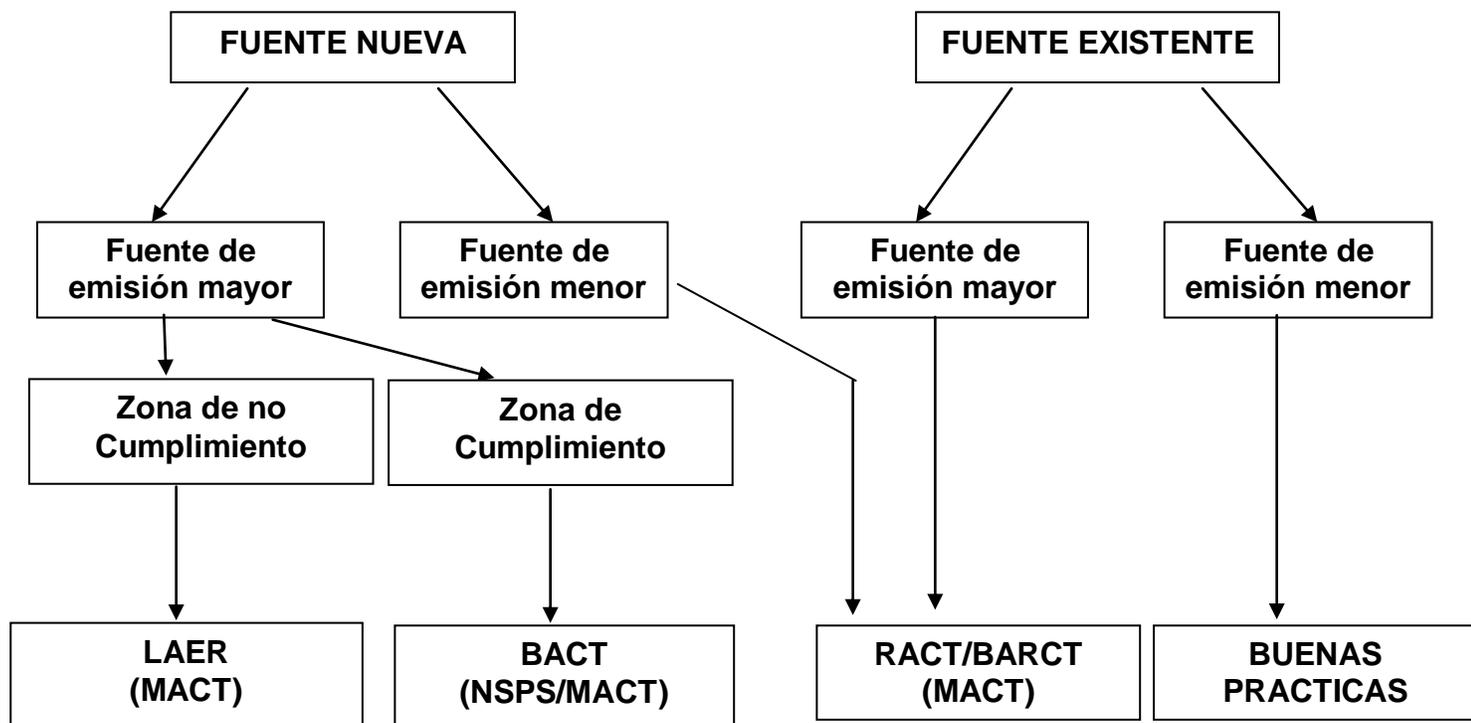
<sup>7</sup> Ver listado de categorías de fuentes listadas en punto 1.4 página 22, Anexo 5.

- La segunda fase dice relación con los llamados riesgos residuales resultantes de la aplicación de MACT. En efecto, la sección 112 (f)<sup>8</sup> establece que no más allá de seis años después de la promulgación de la enmienda al CAA de 1990 el administrador deberá investigar y reportar al congreso sobre: a) métodos para calcular riesgo a la salud de la población después de la aplicación de MACT, b) impacto desde el punto de vista de salud pública del riesgo remanente y los métodos disponibles tecnológicamente y comercialmente y costos de reducir esos riesgos, c) los actuales riesgos en la salud de las personas que viven próximas a las fuentes, incluyendo estudios epidemiológicos y otros estudios de salud, riesgos de las concentraciones background de HAP, incertidumbre de las metodologías de evaluación de riesgos de la salud, y las consecuencias negativas en la salud o en el medio ambiente de los esfuerzos destinados a reducir tales riesgos, d) recomendaciones legislativas para abordar cualquier riesgo restante.
- Los estándares deben ser promulgados para cualquier tipo de categoría de fuente que contemple una fuente de un carcinoma humano conocido, probable o posible, en que el riesgo de cáncer en el individuo más expuesto a las emisiones de la fuente es más de uno en un millón.
- Los estándares deben ser promulgados a más tardar ocho años después de la promulgación del MACT para la categoría o subcategoría, excepto para aquellas categorías o subcategorías en las cuales MACT debe fijarse luego de dos años, los estándares de riesgos residuales deben fijarse nueve años a más tardar de la promulgación del MACT.

---

<sup>8</sup> La sección 112 del Clean Air Act, se refiere a la regulación de contaminantes peligrosos para fuentes estacionarias.

Esquema resumen de la reglamentación a fuentes fijas tanto de contaminantes criterio como de contaminantes peligrosos.



### **Explicación del Cuadro.**

En el cuadro anterior se busca mostrar que los estándares que se definen dependen de la situación de la zona (cumplimiento o no cumplimiento), del tamaño de la fuente (emisión mayor o emisión menor), y si corresponde a fuente nueva o existente.

El esquema anterior es válido en general desde una perspectiva Federal. Sin embargo los estados pueden ser más estrictos.

Por ejemplo, para el Estado de los Ángeles, las fuentes existentes también deben cumplir independientemente de su tamaño, con el concepto BACT, NSPS, MACT.

Cabe señalar que MACT corresponde a una definición para contaminantes peligrosos y se aplica indistintamente en zonas de cumplimiento o de no cumplimiento, lo cual es lógico porque los contaminantes peligrosos no tienen asociado normas de calidad. En general los NESHAP, New Emisión Standard for Hazardous Air Polutants, corresponden a MACT.

Las fuentes nuevas pueden tener niveles más estrictos que las fuentes existentes. Como fuente nueva se considera también el reemplazo o la modificación de una fuente existente. BACT, NSPS, MACT, RACT, BARCT pueden diferenciar entre fuente nueva y existente y según tamaño de la fuente.

El caso más estricto corresponde a una fuente grande nueva que se instala en una zona de no cumplimiento. En este caso, la fuente tendrá una norma de emisión según el criterio LAER definido bajo un SIP para un contaminante criterio y MACT para un contaminante peligroso. Además la fuente debe obtener los respectivos créditos de emisión para evitar que la calidad del aire se deteriore.

El siguiente caso corresponde a una fuente grande nueva en una zona de cumplimiento. En este caso, la fuente deberá cumplir con la norma de emisión de nivel nacional, que corresponde al criterio BACT, equivalente a NSPS para el caso de contaminante criterio y MACT para el caso de un contaminante peligroso. Con respecto a los contaminantes criterio, además la fuente deberá cumplir con la condición de cumplir con los máximos incrementos definidos por el PSD según el tipo de zona y no superar las respectivas normas de calidad del aire, lo cual debe demostrarlo mediante monitoreo de la calidad del aire, si no se cuenta con la información disponible y modelación.

Para Fuentes Nuevas pequeñas ellas quedan sujetas a las normas de emisión nacionales que se fijan de acuerdo al criterio de RACT, Reasonable Available Control Technology. Sin embargo, cada estado puede definir una norma de emisión más estricta, sobre todo en el caso de una zona de no cumplimiento, donde el Estado respectivo bajo un SIP puede establecer una norma de emisión más estricta, es decir con criterio BACT, lo cual ocurre por ejemplo en el caso de los Ángeles.

En el caso de una fuente grande existente, ellas al menos deben cumplir con normas de emisión definidas por los Estados de Acuerdo a los criterios RACT o BARCT (Best Available Retrofit Control Technology). Ahora bien, si la fuente existente se encuentra en una zona de no cumplimiento, el Estado según su SIP, puede establecer una norma más estricta como es según BACT y aplicar un Sistema de Créditos de Emisión.

En el caso de fuentes pequeñas existentes, ellas pueden no tener normas de emisión y la fiscalización se limita a que la fuente opere según buenas prácticas, es decir, en condiciones adecuadas de funcionamiento. Sin embargo, cada estado puede también establecer normas de emisión, ya sea bajo un SIP, en el caso de una zona de no cumplimiento o según un procedimiento particular en zonas de cumplimiento.

#### 1.2.1.5 Implementación, autorización y control de la norma.

Definición de fuente estacionaria puntual.

- La definición varía de estado a estado, pero en general se define como una fuente cuyas emisiones son superiores entre 5 y 25 toneladas por año de cualquier contaminante individual.
- Toda fuente puntual requiere de un permiso de funcionamiento.

Definición de fuente estacionaria nueva.

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

- Una fuente nueva corresponde a toda nueva instalación que genere emisiones incluyendo ampliaciones o modificaciones de instalaciones existentes, aún cuando las modificaciones a las instalaciones existentes signifiquen niveles de emisión inferiores a los previos a la modificación.

#### Definición de Instalación Industrial

En general la normativa de Estados Unidos distingue por Instalación Industrial, de modo que para cada una de ellas establece las regulaciones específicas por fuente de emisión, pero además establece otros requisitos, los cuales no necesariamente corresponden a normas de emisión sino más a bien a procedimientos tanto de manejo y operación (por ejemplo condiciones de funcionamiento) como de entrega de información a la autoridad (por ejemplo a condiciones y frecuencias de entrega de mediciones).

#### Caso Contaminantes Criterio

- En el caso de fuentes existentes con anterioridad a 1970, se le entregó la responsabilidad a los estados para fijar los límites. Específicamente, el Clean Air Act ordena que cada estado debe preparar un plan de implementación “**State Implementation Plan**” **SIP**, el que debe demostrar como las fuentes existentes serían controladas. Todo el país debía cumplir con los NAAQSs para 1975 (posteriormente prorrogado para 1977, 1982, 1987, y 1988, al menos para algunos contaminantes). La EPA conservó la autoridad para rechazar los planes propuestos por los estados si estos eran inadecuados para alcanzar el cumplimiento de las metas, y en casos límites puede intervenir introduciendo controles federales para cumplir con los NAAQSs.
- Los estándares de emisión para fuentes nuevas (NSPS) es definida por el Gobierno Federal a través de la EPA.
- Los Estados pueden definir normas más estrictas que las definidas por el nivel Federal.

#### Caso HAP

- Muchos estados y gobiernos locales iniciaron sus propios programas para controlar los contaminantes peligrosos en el aire. El desarrollo de estos programas, así como en el caso de los esfuerzos federales fueron entorpecidos por la controversia respecto a los niveles de exigencia y a los criterios respectivos aplicados, los cuales han ido variando a lo largo de su desarrollo.
- Los tipos de programas varían considerablemente. Algunos consideran solo fuentes nuevas, mientras que otros incluyen a las fuentes existentes, aunque las grandes fuentes existentes en la práctica tienen estándares de emisión. Algunos están basados en concentraciones ambientales y otros establecen límites de emisión, algunos requieren evaluación de riesgos y otros no.

- Los Estados que han desarrollado sus programas generalmente han escogido una de las siguientes formas de llevarlos a cabo: política o regulación<sup>9</sup>. Los estados que han seleccionado el enfoque de la política están interesados en la flexibilidad de operación, tanto para su propio programa como también para la comunidad regulada. La flexibilidad del programa es un punto a favor considerando toda la incertidumbre vinculada a los programas de control de contaminantes peligrosos en el aire (lista de tóxicos, el riesgo en la población, diversidad de fuentes etc.)
- Aquellos estados que han escogido el camino de las regulaciones buscan un enfoque pragmático que sea exigible de la forma menos ambigua posible. Los procedimientos administrativos que sirven de base para un programa regulatorio, tales como la participación ciudadana, ofrecen a la comunidad regulada un sentido de participación en la globalidad del proceso. Algunos estados han instituido el enfoque de la política como una fase intermedia en el desarrollo de un enfoque regulatorio.
- Cada programa estatal ha tenido que lidiar con la cuestión primordial de definir qué constituye un HAP. Los estados han escogido una de dos maneras para identificar lo que quieren considerar como un HAP: una lista elaborada por el propio estado o una lista elaborada por algún organismo científico o un cuerpo con facultades reguladoras. Los estados que han desarrollado sus propias listas, lo han hecho en consideración a los tipos de sustancias peligrosas y las cantidades emitidas dentro de sus propias fronteras. Los estados que han dependido de otro cuerpo para desarrollar su lista deben confiar en el nivel de experiencia de dicho cuerpo. Dado que a nivel Federal se han desarrollado ciertas listas, las listas elaboradas en los Estados pueden basarse en las de nivel Federal, o bien incorporar criterios propios. Por otra parte, las listas elaboradas en los Estados pueden incluir información específica respecto a las fuentes de emisión de la respectiva jurisdicción.
- LA USEPA ha definido grandes fuentes de HAP como aquellas que emiten más de 10 toneladas de un contaminante al año o 25 toneladas de la combinación de contaminantes.

En Anexo N°5, se presenta una descripción detallada de los criterios normativos aplicados en Estados Unidos, tanto para los contaminantes criterio como para los contaminantes peligrosos.

## 1.2.2 Comunidad Europea

### 1.2.2.1 Principales textos normativos.

Los criterios marco bajo los cuales se establecen las normas de emisión a instalaciones

---

<sup>9</sup> El enfoque de la política se refiere a establecer limitaciones bajo un procedimiento de acuerdos con los regulados, la comunidad y el ente regulador. El enfoque de regulación corresponde más bien a establecer niveles límites de emisión sin el desarrollo de acuerdos previos, pero considerando en todo caso, los mecanismos de consulta y de discusión pertinentes a los procedimientos de la propia reglamentación.

nuevas o existentes en los países de la Comunidad Europea se definen en:

- La Directiva 84/360/CEE relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales.
- La 96/61/CE del Consejo, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

Estas directivas se encuentra en Anexo 5 punto 2.8 y punto 2.9 respectivamente.

El objetivo de la Directiva 84/360/CEE es proveer de medidas y procedimientos suplementarios dirigidos a prevenir o a reducir la contaminación atmosférica procedente de instalaciones industriales en el interior de la Comunidad, en particular, las pertenecientes a las categorías que figuran en el Anexo I de esta normativa<sup>10</sup>. Estas actividades fueron ampliadas en la Directiva 96/61/CE.

La Directiva 84/360/CEE define las principales sustancias contaminantes de la atmósfera que se tomarán obligatoriamente en consideración si son pertinentes para fijar valores límite de emisiones. éstas se enuncian en el Anexo II de esta normativa<sup>11</sup>. La lista fue ampliada en la Directiva 96/61/CE.

#### 1.2.2.2 Consideraciones generales

- Los programas de acción de las Comunidades Europeas en materia de medio ambiente de 1973 (4), 1977 (5) y 1983 (6) ponen en evidencia la importancia de la prevención y de la reducción de la contaminación atmosférica.
- El programa de acción de 1973 así como el de 1977 considera la evaluación objetiva de los riesgos que pesan sobre la salud del hombre y el medio ambiente a causa de la contaminación atmosférica, el establecimiento de objetivos de calidad así como la fijación de normas de calidad, en particular para un determinado número de contaminantes del aire considerados como los más peligrosos.
- Las disparidades entre las disposiciones en vigor en los diferentes Estados miembros o en curso de modificación por lo que se refiere a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales pueden crear unas condiciones de competencia desiguales y tener por ello una incidencia directa sobre el funcionamiento del mercado común; que, por lo tanto, es conveniente proceder en este ámbito a la aproximación de las legislaciones previstas en el artículo 100 del Tratado;
- Una de las tareas esenciales de la Comunidad es la de promover un desarrollo armonioso de las actividades económicas en el conjunto de la Comunidad y una expansión continua y equilibrada, misiones que no pueden concebirse sin una lucha contra las contaminaciones y perturbaciones ni sin la mejora de la calidad de vida y de la protección del medio ambiente.
- Las autoridades competentes deben examinar la necesidad de imponer, en determinadas

---

<sup>10</sup> Ver Anexo 5, punto 2.8, página 80.

<sup>11</sup> Ver Anexo 5, punto 2.8, página 81.

situaciones, unas condiciones suplementarias que sin embargo no ocasionen gastos excesivos a la empresa de que se trate.

### 1.2.2.3 Objetivos de las normas (Directiva 84/360/CEE)

Explícitamente, los objetivos de establecer normas de emisión similares para los países miembros que se declaran en la Directiva 84/360/CEE son los siguientes:

- Unificar criterios para evitar la competencia de las empresas en base a ventajas legislativas.
- Hacerse cargo de los efectos transfronterizos de la contaminación.
- Prevenir, reducir y, en la medida de lo posible, eliminar la contaminación, actuando preferentemente en la fuente misma, de conformidad con el principio de “quien contamina paga”.

### 1.2.2.4 Características de las normas.

- Definen los valores a ser alcanzados y plazos máximos.
- Los valores límite de emisión, los parámetros y las medidas técnicas equivalentes deberán basarse en las **mejores técnicas disponibles**, que no entrañen gastos excesivos<sup>12</sup>, **sin prescribir la utilización de una técnica o tecnología específica, y tomando en consideración las características técnicas de la instalación de que se trate, su implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente**, la naturaleza, las cantidades y la nocividad de las emisiones de que se trate.
- Debido a que las mejores técnicas disponibles variarán con el tiempo, la autoridad competente debe estar al corriente de dichos avances.

### 1.2.2.5 Implementación, autorización y control de la norma por parte de los países miembros.

- La forma y el método de implementación se deja a los Estados Miembros, lo que permite más flexibilidad para alcanzar objetivos medioambientales<sup>13</sup>.
- Existen actualmente normativas de emisión para sectores industriales particulares en los diferentes países de la CE.
- Cada país pueda definir límites más estrictos para todo o alguna parte de su territorio.
- Se requiere de una autorización previa para la explotación de las instalaciones

---

<sup>12</sup> El concepto no entrañar gastos excesivos sería equivalente al aplicado en EEUU de factibilidad técnica y económica. En los textos consultados no se encontró una definición objetiva en términos numéricos objetivos tal como es el factor de costo por unidad de reducción ya analizado en el caso de EEUU. Probablemente, la aplicación de este concepto dependerá caso a caso según los acuerdos técnicos entre los miembros de cada uno de los países que discuten los estándares respectivos.

<sup>13</sup> Los objetivos medioambientales se referirían a las normas de calidad del aire. La CE ha iniciado un proceso para definir las normas de calidad entre los países miembros de acuerdo a plazos previamente establecidos. Los países podrían definir niveles más estrictos pero no menos estrictos.

industriales que puedan ocasionar contaminación atmosférica y, asimismo, en caso de que se lleven a cabo modificaciones sustanciales de dichas instalaciones.

- Se establece que debe haber un control en conjunto para evitar las emisiones a la atmósfera, el agua y el suelo, siempre que sea practicable, tomando en consideración la gestión de los residuos, y, cuando esto no sea posible, reducirlas al mínimo, a fin de alcanzar un elevado grado de protección del medio ambiente en su conjunto.
- En el caso que una norma medioambiental exija condiciones más rigurosas que las que puedan obtenerse con la utilización de las mejores técnicas disponibles, la autorización exigirá, en particular, requisitos complementarios, sin perjuicio de otras medidas que puedan adoptarse para respetar las normas de calidad medioambiental.

### 1.2.3 Alemania

#### 1.2.3.1 Principales textos normativos.

- Federal Immission Control Law 15 marzo 1974.
- Tercera enmienda 14 marzo 1990.
- Diversas ordenanzas del Technical Instruction for Air Pollution Control (TA Luft): establecen requisitos para licencias, estándares de emisión y estándares de inmisión.

#### 1.2.3.2 Consideraciones Generales.

- Los estándares de emisión son fuertemente el foco de la política ambiental.
- Las normas de calidad ambiental han sido adoptadas solo para contaminantes tradicionales por requerimientos de Directivas de la Comunidad Europea
- Para 160 HAP individuales, se han establecido estándares de emisión basados en BAT, Best Available Technologie, concepto equivalente a BACT.
- Principio el que contamina paga. El que contamina debe ser responsable de los costos de la contaminación.
- Principio precautorio. Requiere actualización periódica de los estándares de emisión en concordancia con el estado del arte de la tecnología.
- Principio de protección. Establece estándares de calidad ambiental relacionados con el impacto de una planta en particular (llamado estándar de inmisión) para prevenir el deterioro de la calidad del aire aún cuando la planta cumpla con los estándares de emisión.

#### 1.2.3.3 Objetivos de las normas

Las normas de emisión deben cumplir los siguientes objetivos:

- **Objetivo de Prevención:** De acuerdo a principio precautorio, el estándar de emisión debe ser el mínimo posible en concordancia con el estado del arte de la tecnología y la factibilidad económica de su aplicación.
- **Objetivo de Protección:** Establece estándares de calidad ambiental relacionados con el impacto de una planta en particular (llamado estándar de inmisión) para prevenir el

deterioro de la calidad del aire aún cuando la planta cumpla con los estándares de emisión.

### **Comentario.**

Las normas de emisión se definen según el objetivo de prevención, que persigue que las fuentes emitan el mínimo posible. Este concepto se aplica también a fuentes existentes quienes de acuerdo a plazos, deben cumplir con los nuevos niveles. El objetivo de protección opera en segundo término, dentro del otorgamiento de licencias, de modo que una fuente nueva además de cumplir con el estándar de emisión, debe cumplir con un estándar de inmisión el cual se define caso a caso. Fuentes existentes también tienen definidos estándares de inmisión.

#### 1.2.3.4 Características de las normas.

- Evaluación cuantitativa de riesgos y análisis de costo beneficio no son usados en las decisiones de regulación.<sup>14</sup>
- La determinación de los niveles apropiados de estándares de emisión se realiza combinando información de emisiones, tecnologías de control, exposición, peligrosidad y costos.
- Los estándares son específicos por categoría de fuentes.
- Los HAP se agrupan en polvo inorgánico, compuestos gaseosos inorgánicos, orgánicos volátiles, carcinogénicos.
- La estrictez del estándar depende de la potencial peligrosidad del contaminante.
- Los más estrictos corresponden a sustancias no fácilmente degradables, acumulativas o altamente tóxicas tales como polihalogenados, dibenzo-dioxina, furanos y PCBs.
- Para la mayoría de las categorías de fuentes se aplica el estado del arte en tecnología de control, definido por un comité de expertos, en el cual participan profesionales tanto del área reguladora como de la regulada, así como expertos de instituciones independientes tales como centros de investigación o Universidades.
- El enfoque de estándares de emisión es complementado con valores de inmisión, dentro del procedimiento de licencias.
- Se ha desarrollado valores de inmisión para los “seriamente peligrosos a la salud”: plomo, y compuestos inorgánicos de plomo, cadmio y sus compuestos, cloruros y ácido clorhídrico.

#### 1.2.3.5 Implementación, autorización y control de la norma

- Licencias son requeridas para todas las plantas y deben cumplir con los estándares especificados en los TA Luft<sup>15</sup>.
- Las licencias deben ser consistentes con los estándares y los estados pueden solo

---

<sup>14</sup> Las razones esgrimidas son: a) no se considera posible cuantificar con precisión los riesgos ambientales atribuibles a un contaminante dado. b) los análisis de costo-beneficio pueden retardar y complicar el proceso normativo. c) las comparaciones de costo de control versus beneficios muestran que los daños ambientales por la contaminación atmosférica son tan severos que los costos se amortizan en pocos años.

<sup>15</sup> Corresponden a las Ordenanzas del Technical Instruction for Air Pollution Control.

introducir mayores exigencias o requisitos para otorgar las licencias.

- Fuentes nuevas y existentes son tratadas en un modo diferente sólo respecto a los plazos de cumplimiento.

#### 1.2.4 Francia

##### 1.2.4.1 Principales textos normativos.

- Acta del 2 de agosto de 1961, Control de la Contaminación Ambiental y abatimiento de olores. Requerimientos específicos se establecen por decretos, ordenanzas e instructivos.
- Acta de julio de 1976 de Instalaciones clasificadas para la protección del ambiente establece un esquema de licencias para instalaciones con potencial de causar daño al medio ambiente.

##### 1.2.4.2 Considerandos.

- La normativa de contaminantes peligrosos esta integrada en la normativa general de regulación ambiental.
- La política ambiental francesa considera el enfoque de BACT como el mecanismo de control más efectivo.

##### 1.2.4.3 Objetivos de las normas

- Objetivo de prevención: Minimizar las emisiones atmosféricas de un modo factible técnica y económicamente.

##### 1.2.4.4 Características de las normas.

- Se definen bajo el concepto de Mejor Tecnología Disponible que no Entrañe Costos Excesivos. Best Available Technology Not Entailing Excessive Cost (BACTNEEC). Este concepto es similar al de BACT, ya analizado en el caso de EEUU.
- Sistema de licencias puede establecer normas más estrictas que BACTNEEC.
- Sistema de cargos por emisión de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y HCl en 1985

##### 1.2.4.5 Implementación, autorización y control de la norma.

- El gobierno ha establecido una lista de 400 tipos de instalaciones que están sujetas a autorización.
- Instructivos técnicos del Ministerio del Medio Ambiente especifican los mínimos requisitos técnicos aplicables por sector industrial y define los niveles de emisión basados en BACTNEEC.
- Los instructivos técnicos aplicables a fuentes fijas clasificadas en algunos casos

establece límites de emisión para contaminantes peligrosos. Estos límites existen para los siguientes procesos específicos: asbestos, metales pesados totales, mercurio, cadmio, chromium y cromates totales, arsénico y cianide.

- Generalmente la regulación de procesos específicos considera fuentes nuevas y grandes fuentes existentes. Para este último caso permite tiempos largos para la adaptación a las nuevas normas.
- Otros textos definen provisiones especiales para emisiones muy tóxicas de fuentes de sectores específicos, en particular corresponden a incineración de PCBs por el riesgo de formación de dioxinas, reciclaje e incineración de aceites usados.
- No hay normas de calidad para HAP, y para los contaminantes criterios, se aplican los estándares de la Comunidad Europea.

### 1.2.5 Holanda

#### 1.2.5.1 Principales textos normativos.

- Acta de Administración Ambiental.
- Ordenanzas de administración general establecen los estándares de emisión.
- En 1985 el gobierno de Holanda estableció la Política Ambiental de manejo de Riesgos dentro del contexto de su política ambiental.
- El segundo plan de política ambiental NEPP2<sup>16</sup> fue adoptado en 1993 y establece la política de mediano y largo plazo. NEPP2 establece una estrategia de abatimiento nacional de la contaminación atmosférica y metas de acidificación.

#### 1.2.5.2 Consideraciones Generales.

- Hay estándares de emisión sólo para partículas, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.
- La política ambiental se ejecuta a partir de dos enfoques:
  - Política orientada a los efectos
  - Política orientada a las fuentes.
- La política orientada a los efectos se dirige a asegurar que las posibilidades de deterioros en los efectos al hombre, los ecosistemas y el medio ambiente son despreciables. La política orientada a las fuentes en cambio está orientada a prevenir la contaminación innecesaria<sup>17</sup> al medio ambiente.

---

<sup>16</sup> NEPP2 corresponde a la sigla definida para el segundo plan de política ambiental.

<sup>17</sup> A diferencia de la legislación chilena, donde se define contaminación cuando se supera el nivel definido en la norma de calidad del aire, contaminación atmosférica se define cuando está la presencia del contaminante independiente si el nivel está por sobre o por debajo del nivel definido de calidad del aire. Por lo tanto contaminación innecesaria se definiría como un nivel de contaminación mayor al alcanzable adoptando medidas de prevención, aplicando medidas tecnológicas a costos razonables.

- Independientemente de estas políticas, como regla general, la contaminación innecesaria debe ser evitada aplicando medidas tecnológicas a costos razonables.
- Dentro de la política orientada a los efectos, el gobierno de Holanda definió objetivos de calidad ambiental, en 8 temas diferentes (cambio climático, acidificación, eutroficación, dispersión, disposición, molestias, déficit de agua fresca, disipación).

#### 1.2.5.3 Objetivos de las normas

- El objetivo de la política orientada a la fuente es de prevención. En efecto, la normativa señala que se persigue determinar las categorías de fuentes que deben desarrollar esfuerzos, y dimensionar la contribución de cada uno de ellos para contribuir a los objetivos de calidad ambiental, mediante estándares de emisión definidos por la mejor tecnología disponible.

#### **Comentario.**

Se puede señalar que el enfoque orientado a la fuente, responde a un criterio de prevención en términos de minimizar las emisiones según factibilidad técnica y económica. Por esta razón se presenta el concepto de contribución para el objetivo de calidad ambiental dado que este criterio por sí sólo no puede asegurar el cumplimiento de la norma de calidad.

Por tal razón, el enfoque orientado al efecto, opera en segundo término, ya sea mediante el procedimiento de obtención de un permiso para una fuente nueva, o dentro de un análisis caso a caso entre el regulador y el regulado en el caso de una fuente existente, de modo que en ambos casos, se pueden establecer regulaciones mayores si las normas de emisión no son suficientes para lograr el objetivo de calidad.

#### 1.2.5.4 Características de las normas.

- Para fuentes existentes se calculan las reducciones esperadas y en base a acuerdos se hace un plan de reducción con los agentes afectados. Esto puede incluir medidas tales como: cambio de equipos, mejora de procesos, control en el uso de ciertas sustancias, utilizar convertidores u otras tecnologías más limpias.
- Para fuentes nuevas ellas deben instalar la mejor tecnología disponible.
- La política diferenciada entre fuentes nuevas y existentes no persigue obtener niveles distintos de exigencia, pero sí en el otorgamiento de plazos para su cumplimiento. Este enfoque es independiente al concepto de riesgo, de manera que la contaminación innecesaria debe ser evitada aplicando medidas de control. Costos y factibilidad técnica son considerados al momento de establecer el estándar de emisión, pero no se aplica un concepto de costo efectividad para determinar el nivel del estándar. La principal preocupación económica es evitar que la actividad cierre permitiendo tiempos más

holgados de cumplimiento, pero no relajando la normativa.

- El concepto de análisis de riesgos es fundamental para la política orientada a los efectos y entrega promedios numéricos para definir “condiciones de no-detrimento”. Los objetivos de calidad son preferentemente establecidos en un enfoque integral que contempla todos los aspectos ambientales al mismo tiempo (aire, agua y suelo). Para este, reciente se estableció el INS (Integrated Criteria Setting) por parte del Ministerio de Medio Ambiente.
- Bajo la política orientada a los efectos, el gobierno ha definido límites sobre los cuales los riesgos son inaceptables, máximo riesgo permisible (Maximum Permissible Risk MPR) y bajo ellos se definen niveles de riesgo no significativos (Negligible Risk NR).
- El MPR, máximo riesgo permisible considera accidentes mayores, exposición a sustancias y radiación.
- El MPR de sustancias sin nivel umbral, depende si se trata de sustancias que actúan individualmente o sustancias que actúan combinadas con otras. Si actúan combinadas entonces la probabilidad de mortalidad no debe exceder los  $10^{-5}$  por año<sup>18</sup>. Para sustancias que actúan individualmente, el MPR se ha establecido en  $10^{-6}$  por año. El NR se establece a 1% del MPR, es decir  $10^{-7}$  para las sustancias que actúan combinadamente y  $10^{-8}$  para las sustancias que actúan individualmente.
- Para las sustancias donde hay un valor umbral (usualmente son aquellos genotóxicamente carcinogénicos) el MPR es igual a la dosis o concentración a la cual no hay efectos esperados en el hombre después de la exposición.
- El MPR para ecosistemas se establece en el nivel para el cual se espera proteger el 95% de las especies. El NR se establece al 1% del MPR.
- Los límites de riesgo definidos para MPR y NR se relacionan con objetivos de calidad. El objetivo de calidad relacionado con el NR es llamado valor meta. En caso de una concentración natural de background, donde las concentraciones son mayores al NR, entonces el valor meta se ajusta hacia arriba.
- El NR se utiliza como la meta a la cual hay que llegar. Entre los límites de MPR y NR, se crea una zona gris, dentro de la cual, se deben ponderar las ventajas de la actividad involucrada contra los riesgos y desventajas envueltas. Esto se puede representar en la siguiente figura:

---

<sup>18</sup> La cifra  $10^{-5}$  significa la probabilidad de 1 en 100.000. La cifra  $10^{-6}$  significa la probabilidad de 1 en 1.000.000, etc.

