

**UF1911: Prevención y mantenimiento en  
los sistemas de depuración y control de  
emisiones atmosféricas**

Elaborado por:

Juan José Sánchez González  
Pedro M. Guerrero Serrano  
Antonio Garrido Linares  
David Amat Pinilla

Edición: 5.0

**EDITORIAL ELEARNING S.L.**

ISBN: 978-84-16424-23-8 • Depósito legal: MA 505-2015

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

# Presentación

## Identificación de la Unidad Formativa

Bienvenido a la Unidad Formativa **UF1911: Prevención y mantenimiento en los sistemas de depuración y control de emisiones atmosféricas**. Esta Unidad Formativa pertenece al Módulo Formativo **MF1616\_3: Depuración y control de emisiones a la atmósfera**, que forma parte del Certificado de Profesionalidad **SEAG0111: Control de la contaminación atmosférica**, de la familia de Seguridad y Medio Ambiente.

## Presentación de los contenidos

La finalidad de esta Unidad Formativa es enseñar al alumno a realizar el mantenimiento preventivo y reparaciones básicas de los sistemas de depuración y control, así como colaborar en la adopción y aplicación de las medidas preventivas y de protección adecuadas a los riesgos asociados al manejo de instalaciones de depuración y control de emisiones.

## Objetivos de la Unidad Formativa

Al finalizar esta Unidad Formativa aprenderás a:

- Determinar las operaciones de retirada y almacenado de residuos, generados en el proceso de depuración.
- Aplicar protocolos de mantenimiento operativo y de reparación de averías mecánicas y/o eléctricas sencillas, de los sistemas de depuración y control de las emisiones a la atmósfera.
- Aplicar medidas preventivas y de protección relativas a los riesgos de operación de instalaciones de depuración y control de emisiones a la atmósfera.

# Índice

|   |     |
|---|-----|
| UD1. Limpieza y mantenimiento de equipos y maquinaria utilizados en la depuración y control de la contaminación atmosférica ..... | 9   |
| 1.1. Limpieza de equipos .....  | 11  |
| 1.1.1. Técnicas .....   | 60  |
| 1.1.2. Productos empleados .....  | 65  |
| 1.1.3. Frecuencia .....   | 69  |
| 1.2. Residuos generados .....   | 71  |
| 1.2.1. Clasificación .....  | 81  |
| 1.2.2. Almacenamiento .....   | 83  |
| 1.2.3. Gestión de residuos .....  | 104 |
| 1.2.4. Legislación .....  | 105 |
| 1.3. Diagnóstico de averías .....   | 108 |
| 1.3.1. Control y seguimiento .....  | 110 |
| 1.3.2. Reparación de equipos .....  | 111 |
| 1.4. Protección de equipos frente a los agentes atmosféricos ....   | 113 |
| 1.5. Manejo de patrones de calibración de sistemas de depuración y control de la contaminación atmosférica .....                  | 117 |

UD2. Reparación de averías eléctricas en las instalaciones de depuración y control de la contaminación atmosférica . 131

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 2.1.   | Corrientes.....   | 133 |
| 2.1.1. | Corriente continua.....                                       | 145 |
| 2.1.2. | Corriente alterna.....  | 150 |
| 2.2.   | Circuitos eléctricos.....                                     | 160 |
| 2.3.   | Esquemas eléctricos.....                                      | 182 |
| 2.4.   | Transformación de la energía eléctrica en otras energías..... | 191 |
| 2.5.   | Metrología eléctrica.....                                     | 203 |
| 2.6.   | Instrumentos de medida.....                                   | 215 |

UD3. Organización y planificación del mantenimiento preventivo de los sistemas de depuración y control de la contaminación atmosférica..... 239

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 3.1. | Organización del taller .....   | 241 |
| 3.2. | Planes de mantenimiento para los equipos de depuración y control de emisiones atmosféricas..... | 252 |
| 3.3. | Partes de trabajo.....  | 303 |
| 3.4. | Control de repuestos y organización del almacén.....  | 308 |