Riesgos Inaceptables ( por sobre el nivel MPR)
AREA GRIS (Reducciones deseables de Riesgo, por sobre el nivel NR pero por debajo del nivel MPR)
Riesgo no Significativo (por debajo del nivel NR)

- El plan de política ambiental separa actividades existentes de actividades nuevas. Para las actividades nuevas se exige que se cumplan los límites propuestos. Para las actividades antiguas, se consideran cuidadosamente los impactos sociales antes de decidir la rapidez con que los objetivos serán cumplidos y el precio que se deberá pagar. Esta decisión se basa en un complejo proceso de negociación entre las autoridades y las fuentes que están siendo afectadas.

#### 1.2.5.5 Implementación, autorización y control de la norma por parte de los países miembros.

- El Ministerio de Vivienda, Planificación Territorial y Medio Ambiente (VROM), es responsable de todas las estrategias y políticas de control de la contaminación ambiental. VROM puede establecer estándares nacionales de emisión e implementar las directivas de la Comunidad Europea. Autoridades provinciales y municipales son responsables de controlar la calidad del aire en sus áreas respectivas. Ellos son también responsables de otorgar las licencias de funcionamiento a las plantas industriales, y de monitorear y controlar el cumplimiento. Bajo las licencias locales se pueden establecer límites de emisión más estrictos que los definidos en los estándares nacionales.

#### 1.2.6 Suecia

##### 1.2.6.1 Principales textos normativos.

- Environmental Protection Act 1969.
- Environmental Protection Ordinance 1981
- Health Protection Act 1982.
- Environmental Code, unifica los reglamentos de 15 Actas incluyendo la Environmental Protection Act y la Health Protection Act.

#### 1.2.6.2 Consideraciones Generales.

- El énfasis en el control de la contaminación del aire está dado en el control de las emisiones y en sucesivos abatimientos tomando en cuenta las condiciones de operación individuales de las plantas.
- La Ordenanza de Protección Ambiental contiene una lista de las instalaciones que requieren de una licencia.
- Los enfoques de impacto multimedia y tecnológico han logrado importantes reducciones en distintos sectores.
- Reglas de consideración general del Código Ambiental
  - Principio precautorio. Las medidas precautorias deben ser tomadas tan pronto como existen razones para asumir que puede haber perjuicio para la salud o el medio ambiente. Este principio incluye minimizar las emisiones.
  - Mejor tecnología disponible. La tecnología debe ser factible desde un punto de vista técnico y financiero. En el caso de actividades existentes debe existir un periodo de transición.

#### 1.2.6.3 Objetivos de las normas de emisión

- **Objetivo de Prevención.** Minimizar las emisiones, de acuerdo a principio precautorio.<sup>19</sup>
- **Objetivo de calidad ambiental.** Cumplir las normas de calidad del aire

#### 1.2.6.4 Características de las normas.

- Las Emisión Guidelines (límites de emisión) son establecidos por la Agencia de Protección Ambiental basados en el Best Available Technology y representa el estado del arte de las tecnologías de control. Factores de calidad ambiental con enfoque multimedia y económicos son contrapesados para otorgar las condiciones finales de operación.
- Las guías de emisión no tienen peso legal a no ser que ellas se implementen mediante permisos individuales de las plantas.

---

<sup>19</sup> El objetivo de prevención considera explícitamente el concepto de prevención en salud, definiendo la reducción sustancial del riesgo de cáncer resultante de la contaminación atmosférica a niveles de 1-10 casos de cáncer fatal por año y millón de habitantes.

- Contaminantes peligrosos de alta prioridad en Suecia son compuestos orgánicos persistentes (PCB, DDT), metales pesados (mercurio, cadmio), sustancias acidificantes, sustancias tóxicas y carcinogénicas.

#### 1.2.6.5 Implementación, autorización y control de la norma.

- En el nivel nacional, la Agencia de Protección Ambiental considera las emisiones de aire, agua, residuos y ruido. La administración del condado tiene las mismas responsabilidades a nivel regional.
- El National Licensing Board for Environmental Protection, mantiene la información de las instalaciones que operan bajo licencias y otorga las licencias a las fuentes mayores. Para fuentes menores, es la administración del Condado la responsable de otorgar las licencias de operación.

#### 1.2.7 SUIZA.

##### 1.2.7.1 Principales textos normativos

- Ley sobre Protección Medioambiental, de Octubre de 1983, es la ley básica sobre contaminación atmosférica a nivel nacional, que permite al gobierno establecer estándares de emisión.
- Ordinance on Air Pollution Control (OAPC), Ordenanza sobre el Control de la Contaminación Atmosférica, del 16 de diciembre de 1985, que establece los estándares actuales de emisión y que fue modificada el año 1991 y el año 1997.

##### 1.2.7.2 Consideraciones Generales

- El propósito de la OAPC es “proteger a los seres humanos, animales, plantas, sus comunidades biológicas y hábitats, y el suelo, contra los efectos adversos causados por la contaminación atmosférica”.
- La OAPC contempla medidas preventivas para limitar las emisiones de instalaciones que contaminan el aire tales como: controlar la incineración al aire libre, establecer requerimientos a los combustibles, definir la carga máxima de contaminación atmosférica (estándares de calidad), establecer procedimientos a ser seguidos si los niveles de contaminación atmosférica son excesivos.
- La legislación Suiza contempla un enfoque de dos pasos: la reducción de las emisiones de las fuentes de acuerdo al estado de la tecnología y la estabilidad económica, y como segundo paso una reducción posterior de emisiones en donde se sobrepasen las normas de calidad ambiental. Este segundo paso debe ser implementado por las autoridades locales.

### 1.2.7.3 Objetivos de las normas

- **Objetivo de Prevención:** Reducir las emisiones de las fuentes de acuerdo al estado de la tecnología y la estabilidad económica.
- **Objetivo de calidad ambiental:** Reducción mayor de emisiones hasta lograr los objetivos de calidad del aire, en zonas donde se supere la norma de calidad del aire.

#### **Comentario:**

Las normas de emisión las establece el nivel nacional. Si ellas no bastan para cumplir con las normas de calidad del aire, son las autoridades locales quienes deben establecer las exigencias adicionales para cumplir con el objetivo de calidad ambiental.

### 1.2.7.4 Características de las normas

#### Respecto a normas de calidad

- No existe la distinción entre normas primarias y secundarias. Se utiliza el criterio del estándar más exigente. Esto significa que una norma de calidad establece como límite superior el mínimo entre el estándar de daño a las personas y el estándar de daño al medio ambiente.

#### Respecto a las normas de emisión

- La ley está orientada tanto a la fuente (a través de normas de emisión), como al efecto (normas de calidad). Para consolidar estos elementos se utiliza una aproximación en dos etapas (ver Esquema N°1):
- Primera etapa: medidas preventivas deben ser aplicadas a las fuentes, independiente de la contaminación ambiental existente. Las emisiones deben ser limitadas por medidas preventivas técnicas y operativas, hasta donde lo permitan las condiciones técnicas y operativas sin incurrir en costos excesivos (< 10% de la inversión).
- Segunda etapa: es accionada por la calidad local del aire. Las medidas preventivas son fortalecidas y/o apoyadas por medidas adicionales si los estándares de calidad ambiental contenidos en la Ordenanza de Control de la Contaminación Atmosférica son excedidos. En ésta etapa la protección del hombre y su medio ambiente son la prioridad, por sobre consideraciones económicas.
- Si las excedencias de los estándares de calidad ambiental son causadas por una fuente, se procede a limitar sus emisiones hasta cumplir con la norma de calidad. Si las excedencias son causadas por más de una fuente los Cantones deben elaborar Planes de Acción, donde se sugieren diferentes medidas para reducir los impactos de la

contaminación.

- Las normas de emisión no hacen distinción entre fuentes nuevas o existentes, ambas deben someterse al mismo estándar, pero las fuentes existentes tienen un plazo, en general de 5 años.
- Como regla general se establece un plazo de cinco años a las fuentes fijas existentes para alcanzar los nuevos límites pero los plazos son flexibles.
- La autoridad puede conceder una concesión a petición del afectado, si demuestra que es técnica u operativamente imposible o económicamente inaceptable cumplir con la nueva norma.<sup>20</sup>
- Las fuentes fijas nuevas tienen límites de emisión preventivos definidos dentro de los anexos 1 a 4 del OAPC.
  - Existen límites preventivos generales para todas las instalaciones, límites adicionales o diferentes para instalaciones específicas, también para fuentes de combustión, normas de aprobación de tipo de instalación para instalaciones de combustión pequeñas, requerimientos para combustibles, altura de chimeneas y estándares de calidad ambiental.

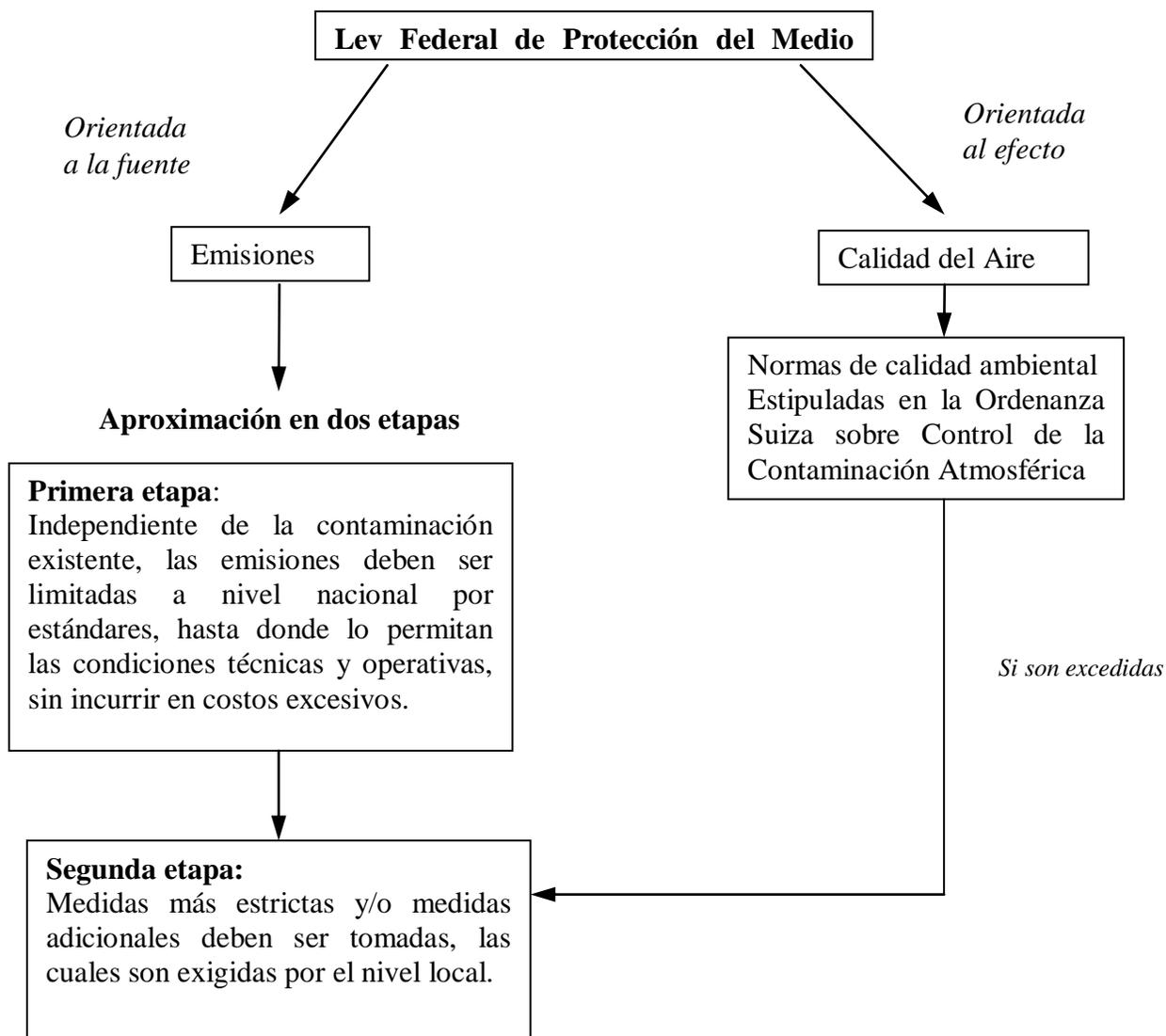
#### 1.2.7.5 Implementación, autorización y control de la norma

- La responsabilidad en el control de la contaminación atmosférica es compartida entre el Gobierno Nacional y los Cantones. El Gobierno Nacional tiene poder para introducir estándares de emisión, y los Cantones también pueden introducir estándares en zonas especialmente contaminadas.
- La Federal Office of Environment, Forest and Landscape (parte del Ministerio del Interior) tiene la principal responsabilidad en el control y fiscalización de las regulaciones de contaminación atmosférica. Algunos Cantones han establecido servicios de protección del aire para preocuparse de los controles locales de la contaminación atmosférica.
- Cualquiera que quisiera operar o construir una instalación que causa contaminación atmosférica deberá entregar a las autoridades una declaración de emisiones.
- El monitoreo de las emisiones queda a cargo de las fuentes y el monitoreo de la calidad ambiental a cargo del estado.

---

<sup>20</sup> Ver artículo 11 OAPC del 16 de diciembre de 1985 actualizado al 3 de febrero de 1998. Los términos "...demuestra que es técnica u operativamente imposible o económicamente inaceptable cumplir con la nueva norma..." corresponden a una traducción textual de este artículo.

### Esquema N°1: Proceso Normativo Suizo



## 1.2.8 ESPAÑA

### 1.2.8.1 Principales textos normativos.

Las normas generales y sectoriales más relevantes en España son:

- Según la Constitución de 1978 del Estado, otorga amplia distribución territorial de poder. Su Artículo 45 establece el derecho del individuo a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona.
- La Ley 38/1972 (RCL 1972/2400) el decreto 833/1975, de 6 de Febrero (RCL 1975/820, 1157 y ApNDL 1975-85, 29529, establece los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera y distintos tipos de intervención para la corrección de las situaciones en las que pueda resultar alterada la calidad del aire.
- El Real Decreto 1613/1985, de 1 de Agosto, que modifica parcialmente el Decreto anterior, y se establecen nuevas normas de calidad en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas.
- Comunidades Europeas en 1986 (RCL 1986/2 y ApNDL 1975-85, 26439, España incorpora a su ordenamiento jurídico las Directivas Comunitarias que se aprueban en el Consejo de la CEE.
- Real Decreto 1154/1986, de 11 de Abril, sobre normas de calidad del ambiente: Declaración por el Gobierno de zonas de atmósfera contaminada, se establece que la competencia para declarar y delimitar las zonas de atmósfera contaminada corresponde a las Comunidades Autónomas.
- Real Decreto 717/1987, de 27 de Mayo, que modifica parcialmente el Decreto 833/1975, estableciendo nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de nitrógeno y plomo.
- Directiva 88/609/CEE, de 24 de noviembre de 1988 (LCEur 1988/1587), tratamiento diferente instalaciones de combustión existentes y a las nuevas.
- Real Decreto 646/1991, de 22 de Abril, que limita las emisiones procedentes de las grandes instalaciones de combustión cuya potencia térmica sea igual o superior a 50 MW (para cualquier combustible: sólido, líquido o gaseoso).
- El anterior decreto, fue modificado por el Real Decreto 1800/1995, de 3 de Noviembre, que sustituye el anexo III del primero estableciendo nuevos valores límites de emisión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) de las nuevas instalaciones de combustión, y además fija las condiciones para el control de los límites de emisión de SO<sub>2</sub> en la actividad del refino de petróleo.
- Real Decreto 1321/1992, de 30 de Octubre, que establece normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas
- Real Decreto 1800/1995 de 3 de noviembre. Limitación de las emisiones de SO<sub>2</sub> en actividad de refino de petróleo.
- Resolución de la Dirección General de Industria y Energía de actualización de emisiones atmosféricas, julio 1997.

#### 1.2.8.2 Consideraciones Generales.

- La normativa de emisiones y de calidad en España se ha ido modificando y adecuando para cumplir con las directrices del Consejo de la CEE y el Convenio de Ginebra sobre la contaminación transfronteriza a larga distancia.
- La protección del ambiente atmosférico se ejecuta a partir de:
  - a) Control de Calidad del aire. Para esto existen normas de calidad del aire y redes de vigilancia de los niveles de calidad del aire.
  - b) Control de Emisiones. Para esto existen normas de emisión de las principales actividades industriales potencialmente contaminantes, respecto a material particulado, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub>, en instalaciones nuevas y existentes.
  - c) Plan Energético Nacional (1991-2000). En el se establecen reducciones para el año 2000 del SO<sub>2</sub> (en un 42 % respecto al nivel de 1980), NO<sub>x</sub> (en un 21% respecto al nivel de 1988), los COV (en un 30% respecto al nivel de 1988) y limitar el crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> entre 1990 y el 2000 en un 25 %.

El Real Decreto 646/1991 establece:

- Concretar en medidas operativas el espíritu de los programas de acción de las Comunidades Europeas en materia de medio ambiente y el interés del Consejo en lograr reducir, en su origen, la contaminación atmosférica en general y la transfronteriza en particular.
- Específicamente se pretende reducir las emisiones de contaminantes acidificantes y de precursores de ozono, que se desplazan en distancias muy largas, son nocivos para la salud humana y provocan episodios y depósitos de ozono troposférico en forma de “lluvia ácida”.

#### 1.2.8.3 Objetivos de las normas de emisión.

- **Objetivo de prevención:** Reducir en su origen la contaminación atmosférica en general y la transfronteriza en particular.
- **Objetivo de calidad ambiental:** Reducción mayor de emisiones hasta lograr los objetivos de calidad del aire, en zonas donde se supere la norma de calidad del aire.

#### **Comentario.**

El Estado se reserva la competencia básica en materia de Medio Ambiente, estableciendo las respectivas normas de emisión de validez nacional. Las Comunidades Autónomas (CCAA) pueden asumir, a través de sus respectivos Estatutos de Autonomía, medidas adicionales de protección, en particular si se superan las normas de calidad del aire.

#### 1.2.8.4 Características de las normas de emisión.

- No han sido normados otros parámetros de emisión aparte del material particulado, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.
- Aplica el principio del que contamina paga. Es decir, el que contamina debe ser responsable de los costos de la contaminación.
- Fuentes nuevas y existentes tienen estándares de emisión diferentes, como también para los distintos tipos de combustibles usados: sólidos, líquidos y gaseosos.
- Aplica el principio de Protección ambiental, al establecer estándares para la calidad del aire.

Según Real Decreto 646/1991:

- Se introducen dos modificaciones principales en la legislación de España: Por una parte, el máximo global de emisiones que se establece para las instalaciones existentes es un concepto que no figura en la normativa española. Por otra, se fijan nuevos límites de emisión específicos para las nuevas instalaciones.
- Se da un tratamiento diferente a las instalaciones de combustión existentes y a las nuevas.
- Para las instalaciones existentes se establece que la suma de todas las emisiones anuales no deberá sobrepasar los valores que se establecen en la Directiva, siendo competencia de cada Estado la determinación de las medidas y de las instalaciones más adecuadas en cada momento para no rebasar esos máximos.
- Para las instalaciones nuevas, no se fijan límites globales, sino específicos en términos de concentraciones, que no deberán ser superados por cada una de las instalaciones, o, en determinados casos, se establecen tasas de desulfuración específicas.

#### 1.2.8.5 Implementación, autorización y control de la norma.

- El Ministerio de Industria, Comercio y Turismo debe establecer un inventario de las emisiones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> procedentes de las instalaciones existentes, instalación por instalación, para aquellas por encima de los 3000 MW térmicos, para las refinerías, y en general para las instalaciones de combustión a las que se aplique el Real D 646/1991, de 22 de Abril.
- La Constitución de 1978 establece la distribución de competencias ambientales entre el Estado y las Comunidades Autónomas. Las Comunidades pueden asumir competencia sobre la gestión en protección del medio ambiente y ordenación del territorio. El Estado tiene competencia exclusiva sobre la legislación básica de protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas de establecer normas adicionales de protección ambiental.
- Lo anterior comporta que no exista uniformidad entre ambos niveles administrativos, primándose según los casos, determinadas políticas y acciones en el marco competencial de desarrollo de medidas adicionales de protección o simplemente

ejecutivas de la normativa comunitaria, y la que se considera como estatal básico.

- La fiscalización de implementación de las normas de emisión se realiza a través de las Comunidades Autónomas, pero la elaboración de la normativa básica es competencia exclusiva del Estado.
- El control de la calidad atmosférica se realiza a través de redes gestionadas por el Estado y otras gestionadas por las Comunidades Autónomas.
- La contaminación atmosférica se controla a través de:
  - a) La Red Española de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica a nivel regional que está integrada en el Programa EMEP (European Monitoring Evaluation Programme), nacido del Convenio de Ginebra sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia y en la Red BAPMoN (Background Air Pollution Monitoring Network), del Programa para la Vigilancia de la Atmósfera Global de la Organización Meteorológica Mundial.
  - b) Las redes de vigilancia y calidad de la contaminación atmosférica gestionadas por las Comunidades Autónomas y por los municipios superiores a 50.000 habitantes con competencia ambiental.
- La principal institución responsable del control de la contaminación ambiental a nivel nacional es el Ministerio del Medio Ambiente, quien prepara legislación básica, coordina con otros departamentos de estado, las regiones y la CE.
- España se distribuye en diversas Comunidades Autónomas (CCAA). El Estado se reserva la competencia básica en materia de Medio Ambiente y la CCAA pueden asumir, a través de sus respectivos Estatutos de Autonomía, medidas adicionales de protección.
- En las instalaciones existentes, el órgano donde resida la competencia sustantiva para su autorización establecerá programas adecuados tendentes a la progresiva reducción de las emisiones anuales totales procedentes de las mismas. Además de la fijación de un calendario, los programas incluirán los procedimientos de aplicación.

## 1.2.9 JAPON

### 1.2.9.1 Principales textos normativos

- Ley de Control de la contaminación del Aire. Establecida en 1968 (modificada y actualizada posteriormente) regula los contaminantes atmosféricos tales como particulado y humos en general, y en forma específica el particulado que contiene sustancias consideradas como peligrosas para la salud de la población.

### 1.2.9.2 Consideraciones Generales

- Existen incentivos y desincentivos financieros utilizados como herramientas para llevar a cabo la política ambiental del país. Se entregan subsidios tales como créditos especiales, aportes directos (grants) y concesiones tributarias para apoyar a las empresas en el área ambiental. Por otra parte, las empresas contaminantes deberán soportar los costos de las mediciones medio ambientales públicas y deberán compensar a las personas afectadas por los contaminantes generados por ellas.

- Utilización de acuerdos voluntarios entre entes públicos y empresas, también se ha constituido en un instrumento de apoyo al control de la contaminación. Se han logrado reducciones de la emisiones por debajo de la norma, situación que ha servido a las empresas como un importante argumento comercial.
- Los estándares de emisión son parte de la implementación de una política ambiental para el control de la contaminación del aire en fuentes fijas y móviles.

#### 1.2.9.3 Objetivo de la norma

- **Objetivo de Prevención:** El estándar de emisión debe ser el mínimo posible en concordancia con el estado del arte de la tecnología y la factibilidad económica de su aplicación, lo cual explica que los límites se han ido reduciendo a lo largo de tiempo. Mediante acuerdos voluntarios entre entes públicos y privados, se pueden convenir reducciones más allá de las definidas por la norma.
- **Objetivo de Calidad Ambiental:** Las empresas deben monitorear la calidad del aire en los límites más allá de su predio y deben efectuar las acciones pertinentes para cumplir las normas de calidad del aire. En el caso que la fuente es afectada por más de una zona, opera en primera instancia el mecanismo de acuerdo entre públicos y privados<sup>21</sup>. En segunda instancia, es el ente regulador el que establece las exigencias adicionales caso a caso para asegurar el cumplimiento de las normas respectivas.

#### **Comentario.**

Empresas con actividades industriales que causen contaminación atmosférica que afecte adversamente la salud de la población deben compensar las víctimas por el daño incurrido. El daño debe ser previamente comprobado. En el caso de un contaminante criterio no podría haber daño si hay cumplimiento de la norma de calidad, por lo tanto el daño podría comprobarse en caso de generar niveles de emisión superiores a la norma o generar emisiones de un contaminante peligroso.

#### 1.2.9.4 Características de la normas

- La norma considera la diversidad de instalaciones generadoras. Se regula las emisiones en función del tipo, tamaño y ubicación de las empresas generadoras.
- Define o diferencia entre tipos de particulado. Considera uno general y otro específico. Para el primero las regulaciones consideran la estructura, operación y mantención de las instalaciones generadoras, en cambio para el segundo, se establecieron estándares específicos, en función de concentraciones máximas permisibles, medidas en los límites de la propiedad o establecimiento industrial. Esto último se debe a los efectos dañinos

---

<sup>21</sup> Más de 37.000 acuerdos se han establecido a 1993. Este sistema ha motivado la implementación de límites de emisión cada vez más estrictos y el avance de las tecnologías de control. A la vez existen 34 planes de prevención establecidos por las prefecturas. (OECD 1994).

que tiene el particulado específico (por ejemplo metales pesados) sobre la salud de la población. Uno de los contaminantes regulados como material particulado específico corresponde al asbesto.

- Actualmente, el principal particulado específico regulado corresponde al asbesto. El estándar para el asbesto fue establecido en 10 fibras/litros, para lo cual se consideró los efectos sobre la salud y la tecnología de control de la contaminación disponible.
- Regula en forma especial las emisiones (humos y hollín) que contienen sustancias peligrosas. Los siguientes compuestos han sido definidos como sustancias peligrosas:
  - Cadmio y sus compuestos
  - Cloro y ácido clorhídrico
  - Flúor, ácido fluorhídrico y silicato de flúor
  - Plomo y sus compuestos
  - Óxidos de Nitrógeno
- Los límites máximos permitidos han ido disminuyendo en el transcurso de los años, paulatinamente. Considera el principio de gradualidad en el proceso de control de la contaminación atmosférica.
- Se realizan programas de monitoreo selectivo sobre contaminantes peligrosos en el aire (mercurio, asbestos, dioxinas y formaldehído) y a través del análisis de los resultados se toman medidas de control más específicas. Existe un proceso de investigación de los contaminantes, antes de emprender algún tipo de acción correctiva o preventiva.
- Considera medidas en caso de accidentes que involucren descargas de sustancias contaminantes, especialmente respecto al monitoreo posterior.

#### 1.2.9.5 Implementación, autorización y control de la norma.

- La publicación de listados de empresas que no cumplen con la norma ha sido un procedimiento eficaz para el control del cumplimiento. La presión pública y el negativo efecto sobre la imagen de las empresas, las conduce a tomar medidas con el propósito de dar cumplimiento a lo dispuesto por la normativa ambiental.
- Para instalar o modificar una operación que involucre la descarga de particulado específico, se debe entregar un reporte a la gobernación concerniente, de acuerdo a lo estipulado por la norma. La gobernación puede ordenar el cierre o modificación de lo planeado en un plazo de 60 días después de recibido el reporte, si su análisis (estimaciones) indica el incumplimiento de los estándares.

- Las gobernaciones tienen la facultad de ordenar la mejora de la estructura, método de operación, disposición o dispersión de particulado específico, si observa incumplimiento de los estándares.
- Todo operador de una instalación generadora de emisiones tiene la obligación de medir el particulado específico, en los límites de su propiedad.

## 1.2.10 CANADA

### 1.2.10.1 Principales textos normativos

#### Normativa internacional

Canadá es parte de la siguiente normativa internacional respecto a la contaminación del aire:

- Protocolo de Montreal, relativo al control de las sustancias que destruyen el ozono.
- La convención de las Naciones Unidas sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza de Largo Alcance (LRTAP en inglés), la que contiene cinco protocolos que apuntan a reducir la lluvia ácida transfronteriza y el smog a través del control de emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y VOCs.
- Acuerdo de Calidad del Aire de 1991, con EEUU, que pretende establecer “un instrumento práctico y efectivo para hacerse cargo de la preocupación compartida sobre contaminación transfronteriza”.
- Otros acuerdos menores

#### Normativa Nacional

Los principales textos federales a través de los cuales se maneja la calidad del aire son:

- Acta de Protección Medioambiental de Canadá de 1988 (CEPA: Canadian Environmental Protection Act). Controla la calidad de los combustibles, químicos tóxicos, metales pesados, y los contaminantes orgánicos persistentes; establece objetivos de calidad ambiental para contaminantes comunes como ozono, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> y permite el establecimiento de directrices nacionales de emisión para las fuentes de contaminación más relevantes como plantas termoeléctricas.
- El “Canadian Environmental Protection Act” (CEPA) 1988, consolida la legislación medioambiental en un estatuto. La entrega al Ministro Federal de Medio Ambiente el poder de establecer regulaciones y guías sobre la calidad del Medio Ambiente. En 1993, *Emisiones de Generadores Térmicos – Guías Nacionales para Fuentes Fijas Nuevas*, tomadas en cuenta originalmente en 1981 bajo la “Clean Air Act”, fueron

retomadas bajo la CEPA. Estas ha sido adoptadas por muchas provincias. La CEPA está actualmente bajo revisión – los cambios incluyen un aumento del énfasis en la prevención de la contaminación y fiscalización de regulaciones.

- Acta de Protección Medioambiental de Canadá de 1999 donde se entrega al Gobierno de Canadá nuevas herramientas de control y poderes para reducir la contaminación y para eliminar y regular las emisiones de productos tóxicos.
- Acta de Pesticidas, que regula los pesticidas y su uso.
- Acta de Seguridad de Vehículos Motorizados.

#### Normativa provincial

Cada provincia tiene reglamentos que permiten el establecimiento de estándares de emisión, por ejemplo:

- Alberta: “Environmental Protection and Enhancement Act” 1992;
- Nova Scotia: “Environment Protection Act”, 1989;
- Ontario: “Environment Protection Act”; “Regulation 355”, 1990; “Regulation” 346, 1990;
- Saskatchewan: “Clean Air Amendment Act” 1989;
- New Brunswick: “Clean Environment Act” 1973; “Air Quality Regulation”.

#### 1.2.10.2 Consideraciones Generales

- El gobierno de Canadá está comprometido en tomar acciones que tengan beneficios en el corto plazo, y en establecer una agenda de largo plazo que signifique aire limpio para nuevas generaciones.
- La calidad del aire está siendo lograda a través de las acciones en: transporte de emisiones, emisiones transfronterizas, emisiones industriales y ciencia, junto a incentivos a las diversas medidas que pueden ser tomadas a nivel de corporaciones y por individuos.
- Se han firmado diversos protocolos para disminuir las emisiones totales de SO<sub>2</sub>.
- El PM menor o igual a 10 micrones ha sido declarado tóxico bajo la CEPA. Como resultado, objetivos de reducción específicos con plazos serán entregados a los sectores industriales clave.
- En el Acta de Protección Medioambiental de Canadá de 1999 se establece que “la protección del medioambiente es esencial para el bienestar de los Canadienses **y el propósito principal de esta acta es contribuir al desarrollo sostenible a través de la prevención de la contaminación**”. La declaración disminuye la importancia

establecida por el Gobierno de Canadá sobre en la prevención del daño al medioambiente y se concentra en el concepto de desarrollo sostenible.

- Existe un nuevo énfasis en la prevención de la contaminación y en el control de las regulaciones: “La estrategia de protección medioambiental del Gobierno de Canadá es conducida por una visión de desarrollo económico ambientalmente sustentable. Esta visión depende en un medio ambiente limpio y saludable y fuerte y saludable económicamente. Mediante la prevención de la creación de contaminantes y desechos se protege el medio ambiente desde el inicio. Incrementando la eficiencia productiva, evitando accidentes y reduciendo los costos no productivos de tratamiento y disposición se hace una economía más eficiente y competitiva”.

#### 1.2.10.3 Objetivos de las Normas

- **Objetivo de Prevención:** Reducir las emisiones de las fuentes de acuerdo al estado de la tecnología y una visión de desarrollo económico ambientalmente sustentable.

#### **Comentario.**

El cumplimiento de las normas de calidad del aire y la estimulación de “buenas prácticas” se desarrolla a través del uso de enfoques no-regulatorios para complementar los métodos de regulación tradicionales.

#### 1.2.10.4 Características de las normas

- El Gobierno Federal sólo ha establecido estándares de emisión para un pequeño número de contaminantes peligrosos, para los demás la aproximación ha sido establecer directrices nacionales.
- Las directrices se basan en los procesos y tecnologías que son “el estado del arte”<sup>22</sup>.

#### 1.2.10.5 Implementación, autorización y control de la norma por parte de los países miembros

- La responsabilidades de las regulaciones medioambientales están divididas entre las autoridades Federales y las Provinciales. Las autoridades provinciales generalmente toman responsabilidad de la fiscalización de los requerimientos, desarrollo de los requerimientos para las fuentes existentes, y los permisos de fuentes nuevas. En todas las provincias y territorios las regulaciones se basan principalmente en el control de fuentes fijas, especialmente de industrias y plantas termoeléctricas. El Gobierno Federal es responsable de las materias que dicen relación con el control de los contaminantes transfronterizos del aire, desarrollo de lineamientos nacionales de emisión para fuentes fijas nuevas, y la regulación de las sustancias tóxicas y las fuentes móviles.

---

<sup>22</sup> UNECE, 1995.

- El Gobierno Federal tiene el poder de establecer estándares de emisión o directrices exigibles.
- La mayoría de la normativa de control de la contaminación atmosférica y, por lo tanto, la fiscalización, se lleva a cabo en el nivel provincial.
- En prácticamente todas las provincias y territorios, la legislación o regulación requiere que los dueños u operadores de instalaciones industriales obtengan permisos de operación que pueden contener límites de emisión o requerimientos para todos los contaminantes atmosféricos.
- Límites de emisión y requerimientos son establecidos comúnmente para los contaminantes ambientales comunes, como SO<sub>2</sub> y partículas, y metales pesados como plomo y cadmio. Las emisiones de contaminantes orgánico persistentes son controlados cuando corresponde. Además la mayoría de las provincias y territorios tienen legislación sobre pesticidas.
- Canadá ha promovido el cumplimiento de los requerimiento de calidad del aire y estimulado las “buenas prácticas” a través del uso de enfoques no-regulatorios para complementar los métodos de regulación tradicionales.
- El parlamento ha hecho materia de ley que la fiscalización del CEPA 1999 debe ser justa, predecible y consistente, de modo de facilitar su adopción.

## 1.2.11 BRASIL

### 1.2.11.1 Principales textos normativos

- Resolución del Consejo Nacional del Medio Ambiente N° 008 del 06 de Diciembre de 1990. Establece, a nivel nacional, los límites máximos de emisión de contaminantes al aire para procesos de combustión externos, en fuentes fijas nuevas con potencias nominales de 70 MW o superiores.
- Esta norma expresa explícitamente el objetivo de “Constituirse en un instrumento eficaz para el control de la contaminación atmosférica”.

### 1.2.11.2 Consideraciones Generales

- Existe un Programa Nacional de Control de la Calidad del Aire que tiene por objetivo la protección de la salud de la población y mejorar la calidad de vida. Para lo anterior, se plantea establecer límites de emisión y padrones de calidad del aire en función de la siguiente zonificación (clasificación del suelo):
  - CLASE 1: áreas de preservación tales como Parques Nacionales o Estatales, Reservas Ecológicas, Estancias Hidrominerales e Hidrotermales. La calidad del aire de estas áreas debe ser mantenida (en general se prohíbe el establecimiento de fuentes de emisión en estas áreas).

- CLASE 2: área donde el nivel de deterioro de la calidad del aire deberá ser limitado por padrones de calidad del aire secundario (efecto sobre la salud de la población es menor)
- CLASE 3: área de desenvolvimiento donde el nivel de deterioro de la calidad del aire debe ser limitado por padrones de calidad del aire primarios.
- Padrones primarios regulan la calidad del aire cuando la concentración de contaminante puede afectar la salud de la población o dañar el medio ambiente en general. Padrones secundarios regulan la calidad del aire cuando el efecto sobre la población es menor.
- La norma de calidad del aire (N°348 del 14 de Marzo de 1990), dispone padrones de calidad del aire en función de las concentraciones de contaminantes atmosféricos. Esta considera límites para los siguientes contaminantes: partículas totales en suspensión, humos, partículas inalables, dióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono, dióxido de nitrógeno.

#### 1.2.11.3 Objetivo de la norma

- **Objetivo de calidad ambiental:** Los límites de emisión son diferenciados en función del uso de suelo (Clase I, II y III).

#### 1.2.11.4 Características de la norma

- Establece límites diferenciados en función del uso de suelo (clases I, II, III).
- Regula (o limita) las emisiones de partículas totales, densidad colorimétrica<sup>23</sup> y dióxido de azufre, principalmente. También, se considera los niveles de consumo de petróleo.
- Considera la revisión de los límites en forma periódica (cada cinco años), a excepción de la primera revisión, la cual se debe realizar en un plazo más corto (2 años), a partir de la promulgación de esta primera norma.

#### 1.2.11.5 Implementación, autorización y control de la norma .

- Las fuentes nuevas requieren de una licencia que debe ser otorgada por el órgano ambiental licenciador.
- La verificación del cumplimiento de la norma podrá realizarla el órgano ambiental licenciador o una empresa autorizada (licenciada).

---

<sup>23</sup> Equivale al concepto de opacidad aplicado en Chile.

## 1.2.12 MEXICO

### 1.2.12.1 Principales textos normativos

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que sentó las bases para la publicación de las primeras Normas Técnicas Ecológicas
- Ley Federal de Metrología y Normalización, de 1992, que establece los mecanismos de la elaboración y aprobación de normas oficiales mexicanas.
- Norma Oficial Mexicana (NOM) 085, que regula las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y partículas de los procesos de combustión.
- Programa de Normalización Ambiental Industrial 1997-2000

### 1.2.12.2 Objetivos de las Normas

- Permitir a la autoridad el establecer límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a diferentes medios, y condiciones para su verificación.
- Desempeñar un papel fundamental en la generación de certidumbre jurídica y promover el cambio tecnológico.
- Ofrecer un horizonte de certidumbre a la actividad productiva, sobre los proyectos e intenciones de regulación normativa para los próximos años, para que con ello, las empresas puedan planear inversiones e iniciativas a través de un proceso adaptativo a mediano plazo.

### 1.2.12.3 Consideraciones Generales

- En aquellos casos en que los límites de emisión deban ser diferenciados entre industrias por la naturaleza muy específica del tipo de proceso o de los compuestos usados se deberá, si ello es posible, determinar una norma general mínima y cumplible por todos los agentes, y solucionar problemas particulares a través de normas voluntarias.
- Se incorpora de manera explícita la creación de un mercado de certificados de emisión de SO<sub>2</sub> en zonas críticas y se plantean metas coordinadas con la disponibilidad de combustibles.<sup>24</sup>
- Se deberá analizar la conveniencia de crear burbujas regionales<sup>25</sup> y mercados de certificados de emisión.

### 1.2.12.4 Características de las normas

---

<sup>24</sup> La disponibilidad de combustibles se refiere a combustibles de mejor calidad, de modo que las metas de reducción se establecen acordes con la disponibilidad de ellos.

<sup>25</sup> Se refiere al área donde se establece el mercado de certificados de emisión. A cada “burbuja”, se le establece un máximo nivel de emisiones que puede ser transado sólo por fuentes que pertenecen a esta zona.

- Regular las emisiones de proceso atendiendo a las necesidades de las cuencas atmosféricas y no a las características tecnológicas. Esto se traduce en que para otros procesos diferentes a la combustión se deberán establecer límites diferenciados entre zonas críticas y el resto del territorio nacional. Se deberá analizar la conveniencia de crear burbujas regionales y mercados de certificados de emisión.
- Se impulsa la adaptación a las circunstancias mexicanas de la mejor tecnología de control postproductivo (*al final del tubo*) disponible.
- Se establecen límites regionales diferentes y se consideran plazos de cumplimiento. Los límites regionales dependen del nivel de calidad del aire existente, por otro lado los plazos se determinan para las fuentes existentes, las fuentes nuevas tienen límites establecidos.
- Deben desarrollarse bajo la perspectiva de incluir aspectos ambientales de la operación de las empresas que pueden ser objeto de regulación con criterios de costo/efectividad.

#### 1.2.12.5 Implementación, autorización y control de la norma

- Se deberán buscar mecanismos ágiles de incorporación de los métodos de medición nuevos a los métodos de observancia obligatoria<sup>26</sup> contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas. Esto de manera de obtener mejores mediciones a menor costo.
- La Secretaría de Desarrollo Social por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como los Gobiernos del Distrito Federal, de las entidades federativas y, en su caso, de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, vigilarán el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana 085.

#### 1.2.13 Conclusiones a extraer de la experiencia internacional.

Para facilitar el análisis, se presenta una tabla resumen respecto a los objetivos definidos para las normas de emisión según los distintos países analizados.

---

<sup>26</sup> Corresponde al procedimiento que debe cumplir el ente regulado para demostrar el cumplimiento de la normayiva.

**Tabla 1.2.1 Análisis respecto a los objetivos de las normas de emisión en distintos países**

Principales Objetivos de las Normas de Emisión		País	Comentario.
Objetivo de Calidad Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar la calidad del aire en aquellas áreas que no cumplen la calidad ambiental.</li> <li>Cumplir con la norma de calidad del aire respectiva.</li> </ul>	Todos los países.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los países tienen normas de calidad para los contaminantes criterio.</li> <li>Para contaminantes definidos como peligrosos, sólo algunos países tienen normas de calidad.</li> </ul>
Objetivo de Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir, reducir y, en la medida de lo posible eliminar la contaminación, actuando preferentemente en la fuente misma, de conformidad con el criterio, el que contamina paga.</li> <li>Estándar de emisión debe ser el mínimo posible en concordancia con el estado del arte de la tecnología y la factibilidad económica de su aplicación.</li> </ul>	Todos los países.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La norma de emisión se aplica independiente de la situación de calidad del aire, según el concepto de prevención.</li> <li>El concepto de limitaciones tecnológicas se expresa de diversos modos tales como: mejor tecnología disponible, mejor tecnología de control disponible, sujeto a factibilidad económica.</li> <li>El criterio de prevención, expresado en la definición de la mejor tecnología disponible se aplica como primer paso para cumplir la norma de calidad.</li> <li>Como segundo paso, algunos países aplican una norma de emisión más estricta si la primera norma de emisión no es suficiente para alcanzar el objetivo de calidad. En el caso de Suiza, lo define como enfoque de dos etapas. Primera etapa preventiva, segunda etapa accionada por la calidad del aire local.</li> <li>Alternativa o complementariamente, otros países, como segundo paso optan por otros mecanismos, tales como planes integrales, sistemas de créditos de emisión, acuerdos voluntarios, exigencias adicionales dentro de mecanismo de permisos, entre otros, para asegurar el cumplimiento de las normas de calidad.</li> <li>Holanda explicita en su política ambiental dos enfoques: orientada a los efectos y orientada a las fuentes.</li> <li>En el caso de HAPs se fija la norma de emisión sin disponer de norma de calidad. En Alemania se establecieron 160 normas de emisión para HAP. Estados Unidos ha definido 188 compuestos peligrosos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar deterioros significativos de la calidad del aire en zonas de cumplimiento y proteger áreas especiales de belleza natural.</li> </ul>	Estados Unidos, Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>En Estados Unidos se aplica este objetivo mediante la definición de los PSD, mecanismo de prevención de deterioros significativos según áreas.</li> </ul>

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

Objetivos Económicos y de Desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio para promover un desarrollo armonioso de las actividades económicas.</li> <li>• Unificar criterios para evitar la competencia de las empresas en base a ventajas legislativas.</li> </ul>	Comunidad Europea, México, Estados Unidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el caso de México se justifica como mecanismo para generar certidumbre jurídica y promover el cambio tecnológico.</li> <li>• Estados Unidos declara explícitamente que no le interesa que estados puedan relajar sus condiciones ambientales con objetivos económicos como la generación de puestos de trabajo.</li> </ul>
Objetivo de Eficiencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Énfasis en la prevención de la contaminación y en el control de las regulaciones.</li> </ul>	Canadá	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante la prevención de la creación de contaminantes y desechos, se protege el medio ambiente desde el inicio. Incrementando la eficiencia productiva, evitando accidentes y reduciendo los costos no productivos de tratamiento y disposición se hace una economía más eficiente y competitiva.</li> </ul>
Objetivo Transfronterizo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacerse cargo de los efectos transfronterizos de la contaminación.</li> </ul>	Estados Unidos, Canadá, Comunidad Europea.	

**Tabla 4.2.2 Principales Características de las Normas de Emisión.**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>	<b>País</b>	<b>Comentario</b>
Enfoque Tecnológico-Económico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las normas de emisión diseñadas según el enfoque tecnológico (mejor tecnología disponible, tecnología de abatimiento razonable), busca minimizar las emisiones considerando la factibilidad técnica y económica.</li> <li>Debe haber una actualización permanente incorporando el concepto del estado del arte al momento de la dictación, al menos para las fuentes nuevas.</li> </ul>	Todos los países.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estándares de emisión más o menos estrictos dependen del nivel de costo que se considere aceptable.</li> <li>Los valores límites de emisión deben basarse en mejores técnicas disponibles, que no entrañen gastos excesivos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>La determinación de los niveles apropiados de estándares de emisión se realiza combinando información de emisiones, tecnologías de control, exposición, peligrosidad y costos.</li> </ul>	Alemania	<ul style="list-style-type: none"> <li>En Alemania, el estado del arte en tecnología de control es definido por un panel de expertos.</li> </ul>
Distinción entre tipo y tamaño de la fuente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dado que predomina el enfoque tecnológico, las normas de emisión difieren según tipo o categoría y tamaño de la fuente.</li> </ul>	Todos los países.	
Normas distintas para fuente existente y fuente nueva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sólo las fuentes nuevas deben cumplir con la mejor tecnología disponible (Estados Unidos).</li> </ul>	Todos los países excepto Alemania, Suiza y Suecia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el caso de Estados Unidos son los Estados los que definen las normas de emisión para fuentes existentes de acuerdo a planes para cumplir con las normas de calidad.</li> <li>En el caso de la Comunidad Europea, ella define que son los países los que deben definir sus propios estándares.</li> <li>Si una fuente existente se amplía o modifica, entonces ella es considerada como fuente nueva y debe cumplir con las normas asociadas a fuentes nuevas.</li> </ul>
Misma norma para fuentes existente y fuente nueva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las fuentes existentes deben adaptarse a la nueva norma pero con plazos de cumplimiento.</li> </ul>	Alemania, Suiza y Suecia.	

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

Plazos para fuentes existentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mismas normas de emisión para fuentes existentes y nuevas pero otorgando plazos de cumplimiento a las fuentes existentes.</li> </ul>	Alemania, Suiza y Suecia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las fuentes existentes deben adaptarse a las nuevas normas pero dentro de plazos establecidos.</li> <li>En el caso de Suiza, se permite al afectado argumentar infactibilidad económica para no cumplir con una determinada norma de emisión</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normas de emisión según caso a caso dependiendo de situación de calidad del aire.</li> </ul>	Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada Estado define las normas de emisión de fuentes existentes bajo un SIP.</li> </ul>
Consideración de Calidad del Aire local.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las fuentes además de cumplir con los estándares de emisión definidos a nivel nacional, deben considerar las condiciones de calidad del aire local, ya sea cumpliendo con un estándar de emisión más exigente o mediante otros mecanismos tales como créditos de emisión, acuerdos voluntarios, exigencias a través de permisos de funcionamiento.</li> </ul>	Todos los países excepto Alemania y Suiza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alemania y Suiza definen las normas de emisión sin tomar en cuenta las condiciones locales.</li> <li>Dentro del otorgamiento de permisos se pueden tomar en cuenta las características técnicas de la instalación de que se trate, su implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El enfoque de estándares de emisión se complementa con valores de inmisión para los “seriamente peligrosos”.</li> </ul>	Alemania	<ul style="list-style-type: none"> <li>En Alemania se han desarrollado valores de inmisión para plomo, compuestos inorgánicos de plomo, cadmio y sus compuestos, cloruros y ácido clorhídrico.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para procesos diferentes a la combustión las normas de emisión se definen caso a caso dependiendo de las cuencas atmosféricas.</li> </ul>	México	<ul style="list-style-type: none"> <li>En México se estudia la aplicación de mercados de certificación de emisiones.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normas de emisión diferenciadas según uso del suelo.</li> </ul>	Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>EEUU define clases de área, sobre los cuales permite distintos niveles de deterioro independiente del cumplimiento de la respectiva norma de emisión.</li> <li>Brasil define padrones de calidad del aire en función de zonas (Clase 1, clase 2 y clase 3), con lo cual la norma de emisión a definir es más estricta según la clase.</li> </ul>
Definidos por Acuerdos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las normas de emisión se definen en base a acuerdos.</li> </ul>	Holanda, Canadá, Japón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En Holanda, para fuentes existentes las reducciones esperadas se definen mediante planes de reducción con los afectados.</li> <li>En Canadá se promueven las “buenas prácticas” a través del uso de enfoques no regulatorios para complementar los métodos de regulación tradicionales.</li> <li>Japón utiliza acuerdos voluntarios en aspectos no normados</li> </ul>
Complementado por Enfoque	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de factores de calidad ambiental con enfoque multimedia y económico.</li> </ul>	Suecia, Holanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>La Agencia Ambiental desarrolla guías de emisión que no tienen peso legal, salvo en el caso de otorgar permisos.</li> </ul>

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

Multimedia.			
Complementado por otros instrumentos de gestión ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las normas de emisión se complementan con guías técnicas, sistemas de créditos de emisión, sistema de permisos de funcionamiento, acuerdos voluntarios, planes de descontaminación, entre otros.</li> </ul>	Todos los países	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando la norma de emisión definida por el enfoque tecnológico no es suficiente para cumplir con la norma de calidad del aire, la autoridad ambiental local puede recurrir, además del instrumento de la norma de emisión más estricta, a otros instrumentos de gestión ambiental.</li> </ul>

#### 1.2.14 Conclusiones respecto a los objetivos y las características de las normas de emisión.

##### **Respecto a los objetivos de las normas de emisión.**

Los objetivos de las normas de emisión declarados en la normativa internacional corresponden a alcanzar una norma de calidad, Prevención, Equidad y Desarrollo Económico y objetivo transfronterizo. Por lo tanto las normas de emisión responden a más de un sólo objetivo.

De los objetivos analizados, el que aparece con mayor frecuencia corresponde al **objetivo de prevención**, esto es fijar un estándar que sea el mínimo posible sujeto a la factibilidad técnica y económica. Este concepto de prevención se entiende en el sentido que las fuentes deben adoptar las mejores tecnologías disponibles considerando la variable económica, independientemente de la situación de calidad del aire. En efecto, el concepto de prevención no sólo persigue evitar una condición de superación de calidad del aire, sino que contar con el menor nivel de calidad del aire posible, considerando las restricciones de tipo técnica y económica. Como parte del objetivo de prevención, podemos considerar los conceptos de **desarrollo y equidad económica**. En particular, la Comunidad Europea declara explícitamente que desea evitar ventajas legislativas ambientales derivadas de regulaciones distintas entre los países miembros. Estados Unidos también declara explícitamente que no le interesa que estados puedan relajar sus condiciones ambientales con objetivos económicos como la generación de puestos de trabajo. Además, es claro que la aplicación del concepto de prevención permite un mayor desarrollo económico, puesto que al exigir que todas las fuentes minimicen sus emisiones se aumenta el espacio para el ingreso de nuevas fuentes. También asociado al objetivo de prevención, se tiene el concepto de **eficiencia**, en el sentido que una norma de emisión impulsa a mejoramientos en los procesos productivos y en la selección de materias primas más limpias entre otros aspectos.

Por otra parte, en la aplicación del concepto de prevención encontramos distintos matices, desde aquellos que impulsan a todas las fuentes (nuevas y existentes) a dirigirse hacia la mejor tecnología disponible, hasta aquellos que prefieren otorgar a las fuentes existentes una holgura mayor sin requerirles modificaciones a su situación actual siempre que las condiciones del aire local lo permiten.

Respecto al objetivo de **calidad ambiental**, es donde podemos encontrar distintos matices en su aplicación. En efecto, si bien las normas de emisión tendrían el objetivo último de cumplir las normas de calidad, esta condición queda sujeta a ciertas consideraciones. La principal es la situación de cumplimiento de calidad del aire. Si se trata de **un área en que no se cumple la norma de calidad del aire**, entonces una norma de emisión que se fije con criterio tecnológico independientemente de lo estricta que ella sea, puede tener el objetivo de mejorar la situación de calidad del aire, pero no necesariamente de dar cumplimiento a ella. Para dar cumplimiento a una norma de calidad, la norma de emisión debe ser complementada con otros instrumentos de gestión ambiental tales como créditos de emisión, exigencias adicionales dentro de planes de descontaminación o en los sistemas de

permisos. **Para un área que sí se cumple la norma de calidad del aire**, en el caso de una fuente nueva, la norma de emisión puede ser insuficiente para evitar “deterioros significativos”, sobre todo en áreas que se desea preservarlas con un nivel de calidad del aire mejor al definido por la norma de calidad. Para este caso, en todos los países encontramos que bajo el sistema de permisos de funcionamiento, las autoridades ambientales nacionales o locales pueden establecer exigencias adicionales, pero es el caso de Estados Unidos, el cual presenta un criterio más objetivo al establecer un sistema de Prevención de Deterioros Significativos (PSD) según clases de área. Para el caso de una fuente existente, la norma de emisión tiene una justificación desde el punto de vista preventivo consecuente con el concepto de minimización de un modo factible técnica y económicamente.

Finalmente, también aparece como objetivo en la norma de emisión enfrentar los problemas **transfronterizos**, sobre todo en contaminantes que pueden viajar grandes distancias como el SO<sub>2</sub> y aerosoles.

### **Respecto a las características.**

En general las normas de emisión difieren entre fuentes existentes y fuentes nuevas, entre distintos tipos y tamaños de fuentes, y según las condiciones de calidad del aire.

Según el enfoque preventivo, asociado a la minimización de las emisiones de un modo factible técnica y económicamente, encontramos la justificación para obtener **normas de emisión distintas** según sea **fuentes nueva o existente, tipo y tamaño de la fuente**. Sin embargo, dependiendo hasta que nivel se pondera el factor de costo, encontramos diferencias entre aquellos países que no exigen adaptación a las nuevas normas de emisión a las fuentes existentes y aquellos países que tienden a adoptar el mismo estándar pero otorgando **plazos de cumplimiento**. En todo caso, bajo el concepto preventivo está presente el requerimiento **de actualización según el estado del arte**. Así, las normas de emisión **se diferencian en su nivel de estrictez** según consideraciones de costos, lo cual conduce a las definiciones de mejor tecnología disponible (BACT), mejor tecnología disponible que no entrañe costos excesivos (BACTNEEC), tecnología de control razonable (RACT), máxima reducción alcanzable (MACT), entre otros.

Con respecto a **normas de emisión distintas dependiendo de la ubicación de la fuente**, en general el concepto que aplican los países es que son las autoridades locales, ya sea bajo sistemas de permisos o autorizaciones o dentro de planes de descontaminación, las que pueden establecer normas de emisión más estrictas a las definidas a nivel nacional, especialmente cuando hay **superación de la calidad del aire local**, junto con la complementación con otros instrumentos de gestión ambiental tales como créditos de emisión, restricciones de funcionamiento, entre otros ya detallados.

Las normas de emisión también algunos países las complementan **con enfoques multimedia** mediante guías técnicas y el propio sistema de permisos, y **acuerdos voluntarios** ya sea para lograr acuerdos más estrictos que las normas definidas o bien para establecer las propias nuevas normas.

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

Para el **caso de contaminantes peligrosos**, los países en general no desarrollan normas de calidad y por lo tanto, aplican el enfoque de prevención tendiente a la minimización de la sustancia sujeta a factibilidad técnica y económica. No obstante lo anterior, algunos países complementan este concepto con un enfoque de **análisis de riesgos**. Estados Unidos y Holanda son los países que presentan mayores avances en esta materia.

#### 1.2.15 Normas de Emisión Específicas.

Las Normas de Emisión Específicas recopiladas, se presentan en el Anexo N°5.

#### 1.2.16 Bibliografía Consultada.

- Control of Hazardous Air Pollutants in OECD Countries, 1995.
- Toxic Air Pollution Handbook, Edited By David Patrick, 1994 Van Nostrand Reinhold.
- Sistema Nacional de Información Nacional, Instituto Nacional de Ecología, México, <http://www.ine.gob.mx/index.html>
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, <http://www.profepa.gob.mx/>
- Emisión Standars Handbook, IEA Coal Reseaerch, 1997.
- Marco Conceptual para Regular Sustancias Tóxicas en Chile. Raul O’Ryan y Andrés Ulloa, documentos de trabajo N° 51, serie economía.
- Sustainable Sweden. Progress Report and New Measures for an Ecologically Sustainable Development. Governement Communication 1998/1999.
- Swedish Environmental Quality Objectives. Environmental policy for a sustainable Sweden. A summary of the Swedish Government’s Bill 1997/1998.
- The Environmental Code. 1997/98. A summary of the Government Bill on the Environmental Code.

## **2 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES INDUSTRIALES, ÁREAS DEL PAÍS Y CONTAMINANTES PRIORITARIOS DE SER REGULADAS SUS EMISIONES ATMOSFÉRICAS A TRAVÉS DE NORMAS DE EMISIÓN.**

### 2.1 Identificación por Región de las principales actividades industriales desde el punto de vista de emisiones atmosféricas.

Para identificar por Región las principales actividades industriales desde el punto de vista de las emisiones atmosféricas, se consideran los siguientes criterios:

- Magnitud de las emisiones.
- Peligrosidad de las emisiones.
- Impacto de dichas emisiones sobre población o recurso a proteger.

Para hacerse cargo del primer criterio, se identifican las principales fuentes según el nivel de consumo de combustibles, dado que a mayor consumo, el nivel esperado de emisiones es mayor. Esta información se obtiene del INE cuya información más reciente corresponde al año 1997 inclusive.. Para dar cuenta de nuevos proyectos industriales relevantes a partir de dicha fecha, se toma en consideración la información disponible en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental SEIA, revisando todos los proyectos que pueden corresponder a fuentes fijas de emisión. Ver Anexo N°1.

#### 2.1.1 Identificación de fuentes según nivel de emisiones

El consumo de combustible de una industria o instalación particular es un buen indicador de la cantidad de emisiones producida por éste. A partir de datos del INE (1997) para los consumos industriales de combustible se establece un “ranking” de las empresas potencialmente más contaminantes en cada región. La tabla con estos datos procesados se encuentra en el Anexo N°6. De ella fueron excluidas aquellas industrias con un consumo menor a 1000 toneladas o 1000 m<sup>3</sup> de combustible por considerarse que su consumo no es significativo comparado con las demás industrias.

Con el fin de identificar específicamente cuales eran las industrias más contaminantes por región, los consumos de combustible de la tabla original fueron transformados a consumos energéticos. Se muestran en la Tabla 2.1.1 las industrias con un consumo mayor al 0.25% del total nacional. Estas serían, según el criterio señalado, las más importantes en el país desde el punto de vista de sus emisiones atmosféricas. Las panaderías fueron excluidas por ser fuentes pequeñas.

**Tabla 2.1.1 Industrias con un consumo de combustible mayor al 0.25% del total nacional**

	Sector Industrial	Consumo En. (GJ)	% del Total Nacional	Considerado en cuadro de industrias a normar
I	Elab. y Conservación de Pescado y Productos de Pesc.	1.393.915	1,37%	Incluido
I	Fundición de Metales No Ferrosos.	747.944	0,74%	No identificado
I	Fab. de sustancias químicas básicas, excepto abonos	362.066	0,36%	No identificado
II	Fundición de Metales No Ferrosos.	3.985.376	3,93%	Incluido
II	Fab. de Abonos y Compuestos de Nitrógeno	1.454.911	1,43%	Incluido
II	Fab. de Cemento, Cal y Yeso	964.818	0,95%	Incluido
II	Elab. y Conservación de Pescado y Productos de Pesc.	576.358	0,57%	Incluido
II	Fab. de sustancias químicas básicas, excepto abonos	477.540	0,47%	No identificado
III	Fundición de Metales No Ferrosos.	1.598.833	1,58%	Incluido
III	Fabricación de Cemento, Cal y Yeso	1.310.418	1,29%	Incluido
III	Industrias Básicas de Hierro y Acero.	522.528	0,51%	Incluido
III	Elab. y Conservación de Pescado y Productos de Pesc.	366.567	0,36%	No identificado
IV	Destilació, rectificación y mezcla Bebidas Alcohólicas	426.421	0,42%	Incluido
IX	Elab. de Productos Lácteos	250.458	0,25%	Incluido
V	Fab. de Cemento, Cal y Yeso	1.260.193	1,24%	No identificado
V	Ind. de consumo menor	536.625	0,53%	No se aplica
V	Fundición de Metales No Ferrosos.	476.129	0,47%	Incluido
V	Elab. y Conservación de Pescado y Productos de Pesc.	287.091	0,28%	No identificado
V	Elab. y Conservación de Frutas, Legumbres y Hortalizas.	284.182	0,28%	No identificado
VI	Fundición de Metales No Ferrosos.	1.392.075	1,37%	Incluido
VI	Elab. y Conservación de Frutas, Legumbres y Hortalizas.	432.894	0,43%	Incluido
VI	Ind. de consumo menor	267.178	0,26%	No se aplica
VII	Fab. de Pasta de Madera, Papel y Cartón	1.737.620	1,71%	Incluido
VII	Elab. de Azúcar	881.550	0,87%	Incluido
VII	Elab. y Conservación de Frutas, Legumbres y Hortalizas.	502.038	0,49%	Incluido
VIII	Fab. de Pasta de Madera, Papel y Cartón	5.958.788	5,87%	Incluido
VIII	Elab. y Conservación de Pescado y Productos de Pesc.	3.734.876	3,68%	Incluido
VIII	Elab. de Azúcar	839.997	0,83%	Incluido
VIII	Ind. de consumo menor	758.211	0,75%	No se aplica
VIII	Fab. de Cemento, Cal y Yeso	734.946	0,72%	Incluido
VIII	Fab.de Vidrio y Productos de Vidrio	454.147	0,45%	Incluido
VIII	Industrias Básicas de Hierro y Acero.	272.683	0,27%	Incluido
VIII	Aserrado y Acepilladura de Madera	271.276	0,27%	Incluido
VIII	Preparación e Hilados de Fibras Textiles	260.010	0,26%	Incluido
X	Elab. de Productos Lácteos	1.166.714	1,15%	Incluido
X	Elab. y Conservación de Pescado y Productos de Pesc.	396.211	0,39%	Incluido
X	Elab. de Azúcar	341.874	0,34%	Incluido
X	Fab. de Pasta de Madera, Papel y Cartón	335.860	0,33%	Incluido
X	Ind. de consumo menor	259.603	0,26%	No se aplica
X	Fab.de prod. de madera para enchapado; Tableros y Paneles	255.621	0,25%	No identificado
XI	Elab. y Conservación de Pescado y Productos de Pesc.	732.349	0,72%	Incluido
XII	Elab. y Conservación de Pescado y Productos de Pesc.	697.779	0,69%	Incluido

Nota: No identificado significa que no se ha identificado las industrias específicas a las cuales corresponde el sector analizado.