UD4. Aplicación de las medidas de prevención y protección en las actividades de toma de muestra y medida de los contaminantes atmosféricos ..... 329

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.1.   | Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo ... | 331 |
| 4.1.1. | El trabajo y la salud .....                                 | 332 |
| 4.1.2. | Los riesgos profesionales .....                             | 333 |
| 4.1.3. | Factores de riesgo .....                                    | 339 |
| 4.1.4. | Consecuencias y daños derivados del trabajo.....            | 341 |
| 4.1.5. | Accidente de trabajo .....                                  | 342 |
| 4.1.6. | Enfermedad profesional.....                                 | 345 |
| 4.1.7. | Otras patologías derivadas del trabajo.....                 | 347 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.1.8. Repercusiones económicas y de funcionamiento .....  | 355 |
| 4.1.9. Marco normativo básico en materia de prevención de<br>riesgos laborales .....   | 356 |
| 4.1.10. La Ley de Prevención de Riesgos Laborales .....  | 367 |
| 4.1.11. El reglamento de los servicios de prevención .....   | 378 |
| 4.1.12. Organismos de carácter autonómico .....  | 384 |
| 4.2. Riesgos generales y su prevención.....  | 385 |
| 4.2.1. Riesgos en el manejo de herramientas y equipos .....  | 390 |
| 4.2.2. Riesgos en la manipulación de sistemas e<br>instalaciones.....  | 399 |
| 4.3. Riesgos derivados de las operaciones de muestreo y<br>medida de las emisiones a la atmósfera.....   | 402 |
| 4.4. Riesgos derivados de la exposición a agentes<br>contaminantes .....   | 409 |
| 4.5. Riesgos derivados de las características de las instalaciones<br>donde se realizan las operaciones de muestreo y medida de<br>las emisiones a la atmósfera..... | 412 |
| 4.6. Señalización .....  | 421 |
| 4.7. Equipos de protección individual en las operaciones de<br>muestreo y medida de las emisiones a la atmósfera .....   | 430 |
| 4.8. Actuación en emergencias y evacuación .....   | 435 |
| 4.8.1. Tipos de accidentes.....  | 435 |
| 4.8.2. Evaluación primaria del accidentado .....   | 437 |
| 4.8.3. Primeros auxilios .....   | 444 |
| 4.8.4. Socorrismo .....  | 454 |
| 4.8.5. Situaciones de emergencia .....   | 455 |
| 4.8.6. Planes de emergencia y evacuación .....   | 457 |
| 4.8.7. Información de apoyo para la actuación de<br>emergencias.....   | 461 |
| Glosario .....   | 469 |
| Soluciones .....   | 473 |

Área: seguridad y medio ambiente



# UD1

Limpieza y  
mantenimiento de  
equipos y maquinaria  
utilizados en la  
depuración y control  
de la contaminación  
atmosférica

- 1.1. Limpieza de equipos
  - 1.1.1. Técnicas
  - 1.1.2. Productos empleados
  - 1.1.3. Frecuencia
- 1.2. Residuos generados
  - 1.2.1. Clasificación
  - 1.2.2. Almacenamiento.
  - 1.2.3. Gestión de residuos
  - 1.2.4. Legislación
- 1.3. Diagnóstico de averías
  - 1.3.1. Control y seguimiento
  - 1.3.2. Reparación de equipos
- 1.4. Protección de equipos frente a los agentes atmosféricos
- 1.5. Manejo de patrones de calibración de sistemas de depuración y control de la contaminación atmosférica

## 1.1. Limpieza de equipos

La preocupación social por el problema de la contaminación y su correspondiente valoración del medio ambiente aparece verdaderamente asociado al concepto de Revolución Industrial. Desde tiempo atrás, la mayor parte de la población vivía ocupando una muy baja extensión del territorio, pero el crecimiento suburbano y el desarrollo de las carreteras han hecho posible una mayor facilidad de viajar a los grandes núcleos.