Identificados los respectivos rubros industriales más intensivos en consumo de energía, el siguiente paso es identificar las industrias específicas a las cuales corresponde el rubro.

## **Identificación según proyectos sometidos al SEIA**

Con el análisis de los proyectos presentados al SEIA se puede ampliar el listado anterior a nuevos proyectos o actividades, conociendo los sectores industriales más importantes presentados en cada región en los últimos 5 años. Los proyectos fueron agrupados primero por región, segundo por sector industrial, y finalmente por montos decrecientes de inversión. Para simplificar el análisis, fueron eliminados todos aquellos proyectos con una inversión menor a un millón de dólares. Los datos obtenidos se encuentran detallados en el Anexo N°7. Una revisión posterior con el Anexo N°1 que también incorpora proyectos con montos de inversión inferiores a un millón de dólares

### 2.1.2 Identificación según criterio de peligrosidad

Además, de las actividades industriales relevantes desde un punto de vista de emisiones, se puede identificar industrias con niveles de emisión peligrosos debido al tipo de actividad. Al respecto, se considera la experiencia internacional relativo a categorías de fuentes normadas y el respectivo contaminante asociado. Para el caso de contaminantes criterio, se dispone de un listado priorizado de fuentes a normar en la Comunidad Europea, que se presenta en la Tabla 1. del Anexo 5, capítulo 2 punto 2.1.

Para el caso de contaminantes peligrosos se puede considerar:

- La lista de actividades prioritarias que emiten contaminantes atmosféricos peligrosos elaborado por la Conferencia del Mar del Norte, 9 países que pertenecen a la CE, que se presenta en el Anexo 5, Tabla 2 del punto 2.2, página N°34.
- Lista de Categorías de fuentes para las cuales se han propuesto o promulgado normas bajo la sección 112 de la Ley de Aire Puro (contaminantes peligrosos) de los EEUU, ver Anexo 5, punto 1.4, página 22.
- Lista de actividades prioritarias que emiten contaminantes atmosféricos peligrosos según el sistema de ranqueo de la US EPA, ver Anexo 5, punto 1.5, página 23.
- En Anexo N° 5, punto 8, página 110, se presenta una tabla que identifica las normas de emisión de contaminantes peligrosos en EEUU según categoría de fuentes.
- En Anexo N° 5, punto 9, página 113, se presenta una tabla con ejemplos de regulaciones de contaminantes peligrosos en distintos países.

Por lo tanto, independiente del concepto del consumo de combustible, actividades priorizadas a nivel internacional dan cuenta también de una relevancia mayor debido al contaminante emitido, sin embargo, las propias normas propuestas definen rangos mínimos por sobre los cuales normar.

De este modo, si se opta por normar no sólo las emisiones de contaminantes criterio, es decir los denominados contaminantes peligrosos, entonces la metodología consiste en verificar actividades industriales del país que puedan coincidir con categorías de fuentes listadas según la legislación de países desarrollados respecto a contaminantes peligrosos.

### 2.1.3 Identificación del impacto en la población y recursos de las principales actividades industriales detectadas.

Como una manera de cuantificar el impacto de cada una de las industrias ya determinadas se estableció el criterio de población afectada o expuesta. Para ello se definió un radio de 50 km. alrededor de cada industria y se contó la población de las ciudades importantes que se encontraran dentro de esta circunferencia. La elección de un radio de 50 km. es la que se utiliza en EEUU para cuantificar los impactos de las emisiones de residuos peligrosos. Esta información se encuentra contenida en la Tabla 2.1.2. Además, se presenta gráficamente, en Anexo N°4, la ubicación de las fuentes detectadas y su cercanía a centros poblados y potenciales recursos afectados.

### 2.1.4 Resultados de la Identificación de Principales Actividades Industriales desde un punto de vista de sus Emisiones Atmosféricas.

Con la aplicación de los 3 criterios señalados, esto es fuentes con un nivel esperado de emisiones mayor, fuentes con emisiones de contaminantes peligrosos y fuentes cercanas a población o recursos, se construyen las tablas resultado que se presentan en las Tablas 2.1.2., 2.1.3. y 2.1.4.

Para verificar que con los criterios aplicados, no quedan sin considerar sectores relevantes desde el punto de vista de las emisiones, se confecciona un nuevo cuadro con la identificación de sectores industriales de 50 y más personas ocupadas, tabla que se presenta en el Anexo N° 11.

**Tabla 2.1.2.Sectores Industriales y Fuentes de Emisión por Región**

Región	Fuente de Emisión	Empresas y Plantas Industriales	Ciudad cercana	Distancia aprox. (Km.)	Población Censo 1992 <sup>27</sup>	Población estimada año 2000 <sup>28</sup>	
I	Sector Pesca (Calderas) Central Termoeléctrica	Iquique – Guanaye	Iquique	5	151.677	185.640	
		Patache	Iquique	70	151.677	185.640	
		Diesel Arica	Arica	0	169.456	193.788	
		Diesel Iquique	Iquique	0	151.677	185.640	
II	Hornos de Fundición Cobre	CODELCO Chuquicamata	Calama	18	121.807	141.422	
		Altonorte	Antofagasta	20	228.408	257.976	
		Sector Pesca (Calderas)	Corpesca	Mejillones, Antofagasta	60	234.723	266.105
		Hornos de Cemento	INACESA	Antofagasta	20	228.408	257.976
		Central Termoeléctrica	Mejillones	Antofagasta	57	228.408	257.976
			Diesel Antofagasta	Antofagasta	0	228.408	257.976
			CTM3	Antofagasta	57	228.408	257.976
			Mantos Blancos	Antofagasta	40	228.408	257.976
			Térmica Tocopilla	Tocopilla	0	24.985	30.593
			Ciclo Comb.Tocopilla	Tocopilla	0	24.985	30.593
			Diesel Enaex	Antofagasta	57	228.408	257.976
			Gas Atacama	Antofagasta	57	228.408	257.976
			Nueva Tocopilla	Tocopilla	0	24.985	30.593
			SOQUIMICH	María Elena	0	13.660	12.972
III	Fundición de Cobre	CODELCO-Potrerillos	Salvador	30	27.515	28.693	
		ENAMI Paipote	Copiapó	10	100.907	125.373	
		Siderúrgica Huachipato Planta pellets	Huasco, Vallenar	50	54.764	60.765	
		Planta de Cal	Copiapó		100.907	125.373	
		<i>Polpaico Planta Vallenar (Proyecto)</i>					
		Central Termoeléctrica	Diego de Almagro	Chañaral y El Salvador	118	24.373	26.097
			Huasco TG	Vallenar	50	47.248	52.727
			Huasco Vapor	Vallenar	50	47.248	52.727
			Guacolda	Vallenar	50	47.248	52.727
		IV	Pisco	Capel, Control	Ovalle, Vicuña	20	
El Indio TG	Vicuña			120	21.660	22.570	
V	Hornos de Cemento Horno de Fundición de Cobre	Cemento Melón	Valparaíso y otros <sup>29</sup>	40	905.141	1.006.518	
		ENAMI Ventanas	Valparaíso y otros	25	905.141	1.006.518	
		Exxon Chagres	San Felipe, Calera, Llay-Llay	25	120.643	137.754	
		Refinería de Petróleo	ENAP.: RPC	Valparaíso y otros	15	905.141	1.006.518
		Central Termoeléctrica	Nehuenco	Valparaíso y otros	50	778.800	889.324
			Laguna Verde	Valparaíso y otros	25	778.800	889.324
			Ventanas	Valparaíso y otros	25	778.800	889.324
			San Isidro	Valparaíso y otros	50	778.800	889.324
		VI	Hornos de Fundición de Cobre	CODELCO Teniente	Rancagua	28	187.324

<sup>27</sup> Datos INE

<sup>28</sup> Estimaciones de INE

<sup>29</sup> Incluye Valparaíso, Viña del Mar, Quillota, La Calera, La Cruz, Nogales, Quilpué, Villa Alemana.

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

Región	Fuente de Emisión	Empresas y Plantas Industriales	Ciudad cercana	Distancia aprox. (Km.)	Población Censo 1992 <sup>27</sup>	Población estimada año 2000 <sup>28</sup>	
VII	Caldera Industrial (industria de pulpa y papel) Elab. y Conservación de Frutas, Leg. y Hortalizas.	Papelera del Pacifico	Rancagua	20	187.324	220.477	
		Calderas múltiples	Rancagua	25	187.324	220.477	
	Caldera Industrias (industria de papel y cartón)	Celulosa Constitución	Constitución,	0	40.340	47.938	
		Celulosa Licancel	Licantén,	0	6.345	7.237	
	Caldera industrial (industria del azúcar)	Papel: CMPC Planta Maule	San Javier, Talca, Linares	30	284.406	316.808	
		IANSA Curicó	Curicó	10	104.113	119.100	
	Elab. y Conservación de Frutas, Leg. y Hortalizas.	IANSA Linares	Linares	10	77.316	87.133	
		Calderas múltiples	Curicó	20	104.113	119.100	
	Horno de Cemento	Cemento Bio Bio: Planta Teno	Teno, Curicó, San Fernando	15	184.571	210.713	
		Central Termoeléctrica	Celco	Constitución	0	40.340	47.938
VIII	Horno de Cemento	Los Robles	Curicó	20	104.113	119.100	
		Constitución	Talca	86	171.503	192.388	
	Caldera industrial (industria del papel y cartón)	Cemento Bio Bio	Concepción y otros <sup>30</sup>	0	802.895	914.407	
		Celulosa Arauco	Arauco, Lota, Coronel	20	163.339	181.868	
	Caldera industrial (industria del azúcar)	Inforsa , Forestal Santa Fé	Nacimiento, Los Ángeles, Angol	25	212.755	246.506	
		CMPC Celulosa Laja	Los Ángeles	38	140.535	162.984	
	Caldera industrial (industria del azúcar)	Papeles BioBio	Concepción y otros <sup>6</sup>	0	802.895	914.407	
		IANSA Chillán	Chillán	10	166.225	193.390	
	Caldera industrial (industria del azúcar)	IANSA Los Angeles	Los Ángeles	0	140.535	162.984	
		Planta Petroquímica	Petroquímica Dow, Occidental Chemical, Petroquim	Concepción y otros <sup>6</sup>	0	802.895	914.407
IX	Caldera Industrial (industria de la leche)	Planta Química	Eka Chemicals Chile	Concepción y otros <sup>6</sup>	0	802.895	914.407
		Hornos de Vidrio	Vidrios Lirquen	Concepción y otros <sup>6</sup>	15	802.895	914.407
	Industria Textil	Machasa	Concepción y otros <sup>6</sup>	0	802.895	914.407	
		Hornos de Fundición Acero	Siderúrgica Huachipato (CAP)	Concepción y otros <sup>6</sup>	5	802.895	914.407
	Sector Pesca (Calderas)	El Golfo, Itata, Landes, Bio Bio, Alimar	Concepción y otros <sup>6</sup>	0	802.895	914.407	
		Refinería de Petróleo	ENAP: PETROX	Concepción y otros <sup>6</sup>	0	802.895	914.407
	Central Termoeléctrica	Arauco	Arauco	35	29.657	34.329	
		Bocamina	Coronel	0	83.426	95.529	
	Caldera Industrial (industria de la leche)	Cabrero	Chillán	57	166.225	193.390	
		Laja	Los Angeles	38	140.535	162.984	
Caldera Industrial (industria de la leche)	Petropower	Talcahuano	0	248.543	285.492		
	Loncoleche	Loncoche,	0	23.643	24.513		
X	Caldera Industrial (industria de la leche)	Parmalat	Victoria, Traiguén, Lautaro, Collipulli	0	105.093	112.223	
		Soprole	Temuco	0	243.561	302.816	
	Caldera industrial (industria del papel y cartón)	Nestlé	Pitrufulquén, Temuco	0	263.587	323.383	
		Celulosa del Pacifico	Angol, Los Ángeles	40	186.761	216.987	
	Caldera Industrias (industria del azúcar)	IANSA Rapaco	Osorno	0	127.769	144.613	
		Caldera Industrial (industria del papel y cartón)	CMPC. Planta Cartulinas Valdivia	Valdivia	0	122.168	135.693
	Caldera Industrial (industria de la leche)	Nestlé	Osorno, Llanquihue	0	142.155	159.956	
		Soprole	Osorno, Los Lagos	0	268.304	163.883	
	Sector Pesca (Calderas)	Colun	La Unión	0	38.740	42.750	
		Loncoleche	Osorno, Valdivia	0	249.937	280.306	
		Tripesca S.A.	Puerto Montt	0	129.970	158.375	

<sup>30</sup> Incluye Concepción, Talcahuano, Lota, Coronel, Penco y Tomé

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

Región	Fuente de Emisión	Empresas y Plantas Industriales	Ciudad cercana	Distancia aprox. (Km.)	Población Censo 1992 <sup>27</sup>	Población estimada año 2000 <sup>28</sup>
XI	Central Termoeléctrica	Antihue	Valdivia	4	122.168	135.693
	Sector Pesca (Calderas)	Friosur, Antártica, Pesca Chile	Aisén, Coyhaique	50	70.191	73.117
	Central Termoeléctrica	Puerto Aysen	Puerto Aysen	4	122.168	135.693
		Coyhaique	Coyhaique	7	19.090	25.019
XII	Sector Pesca (Calderas)	Froward, Pesca Chile	Pto. Natales	0	17.275	17.589
	Refinería de Petróleo	ENAP Planta Topping Gregorio	Punta Arenas	85	113.666	128.186
	Planta Metanol	Methanex	Punta Arenas	20	113.666	128.186
	Planta de Amoníaco	ENAEX Planta Cabo Negro ( <i>Proyecto</i> )	Punta Arenas	20	113.666	128.186
	Central Termoeléctrica	Punta Arenas	Punta Arenas	8	113.666	128.186
		Puerto Natales	Puerto Natales	0	17.275	17.589
		Porvenir	Porvenir	2	5.104	4.455

**Tabla 2.1.3. Emisiones Relevantes de los Contaminantes Criterio por Región**

Región	Fuente de emisión	MP	CO	NOx	COV	SO <sub>2</sub>
I	Sector Pesca (Calderas)	X				
I	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
II	Hornos de Fundición Cobre	X				X
II	Sector Pesca (Calderas)	X				
II	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
II	Hornos de Cemento	X	X	X		X
II	Abonos (calderas)	X				
III	Fundición de Cobre	X				X
III	Procesamiento de Hierro y Acero	X				
III	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
III	Hornos de Cemento	X	X	X		X
IV	Pisco (calderas)	X				
V	Hornos de Cemento	X	X	X		X
V	Hornos de Fundición de Cobre	X				X
V	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
V	Refinería de Petróleo	X	X			X
VI	Caldera industrial (industria de pulpa y papel)	X				X
VI	Elab. y conservación de frutas, leg, y hortalizas (calderas)	X				
VI	Hornos de Fundición de Cobre	X				X
VII	Caldera industrial (industria de papel y cartón)	X		X		X
VII	Caldera industrial (industria del azúcar)	X		X		X
VII	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
VII	Elab y conserv frutas, leg y hortal. (calderas)	X				
VII	Hornos de Cemento	X	X	X		X
VIII	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
VIII	Hornos de Cemento	X	X	X		X
VIII	Caldera industrial (industria de papel y cartón)	X		X		X
VIII	Caldera industrial (industria del azúcar)	X				
VIII	Plantas Petroquímica	X			X	
VIII	Hornos de Vidrio	X		X		
VIII	Hornos de Fundición Acero	X				
VIII	Sector Pesca (Calderas)	X				
VIII	Refinería de Petróleo	X	X			X
VIII	Planta Química <sup>31</sup>					
VIII	Industria Textil (calderas)	X				
IX	Caldera industrial (industria de la leche)	X				
IX	Caldera industrial (industria de papel y cartón)	X				X
X	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
X	Caldera industrial (ind. de la leche y el azúcar)	X		X		X

<sup>31</sup> Eka Chemicals Chile, planta de producción de clorato de sodio de Talcahuano.

X	Caldera industrial (industria de papel y cartón)	X		X		X
X	Sector Pesca (Calderas)	X				
XI	Sector Pesca (Calderas)	X				
XI	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
XII	Sector Pesca (Calderas)	X				
XII	Central Termoeléctrica	X	X	X		X
XII	Refinería de Petróleo	X	X			X
XII	Planta Amoníaco					
XII	Planta Metanol	X			X	

Por otra parte, se puede agregar a este análisis los contaminantes peligrosos, considerando las normas internacionales vigentes. Las Centrales Termoeléctricas no se presentan porque su detalle se entrega en la segunda parte de este informe. Así, se presenta la siguiente tabla con la identificación de contaminantes peligrosos para estas actividades.

**Tabla N° 2.1.4. Emisiones Relevantes de los Contaminantes Peligrosos por Región**

<b>Región</b>	<b>Fuente de emisión</b>	<b>Cont. peligrosos<sup>32</sup></b>	<b>Ref. Norma</b>
I	Sector Pesca (Calderas)	No hay	
I	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
II	Fundición Cobre	Metales pesados, arsénico	Anexo 5, pto. 1.4, 3.2, 3.5
II	Sector Pesca (Calderas)	No hay	
II	Hornos de Cemento	Dioxinas y furanos <sup>33</sup>	Anexo 5, pto. 3.4,
II	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
II	Abonos (calderas)	No hay	
III	Fundición de Cobre	Metales pesados, arsénico	Anexo 5, pto. 1.4, 3.2, 3.5
III	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
III	Procesamiento de Hierro y Acero	Metales pesados	Anexo 5, Pto. 3.2.
III	Hornos de Cemento	Dioxinas y furanos <sup>34</sup>	Anexo 5, pto. 3.4,
IV	Pisco (calderas)		
V	Hornos de Cemento	Dioxinas y furanos <sup>35</sup>	Anexo 5, pto. 3.4,
V	Fundición de Cobre	Metales pesados, arsénico	Anexo 5, pto. 1.4, 3.2, 3.5
V	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
V	Refinería de Petróleo	2,2,4-Trimethylpentanem methylterbutylether.	Anexo 5, Pto. 3.4.

<sup>32</sup> Según la lista de actividades que emiten contaminantes ambientales peligrosos, Conferencia del Mar del Norte y las normas EPA para contaminantes peligrosos.

<sup>33</sup> Tetra, penta, hexa, hepta, y octa cloro dibenzo dioxinas y furanos.

<sup>34</sup> Tetra, penta, hexa, hepta, y octa cloro dibenzo dioxinas y furanos.

<sup>35</sup> Tetra, penta, hexa, hepta, y octa cloro dibenzo dioxinas y furanos.

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

		Benceno, naphtaleno, Fenol, Tolueno, Hexano, Xylenos.	
VI	Caldera industrial (industria de pulpa y papel)	H2S	Anexo 5, pto. 3.3
VI	Elab. y conservación de frutas, leg, y hortalizas (calderas)	No hay	
VI	Fundición de Cobre	Metales pesados, arsénico	Anexo 5, pto. 1.4, 3.2, 3.5
VII	Caldera industrial (industria de papel y cartón)	Cloro y/o dióxido de cloro	Anexo 5, pto. 3.3
VII	Caldera industrial (industria del azúcar)	No hay	
VII	Elab. y conservación de frutas, leg, y hortalizas(calderas)	No hay	
VII	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
VII	Hornos de Cemento	Dioxinas y furanos <sup>36</sup>	Anexo 5, pto. 3.4,
VIII	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
VIII	Hornos de Cemento	Dioxinas y furanos <sup>37</sup>	Anexo 5, pto. 3.4,
VIII	Caldera industrial (industria de papel y cartón)	Cloro y/o dióxido de cloro	Anexo 5, pto. 3.3
VIII	Caldera industrial (industria del azúcar)	No hay	
VIII	Planta Petroquímica	2,2,4-Trimethylpentanem methylterbutylether. Benceno, naphtaleno, Fenol, Tolueno, Hexano, Xylenos.	Anexo 5, Pto. 3.4.
VIII	Hornos de Vidrio	Arsénico	Anexo 5, pto. 1.4, 3.5
VIII	Hornos de Fundición Acero	Metales pesados	Anexo 5, Pto. 3.2.
VIII	Sector Pesca (Calderas)		
VIII	Refinería de Petróleo	2,2,4-Trimethylpentanem methylterbutylether. Benceno, naphtaleno, Fenol, Tolueno, Hexano, Xylenos.	Anexo 5, Pto. 3.4.
VIII	Planta Química deClorato de Sodio <sup>38</sup>	Por definir (*)	
VIII	Industria Textil (calderas)	No hay	
IX	Caldera industrial (industria de la leche)	No hay	
IX	Caldera industrial (industria de papel y cartón)	H2S	Anexo 5, pto. 3.3

<sup>36</sup> Tetra, penta, hexa, hepta, y octa cloro dibenzo dioxinas y furanos.

<sup>37</sup> Tetra, penta, hexa, hepta, y octa cloro dibenzo dioxinas y furanos.

<sup>38</sup> Eka Chemicals Chile, planta de producción de clorato de sodio de Talcahuano.

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

X	Caldera industrial (industria de la leche y del azúcar)	No hay	
X	Caldera industrial (industria de papel y cartón)	H2S	Anexo 5, pto. 3.3
X	Sector Pesca (Calderas)	No hay	
X	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
XI	Sector Pesca (Calderas)	No hay	
XI	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
XII	Sector Pesca (Calderas)	No hay	
XII	Refinería de Petróleo	2,2,4-Trimethylpentanem methyltertbutylether. Benceno, naphtaleno, Fenol, Tolueno, Hexano, Xylenos.	Anexo 5, Pto. 3.4.
XII	Central Termoeléctrica	Ver cuadro 1.15 Parte II	idem
XII	Planta Amoníaco	Por definir (*)	
XII	Planta Metanol	Por definir (*)	

(\*) Requiere de un análisis caso a caso, lo cual escapa a los alcances de este estudio

## 2.2 Definir los criterios para identificar por Región las principales actividades industriales a normar desde el punto de vista de emisiones atmosféricas.

Identificadas en el punto anterior las principales actividades industriales en el país por Región, según sus emisiones atmosféricas, el siguiente paso es establecer los criterios para definir las actividades a normar.

Los criterios a considerar son:

### 2.2.1 Mayores niveles de emisión en términos relativos respecto a otras actividades industriales. Sigla: MNET. Mayor nivel de emisión total.

Debido a las condiciones de su proceso productivo, hay sectores industriales que generan mayores niveles de emisión que otros. Una de las variables relevantes es el consumo de energía requerido para el proceso, puesto que salvo que se utilice energía eléctrica, el uso de combustible genera emisiones. Otra variable relevante es la materia prima utilizada en el proceso, puesto que al transformarla mediante calor o mediante un proceso de molienda, se generan emisiones al aire.

La relación entre emisiones y calidad del aire es directa. A mayor nivel de emisiones, los efectos en la calidad del aire son mayores. Por lo tanto, al priorizar la generación de normas de emisión en aquellos procesos industriales con emisiones potenciales mayores, al provocar mayores reducciones de emisión, tendrán un efecto relativo más eficaz en el mejoramiento de la calidad del aire.

Cada contaminante de una actividad analizada, se puede comparar en términos relativos con otra actividad su nivel de emisión. Para realizar este análisis es relevante el tamaño de la fuente, lo cual se puede inferir por el nivel de consumo de combustible, el tipo de combustible y si dispone de equipo de control de emisiones. Con esta información, se pueden determinar las emisiones mediante factores de emisión, aunque mayor exactitud se puede obtener si se cuenta con mediciones de emisión en chimenea.

Respecto a fuentes relevantes de emisión que no utilizan combustibles en forma intensiva, se puede considerar las actividades relacionadas con el manejo de áridos, en cuando a emisiones de material particulado. Precaución especial respecto a contaminantes peligrosos dependerá del tipo de a materia prima utilizada aunque en general corresponde a material inerte. Otra actividad que no necesariamente es intensiva en el uso de combustibles es la actividad química. Para este caso se desarrollado un análisis particular.

### 2.2.2 Actividades relevantes en términos de la toxicidad de los contaminantes emitidos. Sigla: EUCP. Emisión de un contaminante peligroso.

Además de comparar por niveles de emisión respecto a contaminantes criterio, es relevante revisar niveles de emisión de contaminantes peligrosos, los cuales aún cuando sus emisiones relativas sean menores, la toxicidad del compuesto y su peligrosidad en la salud humana merece una atención especial.

Para determinar actividades relevantes desde el punto de vista de toxicidad, además de las detectadas por niveles de consumo, se cruzó la información disponible de actividades industriales existentes en el país con listados de categorías de fuentes priorizadas por países de la Comunidad Europea y por Estados Unidos.

### 2.2.3 Información disponible a nivel nacional e internacional.

La generación de cualquier norma de emisión requiere previamente disponer de la información suficiente, de modo de asegurar que la norma respectiva se ajuste a la realidad nacional y a las posibilidades de mejoramiento dados por el estado del arte tecnológico tanto a nivel local como internacional. Lo anterior con el objetivo de generar una norma de emisión aplicable, cumplible y que efectivamente genere un mejoramiento en los niveles previos de emisión. Considerando entonces este factor, y que la capacidad de generar normas en el país es limitada<sup>39</sup>, tiene sentido incorporar este criterio para comenzar por normar aquello donde el conocimiento nacional tenga un mayor grado de avance.

En Chile y en el mundo se cuenta con información detallada de determinadas fuentes asociadas a actividades industriales. En este estudio se ha realizado una recopilación de normas de emisión para algunos países, lo cual se presenta en el Anexo N°5. Además, para fuentes similares, se realiza un análisis comparativo efectuando los respectivos cambios de unidades si corresponde, lo cual se presenta en el Anexo N°10. Se puede señalar que la mayor información disponible a nivel internacional corresponde a calderas o equipos generadores de vapor. Sigla: NID. Nivel de información disponible. En efecto, la mayoría de los países define normas de emisión para calderas, en cambio sólo los países más desarrollados, tales como Estados Unidos Alemania y Suiza, cuentan con normas de emisión para un variado tipo de actividad.

### 2.2.4 Costos económicos de implementación de la norma. Sigla: CEIN.

La generación de cualquier norma de emisión tiene un costo para la autoridad ambiental, tanto en términos de preparación de la norma, como en la generación de condiciones para su aplicabilidad como lo es asegurar metodologías confiables de medición. En términos relativos, el costo de implementación de una norma es inversamente proporcional al nivel de información disponible respecto a las actividades industriales y el o los contaminantes en cuestión.

Por ejemplo, una norma de emisión para un contaminante criterio debiese ser menos costosa que para un contaminante peligroso, dado que en el segundo caso debe diseñarse previamente la metodología de medición, aspecto que es de una complejidad muy superior a las metodologías de medición de contaminantes criterio.

---

<sup>39</sup> Tanto desde el punto de vista de las entidades públicas que cuentan con un número determinado de profesionales de planta y de recursos para realizar estudios, como desde el punto de vista de las entidades privadas que cuentan con profesionales propios o externos para analizar las propuestas provenientes del sector público, también limitado según la experiencia del sector.

### 2.2.5 Costos económicos de cumplir la norma. Sigla: CECN.

Este punto es relativo puesto que el costo de cumplimiento depende del nivel fijado en la norma. Aún así, al momento de comenzar el análisis de cualquier norma de emisión se debe tener un análisis general de la situación previa, así como las posibles soluciones tecnológicas para lograr una reducción de emisiones y su costo. Al respecto es interesante la experiencia de Estados Unidos, que para el caso del NO<sub>2</sub> y del material particulado se aplica un criterio de costo efectividad de modo tal que si la norma de emisión a proponer se justifica si su costo unitario de reducción inferior es inferior a US\$ 5.000 por tonelada anual reducida. Lo anterior respecto a costos privados. Respecto a costos públicos, la definición de nuevas normas puede significar aumentos de los costos respectivos de fiscalización.

### 2.2.6 Beneficios indirectos de Normar. Sigla: BIDN.

La generación de una norma de emisión no necesariamente implica sólo costos para el sector afectado. Ella puede inducir a beneficios que en el largo plazo incluso paguen los costos a incurrir en el corto plazo para cumplir con la norma. En efecto, una norma de emisión puede inducir al sector industrial respectivo a obtener mejoras en términos de calidad de producto, mejoras del proceso, ahorros de energía, ya sea mediante la introducción de buenas prácticas al tener un proceso más controlado debido a las exigencias ambientales, ya sea debido a la modernización de maquinaria generalmente asociada a equipos menos contaminantes y a la utilización de materia prima más limpia que facilita la operación del proceso productivo. Las consideraciones de costos dependerán también de los niveles a definir.

### 2.2.7 Prevención de un impacto en salud relevante según población afectada. . Sigla: PIS.

Para las principales actividades industriales detectadas, debe determinarse si una eventual norma de emisión permite prevenir un impacto en salud relevante. Las variables a considerar para determinar el impacto en salud según población afectada considera las siguientes variables:

- Niveles de emisión
- Peligrosidad del contaminante
- Efecto en la calidad del aire
- Cercanía a población
- Número de población expuesta.

Cabe señalar que al abordar las fuentes con mayores niveles de emisión y emisiones con contaminantes peligrosos, indirectamente hay una prevención en salud porque son las fuentes que afectarían mayormente la calidad del aire. No obstante lo anterior, si la fuente se encuentra en una zona de mayor densidad de población los efectos en salud cuantitativos en términos de población afectada serán mayores que aquellas fuentes que se ubiquen en zonas aisladas.

El impacto en salud por emisiones atmosféricas de una fuente fija, se puede estimar a nivel grueso aplicando distintos modelos. El primer modelo a aplicar es un modelo de dispersión para determinar el efecto de la emisión en la concentración ambiental. Los datos relevantes para este

caso son los niveles de emisión, las condiciones meteorológicas y la ubicación de la fuente y su distancia respecto a los centros poblados a considerar. El segundo modelo, correspondería a una estimación en salud de los efectos en salud según el nivel de concentración ambiental. Al respecto existe nutrida literatura internacional que correlaciona efecto en salud con concentración ambiental. Para obtener los resultados respectivos se requiere conocer el total de población y su composición etaria. El siguiente paso es la valorización de los efectos en salud, para lo cual también se dispone de diversa literatura que da cuenta de la metodología y de resultados de valoración.

A título ilustrativo, se desarrolla una metodología simplificada a partir del desarrollo aplicado por Luis Cifuentes al caso del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana. Esta metodología, con todos los supuestos que hay detrás, se aplicó para algunas Centrales Termoeléctricas. La propuesta detallada y su aplicación se presenta en Anexos N° 13 y N° 14 respectivamente.

Paralelamente se pueden considerar estudios epidemiológicos, de modo de contrastar la información teórica con la empírica.

#### 2.2.8 Prevención de impactos relevantes en recursos. Sigla: PIR.

Para las principales actividades industriales detectadas, debe determinarse si una eventual norma de emisión permite prevenir un impacto relevante en los recursos a proteger. Las variables a considerar son niveles de emisión, peligrosidad del contaminante, efecto en la calidad del aire, cercanía a recurso vulnerable, valor del recurso a proteger. Al igual que en el caso anterior, al abordar las fuentes con mayores niveles de emisión y emisiones con contaminantes peligrosos, indirectamente hay una prevención en recursos porque son las fuentes que afectarían mayormente la calidad del aire. No obstante lo anterior, si la fuente se encuentra en una zona donde puede afectar un recurso natural vulnerable, entonces ella puede merecer mayor atención que una fuente que se ubique en una zona donde no exista recurso vulnerable alguno.

#### 2.2.9 Aplicación integral de los distintos criterios definidos.

Establecidos los principales criterios para determinar las actividades a normar, el siguiente paso es definir una metodología para establecer una priorización de las actividades a normar.

Para cada uno de los criterios se puede establecer niveles o grados de resultados según la actividad industrial analizada, por ejemplo de 1 a 3:

- 1: Bajo nivel de aplicación del criterio o bajo impacto de establecer una norma.
- 2: Medio nivel aplicación del criterio o medio nivel en resultado de establecer una norma.
- 3: Alto nivel de aplicación del criterio o alto nivel de resultado en establecer una norma.

Además, para cada uno de los criterios se puede definir un ponderador de modo de permitir una jerarquización de los criterios, por ejemplo de 1 a 3:

- 1: Prioridad menor
- 2: Prioridad media
- 3: Prioridad alta.

De este modo cada actividad a normar tendrá un puntaje según:

$$(Pje \text{ Activ})_j = \sum_{i=1}^8 \text{Prior}_i \times \text{Nresult}_{ij}$$

donde

$\text{Prior}_i$  = Prioridad asignada al criterio i.

Criterio 1: MNET, Mayor nivel de emisión total.

Criterio 2: EUCP, Emisión de un Contaminante Peligroso.

Criterio 3: NID, Nivel de información disponible.

Criterio 4: CEIN, Costo económico de implementar norma.

Criterio 5: CECN, Costo económico de cumplir la norma.

Criterio 6: BIDN; Beneficio indirecto de normar.

Criterio 7: PIS, Prevención Impacto en Salud

Criterio 8: PIR, Prevención Impacto en Recursos.

$\text{Nresult}_{ij}$  = Nivel de aplicación del criterio i en la actividad a normar j.

Actividad 1: Fuentes que utilizan calderas

Actividad 2: Plantas de Cemento

Actividad 3: Plantas de vidrio

Actividad 4: Fundiciones de Cobre

Actividad 5: Refinerías de Petróleo.

Actividad 6: Centrales Termoeléctricas.

### 2.3 Aplicar los criterios anteriores para definir las actividades industriales que se normarán especificando el contaminante y el nivel mínimo de emisiones.

Tanto la ponderación del criterio como el nivel o grado de resultado son valoraciones que debe establecer la autoridad ambiental respectiva. Por lo tanto, las valoraciones o ponderaciones que aquí se realizan son una propuesta de esta consultoría al aplicar la metodología diseñada, y los resultados pueden variar al modificar las ponderaciones respectivas.

**Tabla 2.3.1 Ponderación de Criterios**

Número Criterio	Criterio	Sigla Criterio	Ponderación Criterio
1.	Mayor nivel de emisión total	MNET	3
2.	Emisión de un Contaminante Peligroso	EUCP	1
3.	Nivel de información disponible	NID	2
4.	Costo económico de implementar norma	CEIN	2
5.	Costo económico de cumplir la norma	CECN	3
6.	Beneficio indirecto de normar	BIDN	1
7.	Prevención Impacto en Salud	PIS	3
8.	Prevención Impacto en Recursos	PIR	1

El siguiente paso es determinar el nivel de resultado para cada criterio según la actividad a normar.

### 2.3.1 Análisis y aplicación criterio 1: Mayor nivel de emisión.

Para el criterio de mayor nivel de emisiones, se debe determinar la reducción que se lograría con una norma de emisión para cada sector industrial. Aquellos sectores que signifiquen un mayor nivel de reducción de emisiones serían entonces aquellos con un nivel mayor de valoración. Para determinar las emisiones respectivas se aplican factores de emisión según los datos de consumo de combustible disponibles del INE, ejercicio que se presenta en Anexo N° 12.

Si se consideran las actividades industriales identificadas en las tablas N° 2.1.3 y 2.1.4. a nivel nacional, los resultados obtenidos se entregan en la siguientes tabla:

**Tabla 2.3.2. Estimación de emisiones totales por sector industrial.**

Sector Industrial	Estimación de Emisiones (ton/año)		
	PM	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Fundiciones de Cobre	12.327	457.000	ND
Sector Termoeléctrico	36.401	140.958	92.679
Fab. de Pasta de Madera, Papel y Cartón	815	3866	1.024
Elab. y Conserv. de Pescado y prod. del mar	321	5221	1.415
Elaboración. de productos Lácteos	105	841	299
Fabrica de Cemento, Cal y Yeso	130	4126	1.799
Elaboración de Azúcar	94	2980	1.299
Fab. de Abono y compuestos Nitrógenados	68	1021	246
Fabrica de Sustancias Químicas Básicas	17	254	61
Elab.y Cons. De Frutas, Legumbres y Verduras	35	517	124
Ind. Básicas de Hierro y Acero	30	746	288
Fabrica de Vidrio y Productos del Vidrio	21	319	77
Industria de Consumo Menor	20	303	73
Aserrado y Acepillado de Madera	12	190	46

Para verificar consistencia con los resultados presentados, se entrega tabla resumen de emisiones estimadas a nivel nacional por PRIEN dentro del Estudio de Emisiones de Gases Efecto Invernadero.

**Tabla 2.3.3 Emisiones Estimadas por Estudio PRIEN, según datos 1993 en miles de toneladas año.**

<b>Fuentes Fijas / Contaminante</b>	<b>CO</b>	<b>NOx</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
Industria de la Energía	9,6	19,7	38,7
Ind. Manuf. y Construcción	40,2	42,9	54,2
Comercial/Industrial/Residencial	438,1	14,0	25,9
Agricultura/silvicultura/pesca	5,1	0,7	4,9
<b>Total</b>	<b>492,9</b>	<b>77,3</b>	<b>123,7</b>

**Tabla 2.3.4 Valoración según actividad criterio 1: Reducción relativa de emisiones contaminante criterio.**

Actividad	Valoración criterio reducción relativa de emisiones contaminantes criterio
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	3
Plantas de Cemento	2
Plantas de Vidrio	1
Fundiciones de Cobre	3
Plantas Químicas	S/I
Refinerías de Petróleo	S/I
Centrales Termoeléctricas	3

### 2.3.2 Análisis y aplicación criterio 2: Emisión de un Contaminante Peligroso.

Respecto al criterio de peligrosidad, y de acuerdo a lo comprobado en el capítulo 2.1.2. se tiene que en general son los sectores industriales identificados, aquellos que generan un mayor nivel de emisión potencial de contaminantes peligrosos, a lo cual se le puede agregar algunas industrias químicas identificadas.

Ahora bien, en términos relativos se puede decir que en el caso de la producción de Cemento las Dioxinas y Furanos son los contaminantes peligrosos a considerar cuando hay quema de combustibles alternativos u otros residuos. En el caso de las fundiciones de cobre se deben considerar los metales pesados, en el caso de la industria química dependerá del tipo de proceso y uso de compuestos químicos, en el caso refinería de petróleo, la USEPA el benceno, tolueno, y fenol, entre otros. Por lo tanto para cada uno de estos sectores se asigna el mayor puntaje (3). Para vidrios y calderas dado que son emisiones menores se asigna nivel menor (2 y 1, respectivamente).

**Tabla 2.3.5 Valoración según actividad criterio 2: Reducción relativa de emisiones contaminante peligroso.**

Actividad	Valoración criterio reducción relativa de emisiones contaminantes peligroso
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	1
Plantas de Cemento	3
Plantas de Vidrio	2
Plantas químicas	S/I
Fundiciones de Cobre	3
Refinerías de Petróleo	S/I
Centrales Termoeléctricas	3

### 2.3.3 Análisis y aplicación criterio 3: Nivel de Información disponible.

Este criterio no debe ser muy significativo, dado que la información que no tiene la autoridad puede ser solicitada y por lo tanto fácilmente obtenida. Por otra parte, a nivel internacional para cada uno de los casos, la información está disponible y es extremadamente completa.

**Tabla 2.3.6. Valoración según actividad criterio 3: Nivel de información disponible.**

Actividad	Valoración criterio información disponible
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	3
Plantas de Cemento	3
Plantas de Vidrio	2
Plantas químicas	2
Fundiciones de Cobre	3
Refinerías de Petróleo	2
Centrales Termoeléctricas	3

### 2.3.4 Análisis y aplicación criterio 4: costo económico de implementar la norma.

El costo de desarrollar los estudios y análisis para implementar la norma es directamente proporcional a la información disponible por lo tanto la valoración debe coincidir con aquella de disponibilidad de información.

**Tabla 2.3.7 Valoración según actividad criterio 4: costo económico de implementar la norma.**

Actividad	Valoración criterio costo económico de implementar la norma
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	3
Plantas de Cemento	3
Plantas de Vidrio	2
Plantas químicas	2
Fundiciones de Cobre	3
Refinerías de Petróleo	2
Centrales Termoeléctricas	3

### 2.3.5 Análisis y aplicación criterio 5: costo económico de cumplir la norma.

El costo económico de cumplir la norma depende de estándar de emisión que se fije. Al respecto es interesante aplicar la experiencia normativa de Estados Unidos, quienes aplican el criterio de **costo por tonelada de reducción**. Donde los costos corresponden a una valoración anualizada de los costos de inversión y operación en reducción de emisiones, y la reducción de emisiones correspondería al total de toneladas anuales reducidas del contaminante en análisis.

A título ilustrativo, USEPA aplica el criterio de US\$ 5.000 / ton de reducción. Aunque empezaron a aplicar el criterio con US\$1.000 / ton. Actualmente, los Angeles California, uno de los Estados más exigentes de este país, aplica el criterio con US\$ 15.000/ ton.

**Tabla 2.3.8 Valoración según actividad criterio 5: costo económico de cumplir la norma.**

Actividad	Valoración criterio costo económico de cumplir la norma
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	Depende del nivel del estándar.
Plantas de Cemento	Depende del nivel del estándar.
Plantas de Vidrio	Depende del nivel del estándar
Plantas químicas	Depende del nivel del estándar
Fundiciones de Cobre	Depende del nivel del estándar
Refinerías de Petróleo	Depende del nivel del estándar
Centrales Termoeléctricas	Depende del nivel del estándar

### 2.3.6 Análisis y aplicación criterio 6: Beneficio Indirecto de normar.

Para determinar los beneficios indirectos de normar, se debe realizar un estudio específico de cada sector y sus fuentes involucradas. A priori, donde existe una mejor experiencia nacional es

en el caso de calderas de la Región Metropolitana, donde una norma de emisión estricta por un lado facilitó la entrada del gas natural, combustible limpio que además les significó a las empresas disminuir en algunos casos sus costos de operación. Este análisis en general se puede realizar en el contexto de incentivar la introducción de combustibles limpios y/o materias primas limpias.

**Tabla 2.3.9 valoración según actividad criterio 6: beneficio indirecto de normar.**

Actividad	Valoración criterio costo económico de implementar la norma
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	S/i
Plantas de Cemento	S/i
Plantas de Vidrio	S/i
Plantas químicas	S/i
Fundiciones de Cobre	S/i
Refinerías de Petróleo	S/i
Centrales Termoeléctricas	S/i

### 2.3.7 Análisis y aplicación criterio 7: Prevención impacto en salud.

Tal como ya se señaló, la mejor forma de determinar impactos en salud es mediante la aplicación de estimaciones que relacionen emisiones con calidad del aire, y estimaciones que determinan la relación entre calidad del aire y efectos en salud. Para el caso de Centrales Termoeléctricas se realiza un ejercicio al respecto. Para los demás sectores, una aplicación como la señalada se escapa a los alcances de este estudio, sin embargo, dado que se busca desarrollar una primera aproximación con la información disponible, es posible definir en términos relativos los sectores industriales que pueden afectar a una mayor población según su cercanía, información que se presenta en Anexo 13

**Tabla 2.3.10 valoración según actividad criterio 7: Prevención Impacto en Salud.**

Actividad	Valoración Prevención Impacto en Salud
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	(*)
Plantas de Cemento	(*)
Plantas de Vidrio	(*)
Plantas químicas	(*)
Fundiciones de Cobre	(*)
Refinerías de Petróleo	(*)
Centrales Termoeléctricas	(*)

(\*): Se requiere aplicar una metodología simplificada de estimación que se propone en este estudio. Esta metodología se aplica para algunos casos del sector termoeléctrico.

### 2.3.8 Análisis y aplicación criterio 8: Prevención Impacto en Recursos

Análogamente a la prevención en salud, para determinar el efecto en recursos se requiere:

- Mediante modelo de dispersión se determina la concentración ambiental en determinado punto de interés debido a la emisión en análisis.
- La concentración ambiental obtenida puede ser correlacionada con efectos en cada uno de los recursos considerados de interés.
- El efecto en cada recurso de interés puede ser valorado monetariamente.

La información que presenta mayor complejidad para su obtención es aquella que relaciona la concentración ambiental con el o los recursos de interés a proteger.

Un modelo alternativo más subjetivo es recurrir a la valoración experta de acuerdo a la metodología que se aplica en los Estudios de Impacto Ambiental.

**Tabla 2.3.11 Valoración según actividad criterio 8: Prevención Impacto en Recursos**

Actividad	Valoración criterio Prevención Impacto en Recursos
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	(*)
Plantas de Cemento	(*)
Plantas de Vidrio	(*)
Plantas químicas	(*)
Fundiciones de Cobre	(*)
Refinerías de Petróleo	(*)
Centrales Termoeléctricas	(*)

(\*): No existe información suficiente para desarrollar un modelo y efectuar las valoraciones respectivas.

Finalmente, y solamente con un fin ilustrativo, se puede aplicar la metodología de priorización propuesta para determinar aquellos sectores más prioritarios de normar. Dado que no se dispone de la información suficiente para valorar los impactos en salud, para este parámetro se supone coincidencia con el parámetro de emisiones totales. Respecto a las valoraciones que no se dispone de información, se supone una valoración de 1.

Así, se obtiene el siguiente resultado:

**Tabla 2.3.12 Resultados Priorización según metodología aplicada.**

	Valoración criterio MNET	Valoración Criterio EUCP	Valoración Criterio NID	Valoración Criterio CEIN	Valoración Criterio CECN	Valoración Criterio BIDN	Valoración Criterio PIS	Valoración Criterio PIR	Resultado Valoración Ponderada	Lugar
<b>Ponderación Valoración Criterio</b>	3	1	2	2	3	1	3	1		
<b>Actividad</b>										
<b>Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.</b>	3	1	3	3	1	1	3	1	45	3
<b>Plantas de Cemento</b>	2	3	3	3	1	1	2	1	41	4
<b>Plantas de Vidrio</b>	1	2	2	2	1	1	1	1	26	6
<b>Fundiciones de Cobre</b>	3	3	3	3	1	1	3	1	47	1
<b>Plantas Químicas</b>	1	3	3	3	1	1	1	1	35	5
<b>Refinerías de Petróleo</b>	1	2	2	2	1	1	1	1	26	6
<b>Centrales Termoeléctricas</b>	3	3	3	3	1	1	3	1	47	1

#### 2.4 Análisis de los contaminantes que ameritan ser normados.

La experiencia internacional muestra que los países norman al menos uno de los contaminantes identificados en las tablas 2.1.3 y 2.1.4. La decisión de él o los contaminantes a normar debiese depender de aspectos tales como el nivel relativo de emisiones respecto a un total (nacional, regional o de cuenca), y para el caso de los contaminantes criterio, de la situación de la calidad del aire del contaminante en cuestión o bien definir un nivel de emisiones sobre el cual normar<sup>40</sup>. Para el caso de un contaminante peligroso, el criterio sería definir una emisión mínima por sobre la cual se justifica normar<sup>41</sup>. Por lo tanto, la decisión de él o los contaminantes a normar debiese depender de aspectos tales como:

- Para el caso de un contaminante criterio, el nivel relativo de emisiones respecto a un total (nacional, regional o de cuenca), y la situación de la calidad del aire del contaminante en cuestión.
- Para el caso de un contaminante peligroso, el criterio sería definir una emisión mínima por sobre la cual se justifica normar.

<sup>40</sup> Por ejemplo, cada estado en Estados Unidos define fuente puntual como aquella fuente con emisiones superiores entre 5 y 25 toneladas por año de cualquier contaminante individual.

<sup>41</sup> Por ejemplo, se podría aplicar el criterio de la USEPA que define como fuente relevante de normar en HAP a aquella que emite más de 10 toneladas al año de un contaminante o 25 toneladas de una combinación de contaminantes peligrosos.

En ambos casos, se requiere identificar por actividad industrial los posibles contaminantes a normar. Al respecto, la experiencia internacional relativo a los contaminantes normados por actividad constituye una primera base de análisis, tablas 2.1.3. y 2.1.4. ya mencionadas.

De este modo, revisando la tabla 2.3.2. que muestra los totales de emisión por sector, se obtiene que los contaminantes relevantes a normar por sector son:

**Tabla 2.3.13 Resultado priorización según sector y contaminante asociado.**

Sector Industrial	Contaminantes					Prioridad
	PM	SO2	NOx	CO	Peligroso	
Sector Termoeléctrico	X	X	X	X	Ver Cuadro 1.15 PARTE II	1
Fundiciones de Cobre	X	X			Metales pesados, arsénico	1
Calderas de Sectores Diversos	X		X		No hay	3
Producción de Cemento	X	X	X	X	Dioxinas y furanos	4
Industria de Pulpa y Papel	X		X		H2S.	5
Plantas Químicas	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	5
Fundición y procesamiento, Hierro y Acero.	X	X			Metales pesados	5
Producción de Vidrio	X		X		No hay	6
Refinerías de petróleo	X	X		X	Benceno, tolueno, fenol, entre otros.	6

(\*): Requiere análisis caso a caso.

En los contaminantes criterio, el NOx y el CO se presenta como el último en la lista de prioridades porque en Chile no se presentan superaciones de estos contaminantes, aunque la reducción del NOx se justificaría por ser un contaminante secundario tanto para el material particulado fino como para el ozono. Así, se opta por no normar todos los contaminantes identificados por sector industrial, material particulado y SO2 deberían verse como primera prioridad, NOx y CO como segunda.

La Industria de Pulpa y Papel se ponderó en 5° lugar puesto que se considera como un caso particular de Industria Química. Se requiere de un análisis particular para definir si dentro de las actividades químicas relevantes desde un punto de vista de emisiones, amerita que algunas de ellas requieran de una prioridad mayor a la determinada con los criterios aplicados.

Se incorporó también la industria del Hierro y el Acero, dado que sus emisiones según factores de emisión son superiores al caso del vidrio y puede ser analizado como un caso análogo al del vidrio.

Finalmente, estos resultados se traducen en que al menos las siguientes fuentes existentes se verían afectadas con una futura norma de emisión.

**Tabla 2.3.14 Principales Fuentes Existentes a Establecer Norma de Emisión según Priorización Propuesta.**

Sector Industrial	Empresa / Planta Industrial.	Región	Contaminantes					Prioridad
			PM	SO2	NOx	CO	Peligroso	
Termo-eléctrico	Patache	I.	X	X	X	X	Ver Cuadro 4.2.12.	1
	Diesel Arica	I.						
	Diesel Iquique	I.						
	Mejillones	II.						
	Diesel Antofagasta	II.						
	CTM3	II.						
	Mantos Blancos	II.						
	Térmica Tocopilla	II.						
	Ciclo Combinado Tocopilla	II.						
	Diesel Enaex	II.						
	Gas Atacama	II.						
	Nueva Tocopilla	II.						
	Diego de Almagro	III.						
	Huasco TG	III.						
	Huasco Vapor	III.						
	Guacolda	III.						
	El Indio TG	IV.						
	Nehuenco	V.						
	Laguna Verde	V.						
	Ventanas	V.						
	San Isidro	V.						
	Celulosa Constituc. (Celco)	VII.						
	Los Robles	VII.						
	Energía verde	VII.						
	Arauco	VIII.						
	Bocamina	VIII.						
	Cabrero	VIII.						
	Laja	VIII.						
	Petropower	VIII.						
	Antihue	X.						
	Puerto Aysen	XI.						
	Coyhaique	XI.						
	Punta Arenas	XII.						
	Puerto Natales	XII.						
	Porvenir	XII.						
	<b>Número de fuentes: 35.</b>							
Fundiciones	Codelco Chuquicamata	II.	X	X			Metales	1

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

de Cobre	Alto Norte Codelco Potrerillos Enami Paipote. Enami Ventanas. Exxon Chagres Codelco Teniente <b>Número de fuentes: 7.</b>	II. III. III. V. V. VI.					pesados, arsénico	
Calderas de sectores diversos	Iquique (pesca) Guanaye (pesca) SOQUIMICH (abonos) Pisco Capel (pisco) Pisco Control (pisco) Varias (Conservación frutas, legumbres, hortalizas). Iansa Curicó (azucar) Iansa Linares (azucar) Varias (Conservación frutas, legumbres, hortalizas). Iansa Chillán (azucar) Iansa Los Angeles (azucar) Machasa (Textil) El Golfo (pesca) Itata (pesca) Landes (pesca) Bio Bio (pesca) Alimar (pesca) Loncoleche (leche) Parmalat (leche) Soprole (leche) Nestlé (leche) Iansa Rapaco (azucar) Loncoleche (leche) Colún (leche) Soprole (leche) Nestlé (leche) Tripesca S.A. (pesca). Friosur. (pesca). Antártica (pesca). Pesca Chile (pesca). Froward Pesca Chile <b>Número de Plantas: 33.</b>	I. I. II. IV. IV. VI. VII. VII. VII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. IX. IX. IX. IX. IX. X. X. X. X. X. X. X. X. X. XI. XI. XI. XI. XII. XII.	X		X			3
Producción de Cemento	INACESA. Planta de Cal. Planta Vallenar Polpaico (Proyecto)	II. III. III.	X	X	X	X	Dioxinas y furanos	4

*Propuesta e Implementación de Normas Atmosféricas para Fuentes Fijas a Nivel Nacional y Recopilación de Información de Soporte Técnico-Económico para la Dictación de una Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.*

	Cemento Melón. Cemento Bio Bio Planta Teno. Cemento Bio Bio. <b>Número de Plantas: 6.</b>	V. VII. VIII.						
Industria de pulpa, papel y cartón.	Papelera del Pacífico. Celulosa Constitución. Celulosa Licancel CMPC planta Maule Celulosa Arauco. Inforsa Forestal Santa Fe CMPC Celulosa Laja Papeles Bio Bio Celulosa del Pacífico CMPC Planta Cartulinas Valdivia. <b>Número de Plantas: 11.</b>	VI. VII. VII. VII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. IX. X.	X		X		H2S	5
Producción de Vidrio	Vidrios Lirquen <b>Número de Plantas: 1.</b>	VIII.	X		X			6
Plantas Químicas	Petroquímica Dow (petroquímica) Occidental Chemical (petroquímica) Petroquim (petroquímica) Eka Chemicals Chile (química). Methanex (planta de metanol) ENAEX Planta Cabo Negro (proyecto) (Planta de Amoníaco). <b>Número de Plantas: 6.</b>	VIII. VIII. VIII. VIII. XII. XII.	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	6
Fundición y Procesamiento de Hierro y Acero.	Siderúrgica Huachipato Planta Pellets. Siderúrgica Huachipato CAP. <b>Número de Plantas: 2.</b>	III. VIII.	X X				Metales pesados.	6
Refinerías de petróleo	ENAP RPC ENAP PETROX ENAP Planta Topping Gregorio. <b>Número de Plantas: 3.</b>		X	X		X	Benceno, tolueno, fenol, entre otros.	6

Por lo tanto, se obtienen del orden de 104 fuentes existentes relevantes de normar, agrupados en 9 sectores.

### **3 PREPARAR UN PLAN DE NORMAS CON LAS CARACTERÍSTICAS PREVIAMENTE INDICADAS, Y PRIORIZAR DENTRO DE ESE PLAN LAS NORMAS ALLÍ CONTENIDAS.**

#### 3.1 Definir criterios de priorización para establecer normas de emisión.

Los criterios de priorización para establecer un plan de normas de emisión y su metodología de aplicación corresponden a la descripción y análisis ya presentado en el punto 2.1.2.b.

#### 3.2 Priorizar dentro del universo de actividades industriales ya identificada por región, aquellas actividades industriales y contaminantes asociados según un cierto cronograma, por ejemplo, a cinco años plazo.

En el punto 4.1.2.c. se aplicó la metodología propuesta para establecer las actividades más relevantes a normar, lo cual se puede extender a una priorización.

Según la metodología aplicada a la lista priorizada obtenida se puede proponer una calendarización a 5 años, considerando que todo el proceso desde la generación de la norma hasta su promulgación puede tomar del orden de los 2 años.

**Tabla 3.1.1**

Actividad	Priorización	Año de Inicio del Proceso Formal de Dictación de la Norma
Centrales Termoeléctricas	1	1
Fundiciones de Cobre	1	1
Fuentes que utilizan calderas a carbón, leña o petróleo pesado.	3	1
Industria de la Pulpa, Papel y el Cartón.	4	3
Plantas de Cemento	5	3
Plantas químicas	6	5
Refinerías de Petróleo	6	5
Plantas de Vidrio	6	5

Como es sabido, para dar inicio formalmente a un proceso de dictación, previamente se requiere realizar estudios y análisis básicos para el desarrollo de la norma. En el caso de los tres primeros sectores los antecedentes ya están disponibles (dos primeros sectores) o son fácilmente obtenibles (caso calderas) dado el nivel de conocimiento acerca de ellos. Para el resto de los sectores, al menos un año antes del plazo propuesto, debe iniciarse la recopilación, estudio y análisis de antecedentes, tarea que ya se ha iniciado en el caso de Plantas de Cemento.

### 3.3 Propuesta de criterios normativos para estándares de emisión de nivel nacional

Los primeros elementos a definir para los estándares de emisión de nivel nacional, son los criterios normativos a aplicar. Ellos corresponden a:

- Definición de los objetivos de los estándares de emisión de nivel nacional.
- Definición de las características de los estándares de emisión de nivel nacional.

Solamente definidos los objetivos de los estándares de emisión, se pueden determinar las características de ellos. En el siguiente punto 3.3.1. se desarrollan y justifican los objetivos propuestos. En el punto 3.3.2. se establecen las características de los estándares de emisión obtenidos de aplicar los objetivos planteados para ellos. En el punto 3.3.3. se presenta un esquema resumen.

#### 3.3.1 Objetivo de la norma de emisión.

Se proponen los siguientes objetivos a considerar en el establecimiento de una norma de emisión de nivel nacional:

- a) Prevenir la contaminación mediante la minimización de los niveles de emisión de las fuentes fijas de un modo factible desde un punto de vista técnico y económico.
- b) Mejorar en el país los niveles actuales de calidad del aire.
- c) Contribuir a un desarrollo económico equilibrado y sustentable.
- d) Promover la eficiencia productiva.

La justificación de cada uno de ellos se presenta a continuación.

El objetivo de prevención de la contaminación se presenta en primer lugar porque incorpora a todos los demás. En efecto, una norma de emisión aplicable a nivel nacional, que se establece para prevenir mediante la minimización de los niveles de emisión de las fuentes fijas de un modo factible desde un punto de vista técnico y económico, permite mejorar los niveles de calidad del aire, contribuir a un desarrollo económico y sustentable, y promover la eficiencia productiva. Cabe hacer notar que el concepto de prevención que se aplica es más amplio que el concepto de evitar una condición de saturación, sino que conlleva el concepto de maximizar la reducción de emisiones de un modo factible técnica y económicamente. De este modo se minimizan los niveles de los parámetros de calidad del aire, independientemente de la situación particular de calidad del aire. En el caso de zonas saturadas o latentes son los planes de descontaminación y prevención los que deben definir las normas de emisión respectivas, metas y plazos.

A continuación se describe la justificación de lo descrito y de cada uno de los objetivos planteados.

##### 3.3.1.1 Prevenir mediante la minimización de los niveles de emisión de las fuentes fijas de un modo factible desde un punto de vista técnico y económico.

Una norma de emisión de nivel nacional diseñada con el criterio de **minimizar los niveles de emisión de un modo factible técnica y económica** tiene un objetivo de prevención porque mejora los niveles actuales de calidad del aire independiente del estado de saturación, latencia o no saturación.

El principio preventivo aplicado a nivel internacional, no sólo consiste en prevenir que ocurran excedencias en los niveles de calidad del aire de zonas no saturadas, si no que el concepto es más amplio, al inducir a las fuentes nuevas a ingresar con la mejor tecnología disponible. Además, en fuentes existentes se obliga a actualizar permanentemente su tecnología, independientemente de la situación de calidad del aire en la cual ella se encuentre.

En el caso de fuentes nuevas, al introducir este concepto preventivo, se retarda el llegar a una zona saturada o latente, dado el ingreso sostenido de nuevas fuentes. El punto es que, si existe un crecimiento sostenido de la actividad económica, entonces habrá un ingreso sostenido de nuevas fuentes a una misma zona, y aún cuando ellas entren con las menores emisiones, en el largo plazo se llegará a una situación al menos de latencia.

Lo anterior justifica también actuar sobre las fuentes existentes con niveles de emisión relevantes. En efecto, si a ellas se les induce también a mejorar sus tecnologías y a minimizar sus emisiones, entonces la reducción de emisiones permitirá ya sea un mayor ingreso de fuentes o bien una mayor holgura en tiempo hasta alcanzar una situación de saturación. Es aquí donde se debe considerar el tamaño de las fuentes. Para fuentes existentes, la decisión de actuar sobre ellas se justifica en aquellos casos en los cuales ellas por sí solas generan un nivel significativo de deterioro en la calidad del aire aún cuando no generen una situación de saturación. Para fuentes menores, no hay una razón ambiental que justifique el esfuerzo normativo o el mayor costo privado de cumplimiento, salvo que estas fuentes se encuentren en una zona saturada debido aun gran número de fuentes, tal como es el caso de la Región Metropolitana.

Por otra parte, debe tenerse presente que la norma de emisión **no es la única herramienta de gestión ambiental y debe actuar junto con otros instrumentos** tales como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y a futuro un eventual Sistema de Permisos Transables. En efecto, por muy estricta que sea la norma de emisión ella no puede garantizar que no se provoque una superación de los límites de calidad del aire en una zona anteriormente no saturada, o bien, aún cuando no provoque superación de una norma de calidad, podría generar aumentos en la concentración ambiental superiores a lo que la comunidad acepte. En este sentido, la herramienta aplicada en Estados Unidos de “Prevención de Deterioros Significativas en zonas de Cumplimiento”, podría ser un instrumento complementario a las normas de emisión interesante de aplicar en nuestro país.

### 3.3.1.2 Mejorar en el país los niveles actuales de calidad del aire.

Una norma de emisión de validez nacional no puede garantizar el cumplimiento de la calidad del aire de cada localidad del país, pero sí podría permitir un mejoramiento de los niveles actuales de calidad, en todos aquellos casos en que la norma de emisión se fije a un nivel inferior al nivel actual de emisiones de la fuente fija respectiva.

Por otra parte, en una situación específica de zona saturada o latente, los planes de descontaminación o prevención pueden imponer normas de emisión más estrictas a las definidas por las normas de nivel nacional, con el objetivo de cumplir con las normas de calidad del aire o evitar que estas se superen.

Obviamente, estas normas de emisión no deberían ser menos estrictas que las fijadas a nivel nacional, ni más estrictas a lo alcanzable tecnológicamente, (criterio LAER). Respecto al objetivo de asegurar el cumplimiento de las normas de calidad respectivas, las normas de emisión, definidas dentro de planes de descontaminación o prevención, pueden complementarse con un sistema de compensación de emisiones, de manera que el total a asignar sea consistente con el objetivo de la norma de calidad del aire. De este modo, fuentes nuevas deberán compensar al menos el 100% de sus emisiones y para las fuentes existentes podría considerarse también la alternativa de exigir que ellas compensen la diferencia entre su emisión real y su emisión asignada.

Todo el análisis anterior es válido para contaminantes criterio, los cuales cuentan con norma de calidad. En el caso de contaminantes peligrosos, en el país no hay normas de emisión salvo para el arsénico<sup>42</sup>. En contaminantes peligrosos hay que distinguir entre aquellos con nivel umbral y aquellos que no tienen nivel umbral. Para un contaminante peligroso sin nivel umbral, siempre será justificable establecer una norma de emisión dado su efecto directo en la salud de la población afectada.

Para un contaminante peligroso con nivel umbral, hay tres enfoques posibles. Uno es trabajar de un modo análogo a un contaminante criterio esto es establecer primero una norma de calidad de aire, de acuerdo al nivel umbral previamente determinado, luego, el análisis sería análogo al caso de un contaminante criterio. Otro enfoque es actuar sin norma de calidad de aire, pero establecer una norma de emisión según un criterio preventivo. Un tercer enfoque alternativo corresponde al análisis de riesgo, que es el aplicado en algunos países de Europa, particularmente en Holanda y también en Estados Unidos, Este enfoque fue ya explicado en el capítulo 1.2 revisión de experiencias internacionales, puntos 1.2.1 caso Estados Unidos y punto 1.2.5. caso de Holanda.

La ventaja de actuar con una norma de emisión según criterio preventivo es que se pueden establecer las regulaciones de un modo más rápido y efectivo al caso de normas de calidad. Cabe señalar que estados Unidos y países de Europa han definido más de 180 compuestos peligrosos, lo cual hace inviable el camino de establecer para cada uno de ellos normas de calidad. El enfoque de análisis de riesgo podría ser aplicado de un modo complementario a la norma de emisión tal como se practica en Estados Unidos.

### 3.3.1.3 Contribuir a un desarrollo económico equilibrado y sustentable.

Una norma de emisión nacional elaborada con un criterio preventivo de minimizar las emisiones de un modo factible técnica y económicamente, tiene implícito también un **objetivo de desarrollo económico equilibrado** al unificar criterios para evitar la competencia entre

---

<sup>42</sup> Norma de emisión para la Regulación del Contaminante Arsénico Emitido al Aire, Decreto Supremo N°165 de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

empresas de distintas regiones en base a menores exigencias ambientales, lo cual la Comunidad Europea lo ha denominado como “ventajas legislativas ambientales”. En efecto, normas de emisión de nivel nacional evitarían que zonas ambientales limpias se deterioren debido a normas ambientales inexistentes o muy relajadas, con lo cual se previene que zonas limpias “atraigan” fuentes de emisión con tecnologías antiguas o menos exigentes, que no incorporan adecuadamente la variable ambiental bajo el criterio preventivo ya explicado.

Otro elemento interesante de consignar es que el principio preventivo, entendido no sólo como evitar una situación de saturación sino más bien como minimización de las emisiones de un modo técnica y económicamente factible, está muy relacionado con el principio de **sustentabilidad económica ambiental**, esto es permitir el crecimiento del país de un modo sustentable ambientalmente. En efecto, al aplicar este concepto en el mediano plazo se logra que un mayor número de fuentes nuevas puedan ingresar a una cuenca antes que ella se torne en una zona saturada o latente.

Por otra parte, si no se aplica este concepto, en rigor, no hay impedimento legal para que una sola fuente, pueda emitir justo hasta el nivel antes de la saturación. Esta situación generaría que, la siguiente fuente nueva interesada en ingresar a la cuenca, no podría hacerlo porque provocaría la saturación; o bien tendría que entrar aplicando el sistema de compensación de emisiones, negociando justamente con la fuente que copó el espacio disponible sin hacer esfuerzo ambiental.

Se puede señalar que en ambos casos no hay superación de la norma de calidad, sin embargo, en la situación sin norma de emisión de acuerdo al concepto preventivo, se puede llegar a una situación monopólica u oligopólica, en la cual las fuentes existentes evitan o dificultan que nuevas fuentes ingresen. En cambio, si se establece una norma de emisión con las características ya señaladas, con una exigencia de adopción de tecnologías que minimizan las emisiones, se tendrían más fuentes interactuando y por lo tanto se alcanzaría una condición de mejor sustentabilidad, esto es, mayor desarrollo económico cumpliendo con las exigencias ambientales.

Otro elemento positivo de disponer de normas de emisión nacionales es que disminuye la incertidumbre respecto a las condiciones a cumplir por fuentes nuevas y por lo tanto se puede considerar como otro elemento que colabora al desarrollo económico. En efecto, si las fuentes nuevas que se someten al SEIA conocen los parámetros exigibles de acuerdo a una norma de emisión vigente a nivel nacional, ellas no tendrán la incertidumbre de depender del criterio de la autoridad respecto a los respectivos niveles de emisión y a la norma internacional a considerar. En particular, de acuerdo al Reglamento del SEIA en parámetros no normados, se aplica la norma Suiza para evaluar el riesgo para la salud de la población y los efectos sobre recursos naturales renovables<sup>43</sup>. En todo caso, aún cuando exista una norma de emisión de nivel nacional,

---

<sup>43</sup> Según DS N°30/97 Minsepres Reglamento del SEIA, “Artículo 7.- Las normas de calidad ambiental y de emisión que se utilizarán como referencia para los efectos de evaluar el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b), ambas del artículo 11 de la Ley, serán aquellas vigentes en la Confederación Suiza”. Ley de Bases del Medio Ambiente Artículo 11: “letra a) riesgo para la salud de la población debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos, letra b) efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el agua, suelo y aire”.

adicionalmente dentro del SEIA una fuente nueva debe demostrar que producto de sus emisiones no producirá un deterioro significativo en la calidad del aire ni un impacto negativo en la salud de las personas o los recursos naturales.

#### 3.3.1.4 Promover la eficiencia productiva.

Una norma de emisión diseñada con un objetivo de minimización de un modo factible técnica y económicamente, tiene también implícito el objetivo de promover la eficiencia productiva, de modo que, fuentes nuevas seleccionen equipos más eficientes con menores emisiones, y fuentes existentes mejoren sus procesos y/o seleccionen insumos más limpios.

#### 3.3.2 Característica de la Norma de Emisión

##### 3.3.2.1 Norma de emisión determinada por el estado del arte y sujeta a factibilidad técnica y económica de implementación.

El objetivo de prevención, traducido en minimizar las emisiones de un modo factible técnica y económicamente conlleva a obtener normas de emisión determinadas por el estado del arte y su factibilidad técnica y económica de implementación. El factor tecnológico y económico pasan a ser fundamentales en la definición de la norma.

En efecto, según la ponderación que se le otorgue al costo versus el estado del arte en materia tecnológica se pueden definir los respectivos niveles de emisión. Por ejemplo, recogiendo de un modo simplificado la experiencia de Estados Unidos se podría definir:

- **LAER:** Lowest Achievable Emission Rate, nivel de emisión más bajo alcanzable. En este caso la ponderación de costo económico no se toma en cuenta.
- **BACT** (Best Available Control Technologie), mejor tecnología de control disponible. Específicamente el concepto de disponible considera el factor económico.
- **RACT:** Reasonable Available Control Technologie, Tecnología Razonable de Control Disponible. Además de la disponibilidad se agrega el concepto de razonable, en sentido que el costo a incurrir debe ser factible desde un punto de vista económico para la fuente de emisión y la actividad en particular, según el contexto nacional o regional en el que se inserte.

Para aplicar estos conceptos en el caso nacional, se propone explicitar el factor económico detrás de una propuesta de norma de emisión. Ello en términos de costos por unidad de reducción, donde los costos corresponden a una valoración anualizada de los costos de inversión y operación en abatimiento, y la reducción de emisiones correspondería al total de toneladas anuales reducidas del contaminante sujeto a regulación.

Si se aplican valores similares a los utilizados en Estados Unidos<sup>44</sup>, los valores a considerar para MP, SOx y NOx serían:

---

<sup>44</sup> Según discusión realizada con Dr. James Lentz, en seminarios realizados los días 17 y 18 de enero de 2001.

LAER: US\$ 10.000 a 15.000 US\$/Ton de reducción.

BACT: US\$ 5.000 US\$/Ton de reducción.

RACT: US\$ 1.000 a 3.000 US\$/Ton de reducción

Si se opta por un nivel menos estricto, considerando que nuestro país tiene un desarrollo económico menor al norteamericano, se podrían definir valores para los mismos contaminantes, del orden de:

LAER: US\$ 7.000 +/- 2.000 US\$/Ton de reducción.

BACT: US\$ 3.500 +/-1.500 US\$/Ton de reducción.

RACT: US\$ 1.000 +/- 1.000 US\$/Ton de reducción.

Pueden desarrollarse variados estudios tendientes a justificar los valores anteriores u otros desde una perspectiva económica de costo y beneficio, sin embargo, finalmente los valores a determinar son una convención determinada por actores relevantes de la sociedad. En el caso particular de Estados Unidos, detrás de las cifras señaladas no hay una justificación técnica precisa, aunque se señala que los costos serían muy inferiores a los beneficios en salud.<sup>45</sup> Por otra parte, las valoraciones a la salud tanto en cuanto a muerte como a enfermedad son también superiores a las valoraciones que se aplican en nuestro país.

Otro concepto aplicado en Estados Unidos es el de MACT, Máximo Nivel de Reducción Alcanzable, el cual se aplica a contaminantes peligrosos. En la práctica, el concepto de MACT es similar al de BACT sólo que en un caso se trata de contaminantes criterio, y en el otro a contaminantes peligrosos.

Respecto a la aplicación de este concepto a través de una norma de nivel nacional, el punto a evaluar es, si conviene desde un punto de vista de priorización abordar simultáneamente contaminantes criterio y contaminantes peligrosos. La experiencia internacional respecto a estos últimos es muy reciente, los costos de medición son muy mayores y la experiencia nacional es muy limitada. Desde esta perspectiva, tal como se discute en el punto 3.2. respecto a priorización normativa, se propone el desarrollo de normas de contaminantes peligrosos como una etapa posterior a la definición de normas de contaminantes criterio. Por otra parte, tal como ya se ha señalado, normas de emisión de contaminantes criterio pueden conducir indirectamente a la reducción de contaminantes peligrosos.

Finalmente, estos conceptos (LAER, BACT, MACT y RACT) corresponden a distintos niveles de exigencia que se aplican según las respectivas distinciones a realizar, esto es, de acuerdo a antigüedad de la fuente, el tipo de fuente, el tamaño de la fuente, la situación de la calidad del aire, lo cual se trata en los siguientes puntos 3.3.2.2., 3.3.2.3, 3.3.2.4 y 3.3.2.5, y se presenta esquemáticamente en el punto 3.3.3.

---

<sup>45</sup> Discusión con Dr. James Lentz, ex director ejecutivo de calidad del aire del distrito de la Costa Sur (Executive officer of the South Coast Air Quality Management District, SCAQMD), en los Angeles California.

La definición de rangos de valores para LAER, BACT y RACT, le entrega a la autoridad ambiental una cierta flexibilidad para elegir el valor más conveniente dentro de los rangos definidos, el cual no necesariamente debe ser aquel de costo unitario mayor. Cabe señalar que los rangos a definir son arbitrarios y corresponde a la autoridad ambiental determinarlos. Finalmente, en el caso de fuentes nuevas, al adoptar las normas de emisión que se aplican en países desarrollados como Estados Unidos o la Comunidad Europea, se puede señalar que las normas tienen una característica de BACT, dado que es el criterio aplicado en la normativa internacional de estos países cuando norman a nivel general, sin considerar la situación particular de una cuenca atmosférica.

### 3.3.2.2 Normas de emisión diferentes para fuentes nuevas, existentes y sometidas al SEIA

Es claramente justificable definir normas de emisión más estrictas a fuentes nuevas porque estas últimas tienen la posibilidad de acceder a tecnologías más modernas y por lo tanto incorporar desde un inicio el concepto de la mejor tecnología disponible. La distinción entre fuente existente y fuente nueva es generalizable a prácticamente toda la experiencia internacional analizada.

Para **fuentes existentes**, la alternativa más relajada, sería no normar las fuentes existentes y dejar la tarea a los respectivos planes de descontaminación de zonas saturadas o latentes, siguiendo de este modo el procedimiento de Estados Unidos. Con este enfoque, fuentes existentes en zonas no saturadas no tendrían norma de emisión en el corto plazo, hasta que la zona se torne latente por el ingreso de nuevas fuentes, o hasta que ellas realicen modificaciones o transformaciones, con lo cual pasan a catalogarse como fuentes nuevas, que deben cumplir con las nuevas normas de emisión.

La alternativa más rigurosa, que aplican los países con legislación más estricta es definir una sola norma de emisión pero distinguiendo a las fuentes nuevas o existentes respecto a los plazos de cumplimiento. Es el caso de Alemania y Suiza, que establecen que las normas a las cuales están sujetas fuentes nuevas y existentes son las mismas, y a las fuentes existentes sólo es concedible dar plazos para ajustarse a las normas. Aún así, la experiencia Suiza deja una puerta abierta en el sentido que la norma no puede ser excesivamente costosa de cumplir, en cuyo caso, es el afectado quien debe presentar los argumentos técnicos y económicos que justifiquen esta posición.

Frente a estas dos alternativas, proponemos una opción intermedia que consiste en establecer normas de emisión de nivel nacional sólo a las grandes fuentes existentes, que afecten la calidad del aire en forma significativa, aún cuando no provoquen una condición de saturación o latencia. Como ya se ha señalado, para fuentes existentes en zonas saturadas, los planes de descontaminación o prevención, podrán definir normas de emisión más estrictas el cual además puede incluir mecanismos de compensación de emisiones.

Respecto a **fuentes nuevas**<sup>46</sup>, siempre se aplicará la norma de emisión de nivel nacional, salvo

---

<sup>46</sup> Fuentes existentes que realizan modificaciones o transformaciones se redefinen como fuentes nuevas.

en las zonas donde existan o se establezcan planes de descontaminación o prevención, en cuyo caso, la norma será la definida por el respectivo plan. Los planes de descontaminación o prevención pueden imponer normas de emisión más estrictas a las definidas por las normas de nivel nacional y además imponer los respectivos mecanismos de compensación de emisiones donde las fuentes nuevas compensan al menos el 100% de sus emisiones.

Una categoría adicional, entre fuente nueva y existente, es **fuentes existentes sometidas al SEIA**. En este sentido, si dentro del SEIA la fuente comprometió un nivel de emisión más estricto que el definido en la norma de emisión definida por ejemplo con criterio RACT, entonces no habría razón para que la exigencia a ellos se relajase, y por lo tanto deberían continuar con el nivel definido dentro del SEIA. La justificación para no relajar la restricción tiene que ver con el criterio preventivo. Si la propia fuente puede cumplir con parámetros más estrictos que otras fuentes existentes antiguas, quiere decir que para ella es técnicamente factible su cumplimiento y por lo tanto es consistente con el criterio de prevención ya desarrollado. Otro argumento es que dentro del SEIA toda la evaluación ambiental que demostraba que la situación ambiental de la zona no se afectaba significativamente con la operación de ella, se realizó con los parámetros comprometidos en el sistema, y por lo tanto si cambian las condiciones en términos de mayores emisiones, el análisis de los efectos ambientales puede también variar.

Otro caso que también puede darse, es que la norma de emisión sea más estricta que el nivel autorizado por el SEIA. En este caso, la situación de la fuente podría ser similar a otras fuentes antiguas que tendrían que adaptar sus condiciones de operación a la nueva norma, situación que puede ser abordada otorgando plazos de cumplimiento. En el caso de considerar la posibilidad de respetar los niveles definidos en el SEIA, debe considerarse que este proceder no sea discriminatorio respecto a las otras fuentes existentes que funcionaban antes del SEIA.

### 3.3.2.3 Normas de emisión diferentes según tipos de fuentes.

Al aplicar el concepto de minimización de emisiones sujeto a la factibilidad técnica y económica, el concepto conduce a obtener normas de emisión diferentes según tipo de fuente. Si se aplica este criterio, no sólo se justifica elaborar estándares de emisión distintas por sectores industriales, si no que también dentro de un sector industrial, también podrán establecerse diferencias. Por ejemplo, para el caso de las centrales termoeléctricas, tal como se desarrolla en la segunda parte de este informe, se pueden proponer normas de emisión distintas según el uso de diferentes combustibles, distinguiendo por ejemplo entre sólidos, líquidos y gaseosos, y por lo tanto cada tipo de Central podrá tener distintos niveles de exigencia. Otro ejemplo, que se encuentra en la normativa internacional, entre otros, es el caso para la industria del vidrio y cemento para las cuales se hace distinción según las materias primas utilizadas.

En general la normativa de Estados Unidos distingue por Instalación Industrial, de modo que para cada una de ellas establece las regulaciones específicas por fuente de emisión, pero además establece otros requisitos, los cuales no necesariamente corresponden a normas de emisión sino más a bien a procedimientos tanto de manejo y operación (por ejemplo condiciones de funcionamiento) como de entrega de información a la autoridad (por ejemplo a condiciones y frecuencias de entrega de mediciones).

El ejemplo anterior perfectamente puede ser aplicado en el caso nacional, donde como primer elemento se puede definir el sector industrial a regular (por ejemplo Instalaciones de Centrales Termoeléctricas, Instalaciones Asociadas a Hornos de Cemento, Instalaciones de Fabricación de Vidrio, etc), y luego especificar según tipo de fuente el requisito particular. La ventaja de elaborar una norma en este sentido es que se podría ampliar el espectro de la regulación no sólo al tema de aire sino también al control de otros parámetros tal como el manejo de residuos sólidos. La desventaja sería que la normativa a desarrollar se puede complicar al incorporar más elementos.

#### 3.3.2.4 Normas de emisión diferentes según tamaño de la fuente

Al aplicar el concepto de minimización de emisiones sujeto a la factibilidad técnica y económica, el concepto de costo efectividad conduce también a obtener normas de emisión diferentes según el tamaño de la fuente dentro de un mismo sector industrial. En efecto, a mayor tamaño de la fuente el costo unitario de reducción, expresado en costo por unidad de reducción de emisiones (\$/tonelada de reducción) es menor.

Una primera distinción que se propone aplicar es entre fuente de emisión mayor y fuente de emisión menor. Al respecto, la experiencia de Estados Unidos puede ser interesante, dado que define fuente de emisión mayor en un contaminante peligroso a aquellas fuentes que emiten más de 10 toneladas de un contaminante al año o 25 toneladas de la combinación de contaminantes. Por otra parte, en el caso de contaminantes criterio la definición varía de Estado a Estado, pero en general se define como una fuente cuyas emisiones son superiores a valores comprendidos entre 5 y 25 toneladas por año de cualquier contaminante individual.

#### 3.3.2.5 Normas de emisión diferentes según situación de la calidad del aire.

Los niveles de emisión a definir pueden ser más estrictos ya sea en zonas con calidad del aire deteriorada (zonas saturadas o latentes) o bien en zonas donde se desee conservar u obtener una calidad del aire mejor a aquella definida por las normas de calidad primarias o secundarias.

Por otra parte, debe tomarse en cuenta que **en zonas saturadas o latentes** corresponde al procedimiento de **planes de descontaminación** establecer las normas de emisión respectivas, las cuales pueden ser más estrictas que las normas de emisión de nivel nacional. En todo caso, para **fuentes nuevas**, en **zonas saturadas** sería lógico que la autoridad local defina el máximo nivel de exigencia (LAER para fuentes grandes y BACT para fuentes medianas y pequeñas), además de la exigencia de compensar al menos el 100% de las emisiones con otras fuentes del área<sup>47</sup>. Así, no se compromete el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones del respectivo plan de descontaminación y prevención. Un nivel BACT podría estar definido en la norma de emisión de nivel nacional. Una norma LAER, sólo podría definirse dentro del Plan de Descontaminación de la localidad respectiva. Para **fuentes existentes**, si ellas están en zona saturada entonces es a través del Plan de Descontaminación en donde se debe definir, en

---

<sup>47</sup> En el caso de la Región Metropolitana se exige compensar en un 120% y se ha propuesto aumentar la exigencia a 150%.

función de su objetivo, la norma de emisión respectiva. Respecto de esto, se debe evaluar si se aplica una norma que se ajusta a un criterio BACT o RACT y la posibilidad complementaria de aplicar un sistema de compensación de emisiones. Si la fuente existente no está en zona saturada entonces no habría necesidad de fijar una norma más estricta que RACT.

En **zonas no saturadas**, el nivel de exigencia debería ser menor. **Para fuentes nuevas grandes**, ellas podrían cumplir con una norma BACT, pero para **fuentes medianas o pequeñas** podría ser suficiente que cumplieran una norma RACT.

Para aclarar estos distintos niveles posibles de exigencia, en el punto 3.3.3, se presenta un esquema que resume lo señalado anteriormente.

### 3.3.2.6 Norma de emisión aplicable a partir de un nivel mínimo de actividad o de emisión

La experiencia internacional muestra que las normas de emisión se definen para actividades que superan ciertos valores, ya sea en términos de consumo de combustible, nivel de emisiones o potencia instalada, entre otros. Definir un nivel mínimo de emisiones tiene la ventaja de dirigir los esfuerzos solamente a las fuentes que presenten una cierta relevancia. De este modo, se logra una acción fiscalizadora más eficaz al concentrar los esfuerzos solamente en lo relevante, y además se evita al sector fiscalizado a incurrir en costos innecesarios tales como la obligatoriedad de medir el contaminante respectivo hasta eventuales inversiones en captación de emisiones que lleguen a ser irrelevantes desde el punto de vista de reducción global de emisiones.

En el punto 3.3.2.4. se propuso una distinción entre fuente mayor y fuente menor. Para este caso se podría definir como fuente grupal a una fuente que emita menos del 10% de los parámetros definidos para una fuente menor.

### 3.3.3 Presentación a nivel esquemático de las características de las normas de emisión de nivel nacional.

De acuerdo a los objetivos de las normas de emisión de nivel nacional y sus características, los distintos límites de emisión, determinados según el criterio de prevención de la contaminación, podrán clasificarse en<sup>48</sup>:

- LAER: Lowest Achievable Emission Rate, nivel de emisión más bajo alcanzable. En este caso la ponderación de costo económico no se toma en cuenta.
- BACT (Best Available Control Technologie), mejor tecnología de control disponible. Específicamente el concepto de disponible considera el factor de disponibilidad comercial.
- RACT: Reasonable Available Control Technologie, Tecnología Razonable de Control Disponible. Además de la disponibilidad se agrega el concepto de razonable, en sentido que el costo a incurrir debe ser factible desde un punto de vista económico para la fuente de emisión y la actividad en particular.

---

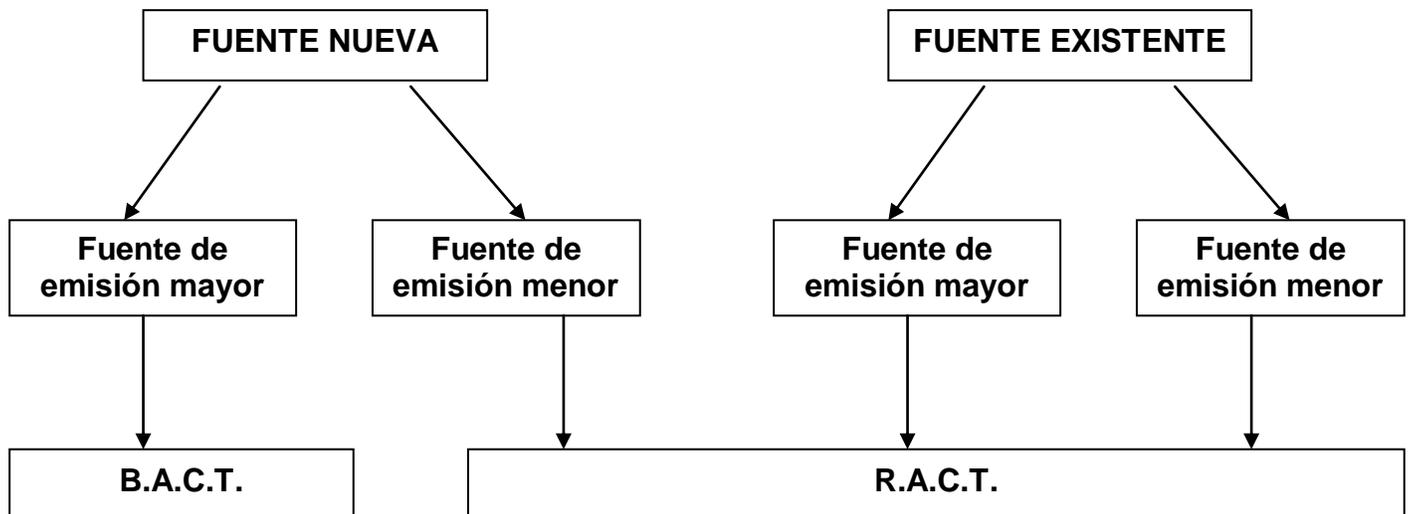
<sup>48</sup> Ver análisis 3.3.2.1.

La adopción de cada uno de los diferentes límites definidos dependerá de la característica de la fuente respecto a:

- Fuente existente, sometida al SEIA o fuente nueva<sup>49</sup>.
- Tipo de fuente<sup>50</sup>.
- Tamaño de la fuente (mayor o menor)<sup>51</sup>.
- Situación de calidad del aire local<sup>52</sup>.

Así, las normas de emisión a definir según los criterios señalados, podrán ser establecidas teniendo en consideración los siguientes esquemas, que distinguen la situación entre zonas no saturadas y zonas saturadas o latentes. Estas últimas, reguladas a través de los instrumentos de Planes de Descontaminación o de Prevención:

### **Esquema Caso Zona No saturada.**



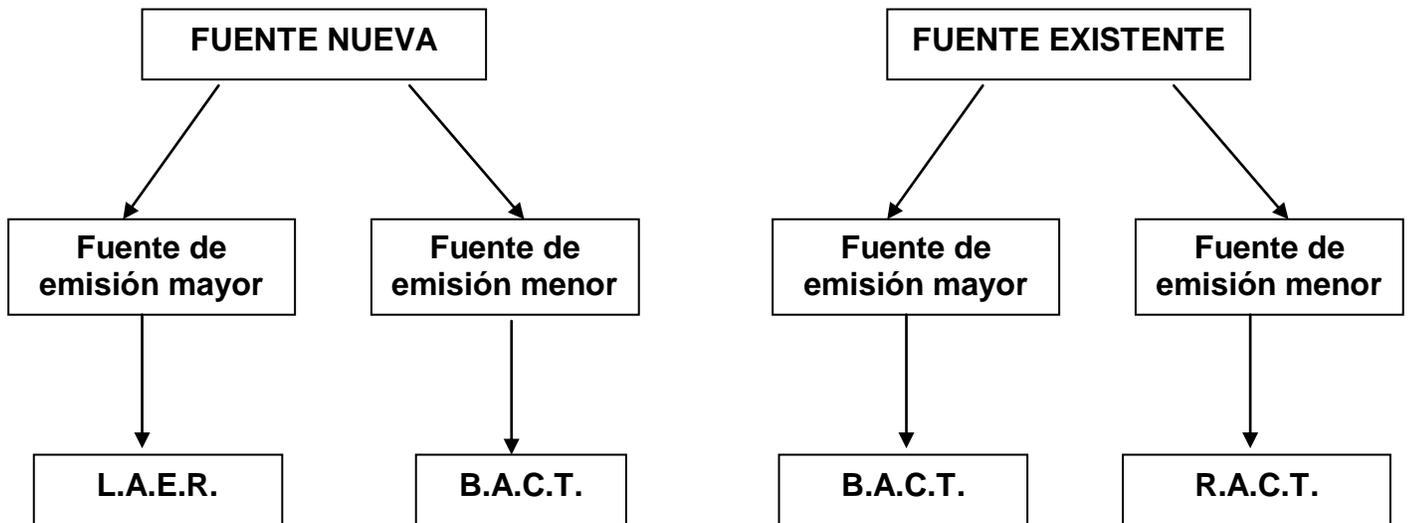
<sup>49</sup> Ver análisis 3.3.2.2.

<sup>50</sup> Ver análisis 3.3.2.3.

<sup>51</sup> Ver análisis 3.3.2.4.

<sup>52</sup> Ver análisis 3.3.2.5.

## Esquema Caso Zona Saturada



### Comentarios

- La norma de emisión aplicable a zonas no saturadas tendrá una validez nacional, salvo en una situación específica de zona saturada o latente, donde los planes de descontaminación o prevención pueden imponer normas de emisión más estrictas a las definidas nacionalmente.
- En una zona no saturada, se establece un mismo criterio RACT para fuentes de emisión mayor y menor en el caso de fuentes existentes y fuentes menores para fuentes nuevas. Lo anterior, no significa que la norma de emisión a establecer sea la misma, sino más bien que el nivel de exigencia expresado en costos por unidad de reducción deben ser similares.
- Este mismo concepto es aplicable en BACT. Cuando se establece una normativa según BACT, no significa que una regulación BACT signifique una misma norma de emisión. Al contrario, debido al criterio tecnológico y de costo unitario de reducción, dentro de la misma normativa BACT se pueden establecer distintos límites de emisión.
- Para el caso de las normas de emisión en zonas saturadas o latentes que se establecen bajo los Planes de Descontaminación y Prevención, los planes deben considerar la relación emisión calidad del aire que permita cumplir con las normas de calidad del aire respectivas. Por otra

parte, estos niveles más estrictos, en el caso de fuentes existentes no debieran ser más exigentes que el nivel BACT. Incluso un nivel RACT podría ser suficiente dependiendo de la reducción necesaria para cumplir con los niveles de calidad del aire. Por otra parte, para fuentes nuevas es factible aplicar una norma de emisión LAER. Estas normas de emisión, deben complementarse con un sistema de compensación de emisiones, de manera que el total a asignar a las fuentes existentes de emisión mayor, sea consistente con el objetivo de la norma de calidad del aire. De este modo, fuentes nuevas deberán compensar al menos el 100% de sus emisiones y las fuentes existentes de emisión mayor deberían compensar la diferencia entre su emisión real y su emisión asignada.

- La definición de rangos de valores para LAER, BACT y RACT, le entrega a la autoridad ambiental una cierta flexibilidad para elegir el valor más conveniente dentro de los rangos definidos, el cual no necesariamente debe ser aquel de costo unitario mayor. Cabe señalar que los rangos a definir son arbitrarios y corresponde a la autoridad ambiental determinarlos.
- En el caso de fuentes nuevas, al adoptar las normas de emisión que se aplican en países desarrollados como Estados Unidos o la Comunidad Europea, se puede señalar que las normas tienen una característica de BACT, dado que es el criterio aplicado en la normativa internacional de estos países cuando ellos norman a nivel general, sin considerar la situación particular de una cuenca atmosférica.

### 3.3.4 Consideraciones adicionales: interrelación entre las normas de emisión de nivel nacional y otros instrumentos de gestión ambiental

El instrumento desarrollado en este estudio relativo a establecer normas de emisión de nivel nacional, para que efectivamente contribuya a mejorar los niveles de calidad del aire del país, debe **complementarse con otros instrumentos de gestión ambiental**, tales como:

- Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
- Acuerdos Voluntarios Sistema de Prevención de Deterioros Significativos en zonas no saturadas (Propuesta)
- Sistema de Permisos Transables (sólo en zonas saturadas o latentes).
- Sistema de Prevención de Deterioros Significativos

De los cuatro instrumentos señalados, actualmente el SEIA es el que tiene un mayor desarrollo seguido de los Acuerdos Voluntarios. Este segundo instrumento es denominado Acuerdos de Producción Limpia (APL) coordinados a través de la Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia del Ministerio de Economía. El Sistema de Permisos de Emisión Transables (SPET) es un instrumento mencionado en la Ley de Bases del Medio Ambiente, que debe definir su operatividad a través de una ley específica que no existe aún y por lo tanto el instrumento no está operativo. Finalmente, recogiendo principalmente la experiencia de Estados Unidos, se propone diseñar un sistema de prevención de deterioros significativos.

Es indudable que existen otros instrumentos de gestión ambiental además de los ya señalados, como por ejemplo sistema de cargos, sistema de seguro ambiental y sistema de incentivos. Sin embargo se considera que los aquí planteados son los más relevantes. Un análisis mayor de otros instrumentos de gestión y su vinculación las normas de emisión escapa a los alcances de este estudio.

La interrelación entre las normas de emisión y los cuatro instrumentos señalados, y la justificación de la operatoria propuesta se detalla a continuación.

Dentro del **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental**, se puede prevenir que una fuente nueva que se instale en una zona no saturada, aún cuando cumpla la norma de emisión, debido a su tamaño y a las condiciones de dispersión de la zona, provoque una condición de saturación. Es importante dejar en claro que aún cuando existan las normas de emisión de nivel nacional, el cumplimiento de ellas no puede ser considerado como una autorización asegurada para instalar la nueva fuente. En efecto, al ingresar la fuente al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, ella debe demostrar que no afectará el cumplimiento de las normas respectivas de calidad del aire. En caso contrario la fuente deberá evaluar si desiste del proyecto, busca otro emplazamiento o bien incorpora tecnología adicional. Como puede concluirse, el requisito de cumplir norma de calidad del aire y el requisito de cumplir las normas de emisión son exigibles conjuntamente y en cada uno de los casos debe ser la condición más estricta la que debe cumplir la fuente nueva en la zona respectiva.

Sin embargo, con el criterio del SEIA, y una norma de emisión de nivel nacional, no podría evitarse que una sola fuente genere una condición de latencia. Por tal motivo, **se propone desarrollar un Sistema de Prevención de Deterioros Significativos** como el que se aplica en Estados Unidos, de modo tal que, una fuente nueva que se instala en una zona no saturada, aún cuando cumpla con la norma de emisión respectiva y no provoque una condición de saturación, no genere deterioros significativos en la calidad del aire de la zona. Específicamente, dependiendo de la zona a proteger, se pueden establecer distintas clases de zonas y sus máximos deterioros respectivos. Así, la Clase I, zona de Parques Naturales o de Recursos Vulnerables que requieran de máxima protección, sería la zona que permita mínimos deterioros. La Clase II podría corresponder a zonas que deseen mantener niveles de calidad del aire menores a las normas de calidad, y la Clase III correspondería a zonas urbanas que no deseen más que cumplir con los niveles definidos de calidad del aire.

Las normas de emisión también pueden ser complementadas con **Acuerdos Voluntarios**, los cuales en nuestro país pueden perfectamente desarrollarse mediante **Acuerdos de Producción Limpia (APL)** impulsados por el Ministerio de Economía. Este instrumento opera fundamentalmente para fuentes existentes, las que pueden motivarse incluso a comprometer estándares más estrictos que la norma de emisión establecida. La ventaja de este tipo de Acuerdos es que asegura una solución costo efectiva y además puede abordar el problema

ambiental de un sector productivo mediante un enfoque multimedio<sup>53</sup>, esto es no sólo aire, sino también agua y suelo.

Finalmente, un **Sistema de Permisos de Emisión Transables SPET**, diseñado como una herramienta complementaria a las normas de emisión, es fundamental para el objetivo de cumplir con las normas de calidad del aire. Una norma de emisión por sí sola, por estricta que ella sea, no puede garantizar el cumplimiento de una norma de calidad, porque no impide el aumento de las emisiones debido al ingreso de nuevas fuentes. Para zonas no saturadas, el SEIA puede prevenir que una nueva fuente no impacte superando la norma de calidad al exigir monitoreo y modelación previa. Si además se introduce un Sistema de Prevención de Deterioro Significativo, el propio SEIA puede prevenir la ocurrencia de deterioros de la calidad del aire superiores a lo deseado. Sin embargo, en zonas saturadas o latentes, por muy estricta que sea la norma de emisión, se tendrá un aumento en la calidad del aire salvo que la fuente compense al menos el 100% de sus emisiones. Por lo tanto, en zonas saturadas, lo ideal es que opere un SPET como exigencia adicional a las normas de emisión, de manera que todas las fuentes, además de cumplir éstas, cuenten con las cuotas o créditos de emisión. Estas cuotas o créditos deben otorgarse de modo que el total de sus emisiones asociadas asegure el cumplimiento de la respectiva norma de calidad del aire.

### 3.3.5 Consideraciones adicionales: breve discusión de la aplicabilidad legal de la propuesta desarrollada.

El artículo 40 de la Ley 19.300 señala que: “...*las normas de emisión se establecerán mediante decreto supremo, el que señalará su ámbito de aplicación... Corresponderá a CONAMA proponer, facilitar y coordinar la dictación de normas de emisión, para lo cual deberá sujetarse a las etapas señaladas en el artículo 32 inciso tercero, y en el respectivo reglamento, en lo que fueren procedentes, considerando las condiciones y características ambientales propias de la zona en que se aplicarán...*”

Por otra parte, el Párrafo 3º respecto a NORMAS DE EMISION, del Decreto Supremo N°93/95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia establece:

**Artículo 33.-** *Las normas de emisión podrán utilizarse como instrumento de prevención de la contaminación o de sus efectos, o como instrumento de gestión ambiental insertas en un Plan de Descontaminación o de Prevención.*

**Artículo 34.-** *La determinación de las normas de emisión requerirá de estudios que den cuenta de los siguientes aspectos:*

- a) *La concentración ambiental o distribución del contaminante en el área de aplicación de la norma, su metodología de medición y los resultados encontrados;*
- b) *La relación entre las emisiones del contaminante y la calidad ambiental;*

---

<sup>53</sup> Evidentemente cada APL podrá evaluar la conveniencia de aplicar un enfoque multimedio o limitarse sólo al medio atmosférico, aunque en general los APL que se han desarrollado han incorporado en muchos casos más de un medio. Pro ejemplo, el APL fundiciones contempló los temas de aire y de residuos sólidos.

- c) La capacidad de dilución y de autodepuración del medio receptor involucrado en la materia normada;*
- d) Los efectos que produce el contaminante sobre la salud de las personas, la flora o la fauna u otros elementos del medio ambiente como por ejemplo, áreas silvestres protegidas y monumentos; y,*
- e) Las tecnologías aplicables a cada caso y un análisis de la factibilidad técnica y económica de su implementación.*

*Estos antecedentes permitirán establecer la cantidad y/o concentración o límite máximo permitido para un contaminante, medido en el efluente de la fuente emisora y en un período de tiempo determinado cuando corresponda.*

**Artículo 35.-** *Toda norma de emisión contendrá, además de lo estipulado por el artículo 28, las siguientes materias:*

- a) La cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora;*
- b) Los objetivos de protección ambiental y resultados esperados con la aplicación de la norma;*
- c) El ámbito territorial de su aplicación;*
- d) Los tipos de fuentes reguladas; y,*
- e) Los plazos y niveles programados para el cumplimiento de la norma.*

Por lo tanto, según el Artículo 33, se podría aplicar el concepto de prevención de la contaminación, definiendo todo el territorio nacional como ámbito de aplicación, aún cuando en nuestro país se ha aplicado con mayor frecuencia la norma de emisión como parte de un Plan de Descontaminación o Prevención. Sin embargo, es importante señalar que en nuestro país también se ha aplicado normas de emisión a nivel nacional, en el caso de las normas de emisión de fuentes móviles, y más recientemente en el ámbito de las normas de Riles al alcantarillado y a aguas superficiales. Por lo tanto, la aplicación de normas de emisión de nivel nacional bajo el concepto de prevención de la contaminación, no debería tener un impedimento de tipo legal insalvable.

Por otra parte, para el caso de una zona saturada o latente, las siguientes dos opciones son válidas. Una es señalar que la norma nacional no se aplica en zonas saturadas o latentes porque corresponderá al plan de descontaminación y prevención respectivo establecer la norma de emisión. Esta opción será particularmente válida cuando ya existe un plan vigente. La otra opción es señalar que en caso de zona saturada o latente, mientras no haya un plan de descontaminación, será válida la norma de emisión de nivel nacional, la cual podrá ser modificada por el respectivo plan. El único aspecto a señalar es que los planes de descontaminación o prevención no podrán establecer normas de emisión menos estrictas que las definidas a nivel nacional. Respecto a fuentes nuevas, ellas serán reguladas a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Otra propuesta desarrollada corresponde a implementar un Sistema de Prevención de Deterioros

Significativos para zonas no saturadas<sup>54</sup>. Se podría implementar este procedimiento mediante las siguientes alternativas.

En la propia norma de emisión, establecer que toda fuente nueva no podrá generar deterioros significativos, definidos como porcentajes por sobre la situación actual de calidad ambiental. Los porcentajes podrían quedar definidos en la propia norma, o bien estos porcentajes podrían ser parte de otro decreto supremo.

Dado que la definición de distintos porcentajes aceptables de deterioro podría ser considerada como una equivalencia a la definición de distintos niveles de calidad ambiental, que no necesariamente tengan un objetivo de salud o de preservación de recursos (puede ser un objetivo de consideración turística), se podría establecer un procedimiento de definición de zonas Clase I, Clase II o Clase III, de un modo análogo al procedimiento de elaboración de normas de calidad. En este caso, habría que establecer si este procedimiento debe ser desarrollado a nivel nacional o bien cada región puede elaborar su propia proposición.

En definitiva, mediante un análisis básico de la legislación vigente, se podría concluir que la implementación de un Sistema de Prevención de Deterioros Significativos, podría ser desarrollado mediante Decreto Supremo. Por otra parte, una alternativa de menor peso jurídico sería establecer este mecanismo simplemente mediante un instructivo al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. No obstante lo anterior, se propone desarrollar un análisis jurídico más acabado, aspecto que está fuera de los alcances de este estudio.

---

<sup>54</sup> Para zonas saturadas o latentes son los planes de descontaminación junto con los sistemas de compensación de emisiones los instrumentos que debiesen operar.

#### **4 MATERIAL EXISTENTE Y FALTANTE PARA PREPARAR LAS NORMAS DE EMISIÓN PROPUESTAS.**

Mediante el desarrollo de este estudio, se determinó un listado con las actividades industriales a normar según la propuesta y los criterios desarrollados. Este listado se presenta en la tabla 4.1.1, obtenida al resumir la tabla 2.3.14, dónde se identifican las principales fuentes existentes a establecer normas de emisión según la priorización propuesta. En la nueva tabla 4.1.1. se agrega además la ubicación regional de la fuente respectiva.

Para desarrollar las normas de emisión en cada una de dichas actividades, se requiere al menos como información base<sup>55</sup> la siguiente:

- Niveles actuales de emisión para cada una de las actividades industriales identificadas.
- Normas de emisión existentes en cada uno de los países analizados, para las actividades industriales identificadas.
- Niveles de calidad del aire en los lugares donde se encuentran las fuentes identificadas.

Para cada uno de los puntos anteriores, se identificará la información recopilada en el estudio y se identificarán las posibles fuentes de información donde se podría acceder a datos adicionales.

**Tabla 4.1.1 Principales Fuentes Existentes a Establecer Norma de Emisión según Priorización Propuesta.**

Sector Industrial	Empresa / Planta Industrial.	Región	Localidad	Prioridad
Termo-eléctrico	Patache	I.	Punta Patache	1
	Diesel Arica	I.	Arica	
	Diesel Iquique	I.	Iquique	
	Mejillones	II.	Mejillones	
	Diesel Antofagasta	II.	Antofagasta	
	CTM3	II.	Mejillones	
	Mantos Blancos	II.	Mantos Blancos	
	Térmica Tocopilla	II.	Tocopilla	

<sup>55</sup> Corresponde a información base necesaria para efectuar un análisis técnico y económico para elaborar un anteproyecto de norma, el cual debe contener, según el artículo 15 del DS N°93/95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, la evaluación de costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas; los costos y beneficios a el o los emisores que deberán cumplir la norma; y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma. Según el artículo 34 del mismo Decreto señala que “la determinación de normas de emisión requerirá de estudios que den cuenta de los siguientes aspectos: a) la concentración ambiental o distribución del contaminante en el área de aplicación de la norma, su metodología de medición y los resultados encontrados; b) la relación entre las emisiones del contaminante y la calidad ambiental; c) la capacidad de dilución y de autodepuración del medio receptor involucrado en la materia normada; los efectos que produce el contaminante sobre la salud de las personas, la flora o la fauna u otros elementos del medio ambiente como pro ejemplo áreas silvestres protegidas y monumentos; y, e) las tecnologías aplicables a cada caso y un análisis de la factibilidad técnica y económica de su implementación.

	Ciclo Combinado Tocopilla Diesel Enaex Gas Atacama Nueva Tocopilla Diego de Almagro Huasco TG Huasco Vapor Guacolda El Indio TG Nehuenco Laguna Verde Ventanas San Isidro Celulosa Constituc. (Celco) Los Robles Energía verde Arauco Bocamina Cabrero Laja Petropower Antihue Puerto Aysen Coyhaique Punta Arenas Puerto Natales Porvenir <b>Número de fuentes: 35.</b>	II. II. II. II. III. III. III. III. IV. V. V. V. V. VII. VII. VII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. VIII. X. XI. XI. XII. XII. XII.	Tocopilla Mejillones Mejillones Tocopilla Diego de Almagro Huasco Huasco Huasco Huasco Mina El Indio Quillota Laguna Verde Ventanas San Isidro Constitución Los Robles, Itahue Constitución Arauco Cocamina Chillán Los Angeles Talcahuano Valdivia Puerto Aysen Coyhaique Punta Arenas Puerto Natales Porvenir	
Fundiciones de Cobre	Codelco Chuquicamata Alto Norte Codelco Potrerillos Enami Paipote. Enami Ventanas. Exxon Chagres Codelco Teniente <b>Número de fuentes: 7.</b>	II. II. III. III. V. V. VI.	Chuquicamata Antofagasta Potrerillos Paipote Ventanas Chagres Coya	1
Calderas de sectores diversos	Iquique (pesca) Guanaye (pesca) SOQUIMICH (abonos) Corpesca Corpesca Pisco Capel (pisco) Pisco Control (pisco) Varias (Conservación fru-tas, legumbres, hortalizas). Iansa Curicó (azucar)	I. I. II. II. II. IV. IV. VI. VII.	Iquique Iquique María Elena Mejillones Antofagasta Ovalle Vicuña Curicó	3





#### 4.1 Identificación de la información disponible acerca de niveles de emisión por sector industrial

En la siguiente tabla 4.1.2. se resume el requerimiento de disponer de información respecto a emisiones específicas por sector industrial.

**Tabla 4.1.2. Información relevante respecto a emisiones por sector.**

Sector	Requerimiento de Información de Emisiones respecto a Contaminantes Criterio	Requerimiento de Información de Emisiones respecto a Contaminantes Peligrosos
Termoeléctricas	MP, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub>	Metales pesados
Fundiciones de Cobre	MP, SO <sub>x</sub>	Metales pesados
Calderas (varios procesos)	MP	-
Producción de Cemento.	MP, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO y COV.	dioxinas y furanos.
Industria de Pulpa, Papel y Cartón	MP, SO <sub>x</sub> .	H <sub>2</sub> S
Producción de Vidrio	MP, NO <sub>x</sub>	-
Fundición y procesamiento de Hierro y Acero	MP	Metales pesados
Refinerías de Petróleo	MP, SO <sub>2</sub> , CO, COV	H <sub>2</sub> S

Respecto a metales pesados, se debe realizar un análisis caso a caso para definir los contaminantes a normar. Sin embargo, es interesante considerar la experiencia de Estados Unidos que en algunos casos define sólo algunos parámetros a normar considerando que el cumplimiento de ellos asegura a su vez el cumplimiento de los respectivos contaminantes peligrosos. Por ejemplo, la propia norma de material particulado en algunos casos considera el cumplimiento de parámetros de metales pesados. Un análisis más fino debiese ser parte del estudio de la norma de emisión respectiva en el caso de contaminantes peligrosos.

En aquellos casos donde no se cuente con la información suficiente, CONAMA en conjunto con el Ministerio de Salud, podría desarrollar el siguiente procedimiento para obtener la información faltante. El Director de cada Servicio de Salud con competencia territorial, podrá solicitar mediante una Resolución, la entrega de mediciones de cada uno de los contaminantes identificados según sector. Se propone que en una primera etapa, solamente se consideren los contaminantes criterio, porque la medición de contaminantes peligrosos requiere previamente la preparación de las metodologías de medición, tarea que previamente se debería preparar.

La exigencia de medición puede establecerse dentro de un plazo de 4 meses. La respectiva resolución además debe acompañar formularios, los cuales pueden ser similares a aquellos de la Resolución N°15.027 de SESMA. Se adjuntan dichos formularios. Obviamente, debe evitarse

enviar esta Resolución a fuentes que ya estén entregando mediciones. Son los casos por ejemplo de Siderúrgica Huachipato, Petrox y Cemento Melón.

Estos formularios son importantes porque las mediciones dependen de las condiciones de operación, y por lo tanto se debe registrar variables tales como:

- Localización
- Identificación de las fuentes
- Tipo de materias primas
- Consumo de materias primas
- Niveles de producción
- Capacidad instalada
- Capacidad máxima de producción
- Tipo de combustible
- Etapa del ciclo de funcionamiento de la fuente
- Horas al día de funcionamiento
- Días al año
- Meses de operación
- Tecnologías empleadas en el proceso y tecnologías de abatimiento
- Metodología de medición.

En Anexo 17 se presenta el formulario que se aplica en la Región Metropolitana y que podría ser adaptada para cada una de las regiones propuestas y ser utilizada por los respectivos Directores de los Servicios de Salud.

En Anexo 7, se presenta listado con Cuadro Principal de los Proyectos Sometidos al SEIA por Región. La última columna señala las actividades industriales que se consignan en el informe final como relevantes de normar, aquellas que no se consignan ya sea porque no corresponden a fuentes fijas o bien porque sus emisiones no son relevantes. Finalmente, también se consignan aquellas que ameritan una mayor evaluación, aspecto que no es posible desarrollar en este estudio porque significaría entrar en un nivel de detalle que no se justifica para los objetivos de este estudio.

La información disponible por sector se detalla a continuación.

#### 4.1.1 Sector Fundiciones de Cobre:

Las principales fundiciones de cobre que se identificaron son las siguientes:

- Codelco Chuquicamata
- Alto Norte
- Codelco Potrerillos
- Enami Paipote.
- Enami Ventanas.
- Exxon Chagres
- Codelco Teniente

Por condiciones de saturación en PM10 y SO2, ya cuentan con Plan de Descontaminación las siguientes:

- Codelco Chuquicamata
- Codelco Potrerillos
- Enami Paipote.
- Enami Ventanas.
- Codelco Teniente

En la Fundición Alto Norte, según mediciones entre enero 1999 a mayo 2000 muestran niveles de SO2 sobre los límites anuales, diarios y horarios. Sin embargo la localidad respectiva no ha sido declarada como zona saturada porque la zona de mediciones corresponde a un campamento donde no hay población habitando en forma permanente.

Se puede concluir que mediante el procedimiento de Planes de Descontaminación y prevención se ha cubierto a gran parte del universo de las grandes fundiciones de cobre. Sólo no tienen planes las fundiciones Chagres y Alto Norte.

En aquellas fuentes donde ya se cuenta con Planes de Descontaminación, nuevas normas de emisión pueden considerarse para contaminantes peligrosos tales como metales pesados.

#### 4.1.2 Sector Termoeléctrico.

La información disponible respecto a este sector se presenta en la Parte 2 de este informe.

#### 4.1.3 Varios Sectores que utilizan Calderas en sus procesos.

Las principales fuentes identificadas por Región, que se consideran de tamaño relevante (por ejemplo con caudal de gases de 3000 m3/hr, 3 veces la definición de fuente puntual de la Región Metropolitana).

**Tabla 4.1.3**

Región	Empresa / Planta Industrial.	Sector /Actividad	Consumo Energía /Tipo Combustible
I.	Iquique	Pesca	Petróleo
I.	Guanaye	Pesca	Petróleo
II.	SOQUIMICH	Abonos	Petróleo
IV.	Pisco Capel	Pisco	
IV.	Pisco Control	Pisco	
VI.	Varias	Conserv. frut, leg, hort.	Petróleo
VII.	Iansa Curicó	Azúcar	Carbón
VII.	Iansa Linares	Azúcar	Carbón
VII	Varias	Conserv. frut, leg, hort.	Petróleo

VIII.	Iansa Chillán	Azúcar	Carbón
VIII.	Iansa Los Angeles	Azúcar	Carbón
VIII.	Machasa	Textil	Petróleo
VIII.	El Golfo	Pesca	Petróleo o Carbón
VIII.	Itata	Pesca	Petróleo o Carbón
VIII.	Landes	Pesca	Petróleo o Carbón
VIII.	Bio Bio	Pesca	Petróleo o Carbón
VIII.	Alimar	Pesca	Petróleo o Carbón
IX.	Loncoleche	Leche	Petróleo o Carbón
IX.	Parmalat	Leche	Petróleo o Carbón
IX.	Soprole	Leche	Petróleo o Carbón
IX.	Nestlé	Leche	Petróleo o Carbón
X.	Iansa Rapaco	Azúcar	Carbón
X.	Loncoleche	Leche	Petróleo o Carbón
X.	Colún	Leche	Petróleo o Carbón
X.	Soprole	Leche	Petróleo o Carbón
X.	Nestlé	Leche	Petróleo o Carbón
X.	Tripesca S.A.	Pesca	Petróleo o Carbón
XI.	Friosur	Pesca	Petróleo
XI.	Antártica	Pesca	Petróleo
XI.	Pesca Chile	Pesca	Petróleo
XII.	Froward	Pesca	Petróleo
XII.	Pesca Chile	Pesca	Petróleo
	<b>N° de Plantas: 33.</b>		

Para verificar y completar esta información se propone que cada uno de los Servicios de Salud a los cuales les corresponde las fuentes identificadas, mediante resolución del Director del Servicio respectivo, se establezca la obligatoriedad de efectuar una medición isocinética según la Metodología de medición aprobada por el Instituto de Salud Pública, y que corresponde al Método N°5 de USEPA. Se propone que la Resolución sea similar a la que se aplica en la Región Metropolitana correspondiente a la Resolución N° 15.027 de 1994.

#### 4.1.4 Producción de Cemento.

**Tabla 4.1.4**

Región	Empresa / Planta Industrial.	Combustible	Consumo Energía (tons-m3)
II.	INACESA.	Carbón	35.734
III.	Planta de Cal.	Carbón	48.534
III.	Planta Vallenar Polpaico (Proyecto)		
V.	Cemento Melón. (*)	Carbón	38.108
VII.	Cemento Bio Bio Planta Teno.		
VIII.	Cemento Bio Bio.	Carbón	21.528
	<b>Número de Plantas: 6.</b>		

Fuente: Elab. Propia a partir de Anexo N°6, según datos INE 1997.

(\*) Nota: En Anexo N°18 se presenta información recopilada respecto a emisiones de Cemento Melón.

Para verificar y completar esta información se propone que cada uno de los Servicios de Salud a los cuales les corresponde las fuentes identificadas, mediante resolución del Director del Servicio respectivo, se establezca la obligatoriedad de efectuar:

- Mediciones isocinéticas según la Metodología de medición aprobada por el Instituto de Salud Pública, y que corresponde al Método N°5 de USEPA.
- Mediciones de Gases de acuerdo a metodología aprobada por el ISP para: SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> y CO.
- Se propone para una segunda etapa la exigencia de medición de dioxinas y furanos, una vez que la metodología de medición esté implementada en el país.

Se propone que la Resolución sea similar a la que se aplica en la Región Metropolitana correspondiente a la Resolución N° 15.027 de 1994, complementada con la exigencia de medición de gases.

#### 4.1.5 Industria de Pulpa, Papel y Cartón

**Tabla 4.1.5**

Región	Empresa / Planta Industrial.
VI	Papelera del Pacífico
VII.	Celulosa Constitución Celulosa Licancel CMPC Planta Maule
VIII.	Celulosa Arauco Inforsa Forestal Santa Fe CMPC Celulosa Laja Papeles Bio Bio
IX.	Celulosa del Pacífico
X.	CMPC Planta Cartulinas
	<b>Número de Plantas: 11.</b>

Para obtener información de emisiones, se propone que cada uno de los Servicios de Salud a los cuales les corresponde las fuentes identificadas, mediante resolución del Director del Servicio respectivo, se establezca la obligatoriedad de efectuar:

- Una medición isocinética según la Metodología de medición aprobada por el Instituto de Salud Pública, y que corresponde al Método N°5 de USEPA.
- Mediciones de Gases de acuerdo a metodología aprobada por el ISP para: NO<sub>x</sub>.
- Se propone para una segunda etapa la exigencia de medición de Cloro y Dióxido de Cloro, una vez que la metodología de medición esté implementada en el país.

Se propone que la Resolución sea similar a la que se aplica en la Región Metropolitana correspondiente a la Resolución N° 15.027 de 1994, complementada con la exigencia de medición de NOx.

#### 4.1.6 Producción de Vidrio

**Tabla 4.1.6**

Región	Empresa / Planta Industrial.	Combustible	Consumo Energía (tons-m3)
VIII.	Vidrios Lirquen	Petróleo	11.615
	<b>Número de Plantas: 1.</b>		

Fuente: Elab. Propia a partir de Anexo N°6, según datos INN 1997.

Para obtener información de emisiones, se propone que al Servicios de Salud que le corresponde la fuentes identificada, mediante resolución del Director del Servicio respectivo, establezca la obligatoriedad de efectuar:

- Una medición isocinética según la Metodología de medición aprobada por el Instituto de Salud Pública, y que corresponde al Método N°5 de USEPA.
- Mediciones de Gases de acuerdo a metodología aprobada por el ISP para: NOx.

Se propone que la Resolución sea similar a la que se aplica en la Región Metropolitana correspondiente a la Resolución N° 15.027 de 1994, complementada con la exigencia de medición de NOx.

#### 4.1.7 Fundición y procesamiento de Hierro y Acero

**Tabla 4.1.7**

Región	Empresa / Planta Industrial.	Combustible	Consumo Energía (tons-m3)
III.	Siderúrgica Huachipato Planta Pellets	Carbón	14.225
VIII.	Siderúrgica Huachipato CAP.	Petróleo	6.974
	<b>Número de Plantas: 2.</b>		

Fuente: Elab. Propia a partir de Anexo N°6, según datos INN 1997.

Por otra parte, CONAMA VIII Región cuenta con información de mediciones continuas de SO2. Para este último contaminante, las emisiones diarias promedios registradas son del orden de los 6 toneladas/día, 2 veces la definición de una megafuente.(3 ton/día).

#### 4.1.8 Refinerías de Petróleo

**Tabla 4.1.8**

Región	Empresa / Planta Industrial.
V.	ENAP RPC
VIII.	ENAP PETROX
XII	ENAP Planta Topping Gregorio
	<b>Número de Plantas: 3.</b>

En CONAMA VIII Región se cuenta con datos de mediciones continuas de SO<sub>2</sub> para la planta de ENAP PETROX. Sus emisiones diarias son del orden de las 15 ton/día, 5 veces la definición de una megafuente (3 ton/día),

Para obtener información de emisiones de las otras fuentes, se propone que cada uno de los Servicios de Salud a los cuales les corresponde las fuentes identificadas, mediante resolución del Director del Servicio respectivo, se establezca la obligatoriedad de efectuar:

- Una medición isocinética según la Metodología de medición aprobada por el Instituto de Salud Pública, y que corresponde al Método N°5 de USEPA.
- Mediciones de Gases de acuerdo a metodología aprobada por el ISP para: SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub>.
- Se propone para una segunda etapa la exigencia de medición de contaminantes peligrosos tales como Benceno, tolueno, fenol, entre otros, una vez que la metodología de medición esté implementada en el país.

Se propone que la Resolución sea similar a la que se aplica en la Región Metropolitana correspondiente a la Resolución N° 15.027 de 1994, complementada con la exigencia de medición de SO<sub>x</sub> y CO.

#### 4.1.9 Plantas Químicas

Las principales plantas químicas que merecen un análisis son las siguientes:

**Tabla 4.1.9**

Región	Empresa / Planta Industrial.
VIII.	Petroquímica Dow (petroquímica)
VIII.	Occidental Chemical (petroquímica)
VIII.	Petroquim (petroquímica)
VIII.	Eka Chemicals Chile (química).
XII.	Methanex (planta de metanol)
XII	ENAEX Planta Cabo Negro (proyecto) (Planta de Amoníaco)
	<b>Número de Plantas: 6.</b>

Varias de las cuales han sido sometidas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y por lo tanto en la CONAMA Regional respectiva estaría disponible esta información.

#### 4.2 Normas de emisión existentes en cada uno de los países analizados, según actividad industrial.

En el caso de las proposiciones de normas de emisión para contaminantes criterio, se ha recopilado un número importante de normativas por sector industrial para distintos países. Siempre es posible obtener aún más información a la ya obtenida en este estudio, pero se considera que con la actualmente proporcionada, es suficiente en el sentido de conocer distintos estándares, sin embargo, el paso siguiente es analizar esta información desde el punto de vista de la realidad local, en especial respecto a un análisis de costo efectividad asociado a la norma a proponer.

Para el caso de contaminantes peligrosos, la experiencia internacional es muy reciente y cuenta con bastante elaboración aún en desarrollo por lo cual un análisis mayor sobre este punto es recomendable, aún cuando puede considerarse como un elemento a incorporar en una segunda etapa normativa de acuerdo al análisis de priorización efectuado. En particular, un estudio y propuesta de una metodología de evaluación de riesgos para contaminantes peligrosos en el país, se visualiza como un aspecto interesante de abordar para la regulación de fuentes nuevas que puedan contener emisiones de estos compuestos. En particular, se podría recoger las experiencias de Estados Unidos y Holanda, países más avanzados en y con mayor experiencia en esta materia. Un enfoque de análisis de riesgo como el señalado, podría ser no sólo interesante como mecanismo a incorporar en una futura norma, sino que también podría implementarse como procedimiento en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, herramienta que opera, justamente para fuentes o actividades nuevas y/o ampliaciones de actividades existentes.

A continuación se detalla la principal información recopilada respecto a normas de emisión de contaminantes criterio y de contaminantes peligrosos para cada uno de los sectores analizados.

##### 4.2.1 Sector Fundiciones de Cobre.

#### **Estados Unidos**

- Una tabla resumen se presenta en página 7 Anexo 5.
- El detalle se encuentra en Code of Federal Regulation. CFR 40.60.subparte 160, 162, 163, 164. Fundiciones primarias de cobre.
- Información adicional acerca de regulaciones de emisión de contaminantes peligrosos en Estados Unidos se encuentra en 40 CFR, Part 63, National Emisión Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories: National Emisión Standards for Primary Cooper Smelters; Proposed rules.

- En seminario internacional 17 de enero 2001, el Dr. James Lentz proporciona información complementaria, resumida en la siguiente tabla:

**Tabla 4.2.1**

Contaminante	Dryer	Horno Flash	Slag Cleaning	Converter	Fire refining	Electrolytic Refining
PM	50	16	46	3% opacidad	-	-
SO <sub>x</sub>	-	Planta H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Planta H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-
NO <sub>x</sub>	-	-	-	-	-	-
	Planta de Acido	Estándar de PM para planta de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de 23 para año 2.000.				

\* Unidades en mg/ m<sup>3</sup> aire seco.

- Los contaminantes peligrosos se controlan indirectamente a través de los límites de emisión de los contaminantes criterio ya expresados.

## **Comunidad Europea**

En Anexo 5, página 80, aparece Anexo I de Directiva 84/360/CEE/ 28 junio 84. Se consigna:

### 2. Producción y transformación de metales

2.1. Instalaciones de calcinación y sinterización de una capacidad de más de 1 000 t por año de minerales metálicos

2.2. Instalaciones integradas de producción de fundición y de aceros brutos

2.3. Fundiciones de metales férricos que tengan instalaciones de fusión de una capacidad total superior a 5 t

2.4. Instalaciones de producción y de fusión de metales no férricos que tengan instalaciones de una capacidad total superior a 1 t para los metales pesados o 0,5 t para los metales ligeros

Los que deben cumplir con artículo 3 de la respectiva Directiva:

1. Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para asegurarse de que la explotación de las instalaciones pertenecientes a las categorías que figuran en el Anexo I requiera una autorización previa que deberán conceder las autoridades competentes. La necesidad de respetar las condiciones prescritas para dichas autorizaciones deberá tenerse en cuenta desde la etapa de concepción de la instalación.

2. Se requerirá también la autorización en caso de una modificación sustancial de cualesquiera instalaciones pertenecientes a las categorías que figuran en el Anexo I o que, por su modificación entren en dichas categorías.

***Por lo tanto, no hay una norma de emisión específica en la Comunidad Europea.***

#### 4.2.2 Sector Termoeléctrico.

- El análisis de normas internacionales más detallado se presenta en la Parte II. de este informe.

#### **Estados Unidos**

- Una tabla resumen se presenta en página 6 Anexo 5.
- El detalle se encuentra en Code of Federal Regulation. CFR 40.60.subparte 40a, 42a, 44a, Centrales Termoeléctricas.
- En seminario internacional 17 de enero 2001, el Dr. James Lentz proporciona información complementaria, que se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 4.2.2**

Tipo de Planta	PM <sup>1</sup>	% Reduccion	SOx <sup>1</sup>	% Reduccion	NOx <sup>1</sup>	% Reduccion
<b>Grandes</b>						
Carbón	13	99%	520	90%	260	65%
Aceites	13	70%	520	90%	130	30%
Gas	----	----	----	----	210	25%
<b>Pequeñas a Medianas</b>						
Carbón/Stoker	22	----	520	90%	210	----
Carbón/Lecho Fluizado	22	----	520	90%	260	----
Carbón/Pulverizado	22	----	520	90%	300	----
Carbón/Lignita	22	----	520	90%	260	----
Aceites Residuales	22	----	340	90%	130/170 <sup>2</sup>	----
Aceites Destilados	22	----	340	90%	43/86 <sup>2</sup>	----
Gas Natural	22	----	----	----	43/86 <sup>2</sup>	----
<sup>1</sup> Las unidades están en nanogramos por joule de entrada de combustible						
<sup>2</sup> El menor valor para la menor tasa unitaria de liberación de energía y el mayor valor para la mayor tasa unitaria de liberación de energía.						

En el cuadro anterior se observa que además de la norma de emisión respectiva, en algunos casos se establece un porcentaje de reducción. Este porcentaje de reducción corresponde al nivel mínimo de eficiencia que se exige al equipo de control respectivo. De este modo, en aquellos casos donde existen ambas exigencias, se deberá cumplir con la condición más estricta. Por ejemplo, podrá ocurrir que el nivel de emisión deba ser menor al establecido como norma de emisión al cumplir con el porcentaje de reducción, o bien al cumplir con la norma de emisión se deberá tener un nivel de reducción mayor al que establece este cuadro.

## **Suiza**

- Ver páginas 83 y 84 Anexo N°5. Se aplican las normas para sistemas de combustión. Las normas se diferencian según tamaño y tipo de combustible. Norma partículas, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO. Corresponden a las Normas de la Confederación Suiza.

## **México**

- Ver página 97 Anexo N°5. Se aplican las normas para equipos de combustión. Las normas se diferencian según tamaño y tipo de combustible, y norma partículas, opacidad, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>.
- Inf. Bibliográfica en página 99 Anexo N°5.

## **Brasil**

- Ver página 105 Anexo N°5. Las normas que se aplican para Centrales Termoeléctricas son idénticas a las correspondientes a calderas y generadores de vapor. La diferenciación relevante es según tamaño, tipo de combustible, y según área clase I, II y III. Norma partículas, densidad calorimétrica y SO<sub>2</sub>.
- Inf. Bibliográfica en misma página Anexo N°5.

## **Comunidad Europea.**

- En Anexo 5, página 36, se presenta texto completo de Directiva 88/609/EEC del 24 de noviembre de 1988, relativa a la limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión. Esta directiva sólo se aplica a las instalaciones de combustión destinadas a la producción de energía. Tampoco se aplica para instalaciones accionadas por motor diesel, de gasolina o gas, o por turbina de gas fuere cual fuere su combustible utilizado.
- La Directiva señalada, que se aplica sólo a las fuentes anteriormente definidas, establece normas de emisión para SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y cenizas.
- Se distingue por tamaño de la fuente, tipo de combustible utilizado y si corresponde a una fuente nueva o existente.
- Aquellas instalaciones que quemen combustibles sólidos nacionales podrán no cumplir con el estándar de SO<sub>2</sub> pero cumplir con una exigencia de desulfurización dada en anexo N° VIII de dicha reglamentación<sup>56</sup>.
- Se proporciona un resumen en Anexo 5, tablas N°3, 4 y 5; Páginas 29 a 32.

---

<sup>56</sup> Es interesante esta excepción, surgida por consideraciones económicas de los países miembros al privilegiar el consumo de combustibles de procedencia local, evitando de este modo, por ejemplo el cierre de una actividad como por ejemplo la extracción de carbón en determinada zona.

- En Anexo 5. Página 38, se proporciona texto completo de Documento Parlamento Europeo de 18 de marzo 1999, sobre propuesta de Directiva del Consejo que modifica Directiva 88/609/EEC, con las respectivas “enmiendas”.

### **Análisis Comparativo entre distintos países.**

- En Anexo 10, páginas 16 a 36, se presenta información tabulada efectuando la comparación entre distintos países, diferenciando de acuerdo a tamaño y tipos de combustibles, para cada uno de los contaminantes (PM, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO).
- Las fuentes de información se explicitan en el punto 3. del Anexo 10.
- Las conversiones utilizadas para efectuar las comparaciones entre distintas unidades se encuentran en apéndice 4 del documento Emisión Standards Handbook, IEA Coal Research, agosto 1997. Se adjunta al final de Anexo 10.

#### 4.2.3 Varios Sectores que utilizan Calderas en sus procesos.

- Es aquí donde se dispone de una vasta información a nivel internacional.

### **Estados Unidos**

- Ver páginas 4 y 5 Anexo N°5. Las normas se diferencian según tamaño y tipo de combustible, y norma partículas, opacidad, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>.
- En página 5, se presenta la información bibliográfica y página web de USEPA.

### **Suiza**

- Ver páginas 83 y 84 Anexo N°5. Las normas se diferencian según tamaño y tipo de combustible, y norma partículas, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO. Corresponden a las Normas de la Confederación Suiza.

### **Canadá**

- Ver páginas 95 y 96 Anexo N°5. Las normas se diferencian según tamaño y tipo de combustible, y norma partículas, opacidad, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO.

### **México**

- Ver página 97 Anexo N°5. Las normas se diferencian según tamaño y tipo de combustible, y norma partículas, opacidad, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>.
- Inf. Bibliográfica en página 99 Anexo N°5.

## **Brasil**

- Ver página 105 Anexo N°5. Las normas se diferencian según tamaño, tipo de combustible, y según área clase I, II y III. Norma partículas, densidad calorimétrica y SO<sub>2</sub>.
- Inf. Bibliográfica en misma página Anexo N°5.

## **Japón**

- Ver página 106 Anexo N°5. Las normas se diferencian según tamaño y tipo de combustible. Norma partículas, expresado en polvo y hollín.
- Inf. Bibliográfica en misma página Anexo N°5.

## **Análisis Comparativo entre distintos países.**

- En Anexo X, páginas 16 a 36, se presenta información tabulada efectuando la comparación entre distintos países, diferenciando de acuerdo a tamaño y tipos de combustibles, para cada uno de los contaminantes (PM, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO).
- Las fuentes de información se explicitan en el punto 3. del Anexo 10.
- Las conversiones utilizadas para efectuar las comparaciones entre distintas unidades se encuentran en apéndice 4 del documento Emisión Standards Handbook, IEA Coal Research, agosto 1997. Se adjunta al final de Anexo 10.

### 4.2.4 Producción de Cemento.

## **Estados Unidos**

- Ver páginas 6 Anexo N°5. Las normas se diferencian para Horno y Enfriador. Sólo se norma partículas y opacidad.
- En página 8, se presenta la información bibliográfica.
- En páginas 110 y 111 Anexo N°5, se presentan las normas de emisión para contaminantes peligrosos. Se diferencia entre el caso incineración de residuos peligrosos al caso sin incineración. Los contaminantes considerados son:
  - En el caso de incineración:
    - Dioxinas y furanos
    - Mercurio
    - Plomo y cadmio
    - Arsénico, berilio y cromo
    - CO

- Hidrocarburos
  - Acido hidrociorídrico y gas cloro
  - Material particulado
  - Se exige eficiencia de remoción del 99,99%
- En el caso normal. Se diferencia el Horno, enfriador de escoria, molino de materia prima y secador de materia prima. Los contaminantes considerados son:
    - Material particulado
    - Opacidad
    - Dioxinas y furanos
    - HCT para hornos nuevos
- En seminario internacional 17 de enero 2001, el Dr. James Lentz proporciona información complementaria, que se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 4.2.3**

Fuente	PM	Opacidad	Dioxina/Furano	HCT
	Kgs/ton	%	Nanogramos/m <sup>3</sup>	Ppm/volumen propano
Horno	0,15	20	0,2 o 0,4*	50
Enfriador de Clinker	0,05	10	-	--
Manejo de materiales	-	-	-	50

\* El número mayor es para control de PM sobre los 204 °C

- Otros puntos destacados por el Dr. Lentz:
  - A excepción de las dioxinas y furanos, el Material Particulado y los HCT son utilizados para controlar indirectamente todos los compuestos peligrosos.
  - No hay estándar para NOx ni SOx.
  - El método de opacidad, válido desde 1905, se aplica como método de control continuo de la emisión.

## **Suiza**

- Ver páginas 84 Anexo N°5. Las normas no se diferencian según tamaño y tipo de combustible, y norma SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S. Corresponden a las Normas de la Confederación Suiza.

## México

- Ver página 98 Anexo N°5. Las normas se diferencian según tamaño de la fuente. Se diferencia trituración, molienda y enfriamiento del clinker. Norma sólo partículas.
- Inf. Bibliográfica en página 99 Anexo N°5.

## Japón

- Ver página 106 Anexo N°5. Las normas **no** se diferencian según tamaño y tipo de combustible. Norma partículas, expresado en polvo y hollín.
- Inf. Bibliográfica en misma página Anexo N°5.

Análisis Comparativo entre distintos países.

- En Anexo X, páginas 12 a 15, se presenta información tabulada efectuando la comparación entre distintos países, diferenciando de acuerdo a tamaño y si corresponde a fuente nueva o existente, para cada uno de los contaminantes (PM, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub>).
- Las fuentes de información se explicitan en el punto 3. del Anexo 10.

### 4.2.5 Industria de Pulpa, Papel y Cartón.

- Respecto a contaminantes criterio, las normas de emisión son equivalentes al caso calderas detallado en el punto 4.2.3.
- Respecto al proceso, un contaminante criterio relevante es el SO<sub>2</sub>.
- Dentro del proceso, los contaminantes peligrosos a revisar corresponden a los compuestos de azufre reducidos totales (TRC): sulfuro de hidrógeno, metilmercaptanos, dimetil sulfuro y dimetil disulfuro. La característica más notable de este grupo es su olor. Norma aplicada a estos compuestos correspondientes a niveles de percepción son los siguientes:

**Tabla 4.2.3**

Compuesto	Fórmula	Umbral Ppb
sulfuro de hidrógeno	H <sub>2</sub> S	8-20
metilmercaptanos	CH <sub>3</sub> SH	2-4
dimetil sulfuro	CH <sub>3</sub> -S-CH <sub>3</sub>	1-2
dimetil disulfuro	CH <sub>3</sub> -S <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	15,5

Fuente: Environmental considerations in the pulp and paper industry. Word Bank/Dic 80. Según Anexo N°2 “las emisiones de olores de una planta de celulosa Kraft”, Miguel Osses, jefe de Investigación y Desarrollo Celulosa Arauco y Constitución. Estudio de Generación de Antecedentes Técnicos y Científicos para la Regulación de Olores Molestos. Febrero 1998.

Lo anterior corresponde a más bien a una norma de inmisión, porque dichos niveles suponen los umbrales de percepción del olor respectivo.

**Tabla 4.2.4 Estándares típicos de Emisión de Compuestos TRS.**

País	Instalación	Unidad	TRS, H2S
Estados Unidos	Caldera Recuperadora	Ppmv a 8% O2	5
	Horno de Cal	Ppmv a 10% O2	10
	Digestores	Ppmv a 10% O2	10
Canadá	En cada instalación	Ppmv a 8% O2	20
	Propuesta de reducción a	Ppmv a 8% O2	5
Suecia	Caldera Recuperadora	Mg/NDm3	20
	Horno de Cal	Ppmv a 8% O2	50

Fuente: Rolf A. Fjellström, ABB Flökt Industry AB, Seminario Chileno Sueco sobre medio ambiente, 1993. Según Anexo N°2 “las emisiones de olores de una planta de celulosa Kraft”, Miguel Osses, jefe de Investigación y Desarrollo Celulosa Arauco y Constitución. Estudio de Generación de Antecedentes Técnicos y Científicos para la Regulación de Olores Molestos. Febrero 1998.

La norma USEPA para emisión de compuestos TRS, exige que la destrucción de ellos por oxidación térmica se efectúe a 650°C, durante 5 segundos como mínimo.

Las emisiones de cloro y dióxido de cloro que se pueden generar, en su mayor parte son de tipo fugitivas. Estos gases se originan a través de los respiraderos de los tanques, filtros de lavado, desagües y otros similares, y generalmente están en concentraciones no significativas. Sin embargo, debe preverse su detección y manejo para evitar concentraciones letales.

#### 4.2.6 Producción de Vidrio

##### **Estados Unidos**

- Ver página 7 Anexo N°5. Las normas se diferencian para envases de vidrio y vidrio prensado y soplado. Sólo se norma partículas.
- En página 8, se presenta la información bibliográfica.

##### **Suiza**

- Ver páginas 84 Anexo N°5. Las normas se diferencian para objetos de vidrio hueco y otros vidrios. Se norma partículas y NO2. Corresponden a las Normas de la Confederación Suiza.

##### **México**

- Ver página 98 Anexo N°5. Las normas se diferencian según tipo de envase, plano color, plano claro, cristal, calizo color y fibra. Norma sólo NO2.

- Inf. Bibliográfica en página 99 Anexo N°5.

#### 4.2.7 Fundición y procesamiento de Hierro y Acero

##### **Estados Unidos**

- Ver página 7 Anexo N°5. Las normas no se diferencian. Sólo se norma partículas y opacidad.
- En página 8, se presenta la información bibliográfica.

#### 4.2.1. Refinerías de Petróleo

##### **Estados Unidos**

- Ver página 7 Anexo N°5. Las normas no se diferencian. Se norma los siguientes contaminantes: partículas, opacidad, SO<sub>2</sub>, CO y H<sub>2</sub>S.
- En página 8, se presenta la información bibliográfica.
- En seminario internacional 17 de enero 2001, el Dr. James Lentz proporciona información complementaria, principalmente:
  - Para Material particulado, se aplica regenerador catalítico. 1 kg/ton y 30% opacidad (misma información a la presedente).
  - En el caso de dirigidos a incinerador o caldera se establece un límite de emisión de 43 gr/millon de joules de imput de calor.
  - Para COV y HAPs: Flujo de agua residual con alto contenido de benceno debe alcanzar un 99% de control usando supresión, steam tripping o biotratamiento.
  - No hay un estándar específico para peligrosos. Ellos se controlan indirectamente a través del material particulado y de los COV.
  - En los Angeles se aplica además un estándar para NO<sub>x</sub>.
- Información adicional acerca de regulaciones de emisión de contaminantes peligrosos en Estados Unidos se encuentra en 40 CFR, Part 9, National Emisión Standards for Hazardous Air Pollutants: Petroleum Refineries; final rules.

##### **Suiza**

- Ver páginas 84 Anexo N°5. Se diferencia por tamaño. Se norma SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>. Corresponden a las Normas de la Confederación Suiza.

#### 4.2.8 Plantas Químicas

Para cada una de las plantas químicas identificadas corresponde hacer un análisis caso a caso, tarea que se escapa de los alcances de esta consultoría. No obstante lo anterior, es importante constatar que varias de las empresas químicas identificadas como relevantes fueron sometidas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y por lo tanto, se cuenta con información relevante en los archivos de la CONAMA Regional respectiva.

#### 4.3 Información respecto a niveles de calidad del aire en los lugares donde se encuentran las fuentes identificadas.

En la siguiente tabla N° 4.3.1, se presenta según cada región donde hay actividades industriales relevantes a normar, los contaminantes que han sido monitoreados y los que sería interesante de monitorear. Cabe señalar que esta información debe ser considerada a nivel referencial porque un análisis detallado de la información disponible puede aconsejar que se complementen monitoreos ya disponibles ya sea debido a confiabilidad de la información disponible, ubicación de la estación o bien necesidad de actualizar la información para aquellos casos que correspondan sólo a campañas.

<b>Tabla 4.3.1</b> Identificación de requerimientos de monitoreo de calidad del aire					
Región	Localidad	Fuentes Identificadas	Contaminantes Monitoreados	Contaminantes por Monitorear	Comentarios
I	Iquique		NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM-10, PM-2,5		Proyecto Cosude realizado jun97-jun98 Se recomienda continuar monitoreo
II	Chuquicamata	CODELCO	SO <sub>2</sub> , PM10		Red Monitoreo CODELCO Continuo
II	Calama		SO <sub>2</sub> , PM10		Red Monitoreo CODELCO Continuo
II	Antofagasta Noranda Sur La Negra	Fundición Altonorte	SO <sub>2</sub> , PM10		Red Monitoreo CODELCO Continuo
III	Copiapó	Fundición Hernán	SO <sub>2</sub> , PM10, PTS		Red Monitoreo Continuo
	San Fernando	Videla Lira,	SO <sub>2</sub> , PM10		
	Tierra Amarilla	Paipote	SO <sub>2</sub> , PM10		
	Los Volcanes		SO <sub>2</sub>	PM10	
III	Huasco	CMP	PTS	PM10, SO <sub>2</sub>	Red Monitoreo Continuo
III	E. Bombero	Guacolda	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM10		Red Monitoreo Continuo
	E. Móvil		SO <sub>2</sub> , PM10	NO <sub>2</sub>	
	8 estaciones		SO <sub>2</sub>	PM10	
III	Escuela E-4	Fundición Potrerillos	SO <sub>2</sub> , PM10		Red Monitoreo Continuo
	E. Móvil		SO <sub>2</sub>		
	E. Cine Salvador		PM10	SO <sub>2</sub>	
V	Valparaíso		NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM-10, PM-2,5		Proyecto Cosude realizado jun97-jun98 Se recomienda continuar monitoreo
	Viña				
V	Los Maitenes	ENAMI, Ventanas	SO <sub>2</sub> , PM10	O <sub>3</sub>	Red Monitoreo ENAMI, continuo
	Sur				
	La Greda				
	V. Alegre Puchuncavi				
V	Quillota	Colbún / Endesa Nehuenco, San Isidro	SO <sub>2</sub> , PM10, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>		Red Monitoreo continuo
	S.Pedro				
	Limache				
V	Calera	Cemento	SO <sub>2</sub> , PM10,		Red de Monitoreo Melón

	Hijuelas	Melón	O3, NO2		continuo
V	Lo Campo	C.M.	SO2, PM10		Red de Monitoreo
	Romeral	Disputada	SO2	PM10	continuo
	Sta. Margarita	Chagres	SO2	PM10	
V	Concón	RPC	SO2, PM10		Red de Monitoreo RPC
VI	Rancagua		NO2, SO2, O3, PM-10, PM-2,5		Proyecto Cosude realizado jun97-jun98 Se recomienda continuar monitoreo
VI	Sew Coya Machalí Cal Col	TENIENTE Caletones	SO2, PM10		Red de monitoreo continuo
VIII	Talcahuano		SO2, PM10	03	Programa Prat
IX	Temuco		NO2, SO2, O3, PM-10, PM-2,5		Proyecto Cosude realizado jun97-jun98 Se recomienda continuar monitoreo

La información identificada de niveles de calidad del aire en distintas localidades corresponde a un monitoreo continuo o esporádico y cuya información se encuentra disponible en CONAMA. Al respecto, en general se recomienda realizar un análisis más exhaustivo de la información disponible, estandarizando la información. El ideal sería contar con información gráfica que consigne todos los datos al menos diarios de un año de medición, por cada contaminante, siguiendo por ejemplo el formato de presentación del proyecto COSUDE. De este modo, el análisis y el trabajo de la información que se puede hacer resultaría de una precisión mayor.

Por otra parte, algunas estaciones monitorean sólo algunos de los contaminantes relevantes, considerando las fuentes industriales que hay en sus alrededores. Al respecto, en la tabla 4.3.1. arriba presentada se propone completar con mediciones de otros contaminantes.

Además, de lo anterior, sería recomendable también efectuar al menos una campaña de mediciones en localidades que hasta la fecha no han tenido mediciones conocidas.

Algunas de las ciudades que se identifican son:

- Arica
- La Serena
- Coquimbo
- Concepción
- Puerto Montt
- Punta Arenas

Aún cuando es dable esperar que en estas regiones, a excepción de Concepción, no debiesen haber problemas de calidad del aire, es importante contar con la información de modo de por lo menos conocer la evolución en el tiempo de estas regiones y evitar así deterioros significativos en caso del ingreso de nuevas actividades. Es importante señalar en todo caso, que la nueva información de calidad del aire a obtener no tiene un objetivo de proporcionar antecedentes para establecer las normas de emisión, sino más bien su objetivo es de control, puesto que es importante para la autoridad ambiental conocer la evolución en la calidad del aire. En efecto, al introducir una nueva norma de emisión, es importante contar con un monitoreo de calidad del aire que registre la evolución desde antes de la vigencia de la norma. Lo anterior permitiría conocer los efectos de una norma en fuentes existentes y también mantener el control del ingreso de nuevas fuentes. Lo anterior justifica entonces que toda localidad a la cual se le proyecte un crecimiento industrial o de la actividad económica importante, cuente con al menos una estación monitorea de calidad del aire para por lo menos los contaminantes criterio.

La recopilación de información acerca de monitoreos de calidad del aire se presenta en Anexo N°3.

## Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b>	<b>1</b>
1.1.1	Objetivos Generales	1
1.1.2	Objetivos Específicos	1
<b>1.2</b>	<b>ACTIVIDADES DESARROLLADAS</b>	<b>2</b>
	<b>PARTE I: PLAN DE NORMAS DE EMISIÓN ATMOSFÉRICAS.</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Revisión Bibliográfica</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Estudios Realizados en el país.</b>	<b>4</b>
1.1.1	Estudios o antecedentes Relativos a Inventarios de Emisión.	4
1.1.2	Estudios o antecedentes relacionados con situación industrial o con la definición de criterios normativos.	5
1.1.3	Antecedentes Regionales relativos a calidad del aire y su relación con fuentes de emisión	7
<b>1.2</b>	<b>Revisión de experiencias internacionales en la fijación de planes de regulación de actividades industriales a través de normas de emisión.</b>	<b>7</b>
1.2.1	Estados Unidos	8
1.2.1.1	Principales textos normativos	8
1.2.1.2	Consideraciones generales.	8
1.2.1.3	Objetivos de las normas de emisión	10
1.2.1.4	Características de las normas de emisión	11
1.2.1.5	Implementación, autorización y control de la norma.	17
1.2.2	Comunidad Europea	19
1.2.2.1	Principales textos normativos.	19
1.2.2.2	Consideraciones generales	20
1.2.2.3	Objetivos de las normas (Directiva 84/360/CEE)	21
1.2.2.4	Características de las normas.	21
1.2.2.5	Implementación, autorización y control de la norma por parte de los países miembros.	21
1.2.3	Alemania	22
1.2.3.1	Principales textos normativos.	22
1.2.3.2	Consideraciones Generales.	22
1.2.3.3	Objetivos de las normas	22
1.2.3.4	Características de las normas.	23
1.2.3.5	Implementación, autorización y control de la norma	23
1.2.4	Francia	24
1.2.4.1	Principales textos normativos.	24
1.2.4.2	Considerandos.	24
1.2.4.3	Objetivos de las normas	24
1.2.4.4	Características de las normas.	24
1.2.4.5	Implementación, autorización y control de la norma.	24

1.2.5	Holanda	25
1.2.5.1	Principales textos normativos.	25
1.2.5.2	Consideraciones Generales.	25
1.2.5.3	Objetivos de las normas	26
1.2.5.4	Características de las normas.	26
1.2.5.5	Implementación, autorización y control de la norma por parte de los países miembros.	28
1.2.6	Suecia	28
1.2.6.1	Principales textos normativos.	28
1.2.6.2	Consideraciones Generales.	29
1.2.6.3	Objetivos de las normas de emisión	29
1.2.6.4	Características de las normas.	29
1.2.6.5	Implementación, autorización y control de la norma.	30
1.2.7	SUIZA.	30
1.2.7.1	Principales textos normativos	30
1.2.7.2	Consideraciones Generales	30
1.2.7.3	Objetivos de las normas	31
1.2.7.4	Características de las normas	31
1.2.7.5	Implementación, autorización y control de la norma	32
1.2.8	ESPAÑA	34
1.2.8.1	Principales textos normativos.	34
1.2.8.2	Consideraciones Generales.	35
1.2.8.3	Objetivos de las normas de emisión.	35
1.2.8.4	Características de las normas de emisión.	36
1.2.8.5	Implementación, autorización y control de la norma.	36
1.2.9	JAPON	37
1.2.9.1	Principales textos normativos	37
1.2.9.2	Consideraciones Generales	37
1.2.9.3	Objetivo de la norma	38
1.2.9.4	Características de la normas	38
1.2.9.5	Implementación, autorización y control de la norma.	39
1.2.10	CANADA	40
1.2.10.1	Principales textos normativos	40
1.2.10.2	Consideraciones Generales	41
1.2.10.3	Objetivos de las Normas	42
1.2.10.4	Características de las normas	42
1.2.10.5	Implementación, autorización y control de la norma por parte de los países miembros	42
1.2.11	BRASIL	43
1.2.11.1	Principales textos normativos	43
1.2.11.2	Consideraciones Generales	43
1.2.11.3	Objetivo de la norma	44
1.2.11.4	Características de la norma	44
1.2.11.5	Implementación, autorización y control de la norma .	44
1.2.12	MEXICO	45
1.2.12.1	Principales textos normativos	45
1.2.12.2	Objetivos de las Normas	45

1.2.12.3	Consideraciones Generales _____	45
1.2.12.4	Características de las normas _____	45
1.2.12.5	Implementación, autorización y control de la norma _____	46
1.2.13	Conclusiones a extraer de la experiencia internacional. _____	46
1.2.14	Conclusiones respecto a los objetivos y las características de las normas de emisión. 52	
1.2.15	Normas de Emisión Específicas. _____	54
1.2.16	Bibliografía Consultada. _____	54
<b>2</b>	<b><i>Identificación de actividades industriales, áreas del país y contaminantes prioritarios de ser reguladas sus emisiones atmosféricas a través de normas de emisión.</i></b> _____	<b>55</b>
<b>2.1</b>	<b>Identificación por Región de las principales actividades industriales desde el punto de vista de emisiones atmosféricas.</b> _____	<b>55</b>
2.1.1	Identificación de fuentes según nivel de emisiones _____	55
2.1.2	Identificación según criterio de peligrosidad _____	57
2.1.3	Identificación del impacto en la población y recursos de las principales actividades industriales detectadas. _____	58
2.1.4	Resultados de la Identificación de Principales Actividades Industriales desde un punto de vista de sus Emisiones Atmosféricas. _____	58
<b>2.2</b>	<b>Definir los criterios para identificar por Región las principales actividades industriales a normar desde el punto de vista de emisiones atmosféricas.</b> _____	<b>66</b>
2.2.1	Mayores niveles de emisión en términos relativos respecto a otras actividades industriales. Sigla: MNET. Mayor nivel de emisión total. _____	66
2.2.2	Actividades relevantes en términos de la toxicidad de los contaminantes emitidos. Sigla: EUCP. Emisión de un contaminante peligroso. _____	66
2.2.3	Información disponible a nivel nacional e internacional. _____	67
2.2.4	Costos económicos de implementación de la norma. Sigla: CEIN. _____	67
2.2.5	Costos económicos de cumplir la norma. Sigla: CECN. _____	68
2.2.6	Beneficios indirectos de Normar. Sigla: BIDN. _____	68
2.2.7	Prevención de un impacto en salud relevante según población afectada. . Sigla: PIS. 68	
2.2.8	Prevención de impactos relevantes en recursos. Sigla: PIR. _____	69
2.2.9	Aplicación integral de los distintos criterios definidos. _____	69
<b>2.3</b>	<b>Aplicar los criterios anteriores para definir las actividades industriales que se normarán especificando el contaminante y el nivel mínimo de emisiones.</b> _____	<b>70</b>
2.3.1	Análisis y aplicación criterio 1: Mayor nivel de emisión. _____	71
2.3.2	Análisis y aplicación criterio 2: Emisión de un Contaminante Peligroso. _____	72
2.3.3	Análisis y aplicación criterio 3: Nivel de Información disponible. _____	73
2.3.4	Análisis y aplicación criterio 4: costo económico de implementar la norma. _____	73
2.3.5	Análisis y aplicación criterio 5: costo económico de cumplir la norma. _____	74
2.3.6	Análisis y aplicación criterio 6: Beneficio Indirecto de normar. _____	74
2.3.7	Análisis y aplicación criterio 7: Prevención impacto en salud. _____	75
2.3.8	Análisis y aplicación criterio 8: Prevención Impacto en Recursos _____	76
<b>2.4</b>	<b>Análisis de los contaminantes que ameritan ser normados.</b> _____	<b>77</b>
<b>3</b>	<b><i>Preparar un plan de normas con las características previamente indicadas, y priorizar</i></b>	

<b><i>dentro de ese plan las normas allí contenidas.</i></b>	<b>82</b>
<b>3.1 Definir criterios de priorización para establecer normas de emisión.</b>	<b>82</b>
<b>3.2 Priorizar dentro del universo de actividades industriales ya identificada por región, aquellas actividades industriales y contaminantes asociados según un cierto cronograma, por ejemplo, a cinco años plazo.</b>	<b>82</b>
<b>3.3 Propuesta de criterios normativos para estándares de emisión de nivel nacional</b>	<b>83</b>
3.3.1 Objetivo de la norma de emisión.	83
3.3.1.1 Prevenir mediante la minimización de los niveles de emisión de las fuentes fijas de un modo factible desde un punto de vista técnico y económico.	83
3.3.1.2 Mejorar en el país los niveles actuales de calidad del aire.	84
3.3.1.3 Contribuir a un desarrollo económico equilibrado y sustentable.	85
3.3.1.4 Promover la eficiencia productiva.	87
3.3.2 Característica de la Norma de Emisión	87
3.3.2.1 Norma de emisión determinada por el estado del arte y sujeta a factibilidad técnica y económica de implementación.	87
3.3.2.2 Normas de emisión diferentes para fuentes nuevas, existentes y sometidas al SEIA	89
3.3.2.3 Normas de emisión diferentes según tipos de fuentes.	90
3.3.2.4 Normas de emisión diferentes según tamaño de la fuente	91
3.3.2.5 Normas de emisión diferentes según situación de la calidad del aire.	91
3.3.2.6 Norma de emisión aplicable a partir de un nivel mínimo de actividad o de emisión	92
3.3.3 Presentación a nivel esquemático de las características de las normas de emisión de nivel nacional.	92
3.3.4 Consideraciones adicionales: interrelación entre las normas de emisión de nivel nacional y otros instrumentos de gestión ambiental	95
3.3.5 Consideraciones adicionales: breve discusión de la aplicabilidad legal de la propuesta desarrollada.	97
<b>4 Material existente y faltante para preparar las normas de emisión propuestas.</b>	<b>100</b>
<b>4.1 Identificación de la información disponible acerca de niveles de emisión por sector industrial</b>	<b>104</b>
4.1.1 Sector Fundiciones de Cobre:	105
4.1.2 Sector Termoeléctrico.	106
4.1.3 Varios Sectores que utilizan Calderas en sus procesos.	106
4.1.4 Producción de Cemento.	107
4.1.5 Industria de Pulpa, Papel y Cartón	108
4.1.6 Producción de Vidrio	109
4.1.7 Fundición y procesamiento de Hierro y Acero	109
4.1.8 Refinerías de Petróleo	110
4.1.9 Plantas Químicas	110
<b>4.2 Normas de emisión existentes en cada uno de los países analizados, según actividad industrial.</b>	<b>111</b>
4.2.1 Sector Fundiciones de Cobre.	111
4.2.2 Sector Termoeléctrico.	113

4.2.3	Varios Sectores que utilizan Calderas en sus procesos.	115
4.2.4	Producción de Cemento.	116
4.2.5	Industria de Pulpa, Papel y Cartón.	118
4.2.6	Producción de Vidrio	119
4.2.7	Fundición y procesamiento de Hierro y Acero	120
4.2.8	Plantas Químicas	121
<b>4.3</b>	<b>Información respecto a niveles de calidad del aire en los lugares donde se encuentran las fuentes identificadas.</b>	<b>121</b>