Por tanto, una población creciente combinado con un alto nivel de vida han llevado a una producción y concentración de contaminación del aire drásticamente intensificada en áreas localizadas.

---

Los problemas que nos podemos encontrar dependiente de las actividades que se lleven a cabo los podemos clasificar en:

- Problemas LOCALES, los cuales son a nivel atmosférico, distinguiéndose, por ejemplo, la contaminación hídrica y la erosión.
- Problemas GLOBALES, que afectan a la extensión total, como por ejemplo el efecto invernadero y la destrucción de la capa de Ozono.

Con todos estos problemas surgen las diferentes inquietudes ambientales, así como la preocupación por el medio ambiente, sucediéndose a lo largo de los años numerosas y diferentes conferencias sobre este tema.

- ESTOCOLMO: Es una conferencia de las Naciones Unidas en materia de medio Ambiente. El objetivo fue plasmar en un papel que el crecimiento

económico no conlleva al desarrollo y que no significa poner fin a la situación de inocencia ambiental (el medio ambiente es un recurso finito). Surge preocupación ambiental.

- C. BRUNDTLAND: En el informe de esta comisión aparece por primera vez el concepto de Desarrollo Sostenible, asociado a un futuro común. Se define como Desarrollo Sostenible "aquél capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades".
- Prevención y Control Integrado de la Contaminación, IPCC (1988): Se lleva a cabo con el objetivo de evaluar y seleccionar las investigaciones más relevantes sobre el cambio climático. Constituido por 170 países.
- RÍO (1992): En el que se lleva a cabo el convenio por el cambio climático, conocido por la declaración de Río, y por el Convenio sobre la Biodiversidad.
- KIOTO (1997): Se aborda la lucha contra el cambio climático, estableciéndose las bases y una serie de compromisos para ello.
- BONN (1999): Se sacan conclusiones sobre el protocolo de Kyoto. Se llega al acuerdo de la necesidad de disminuir las emisiones de efecto invernadero en un 5,2% respecto a las existentes en 1990, con un plazo máximo hasta 2012. Este documento escrito tenía que ser firmado por 57 países que sumaban entre ellos el 55% de las emisiones de contaminantes que contribuían al efecto invernadero.

En una conclusión final de todos los convenios redactados en las diferentes cumbres sobre medio ambiente realizadas, se deduce que:



El problema reside en que tan sólo los países subdesarrollados se comprometieron con las bases propuestas. Sin embargo, esto fue en un principio ya que en 2004 parece que surgió la conciencia correcta y todos los países firmaron el acuerdo.

---

Una vez desarrollada cómo surge la conciencia de preocupación por el medio ambiente podemos hacer mención al inicio del control racional de la contaminación atmosférica, cuyo primer antecedente son las 4 suposiciones desarrolladas por la Asociación Americana para el avance de la ciencia (1965). Estos cuatro principios son:

- El aire es de Dominio Público, por lo que es una preocupación de todos.
- La contaminación del aire constituye un componente inevitable de la vida moderna. Existe un conflicto entre la preocupación económica y biológica por lo que tenemos que establecer normas y programas para conservar la atmósfera de la mejor forma posible para que lleve a cabo su cometido biológico.
- Se pueden aplicar conocimientos científicos para delinear las normas públicas. Se debe tener información de todas las fuentes y efectos de los contaminantes en la atmósfera para crear dispositivos y métodos de control. “El hombre no tiene que abandonar la tecnología ni la forma de vida, pero tiene que utilizar su inteligencia”.
- Los métodos para reducir la contaminación del aire no debe aumentar dicha contaminación en otros sectores del medio ambiente.

Tradicionalmente para alcanzar la protección del medio ambiente, erróneamente se adoptaban las medidas correctoras una vez el daño ya se había producido. Hoy en día, se desea propagar el concepto de prevención, empleando medidas preventivas que, como su propio nombre indica, prevean la aparición del problema para así poder ser solventado.



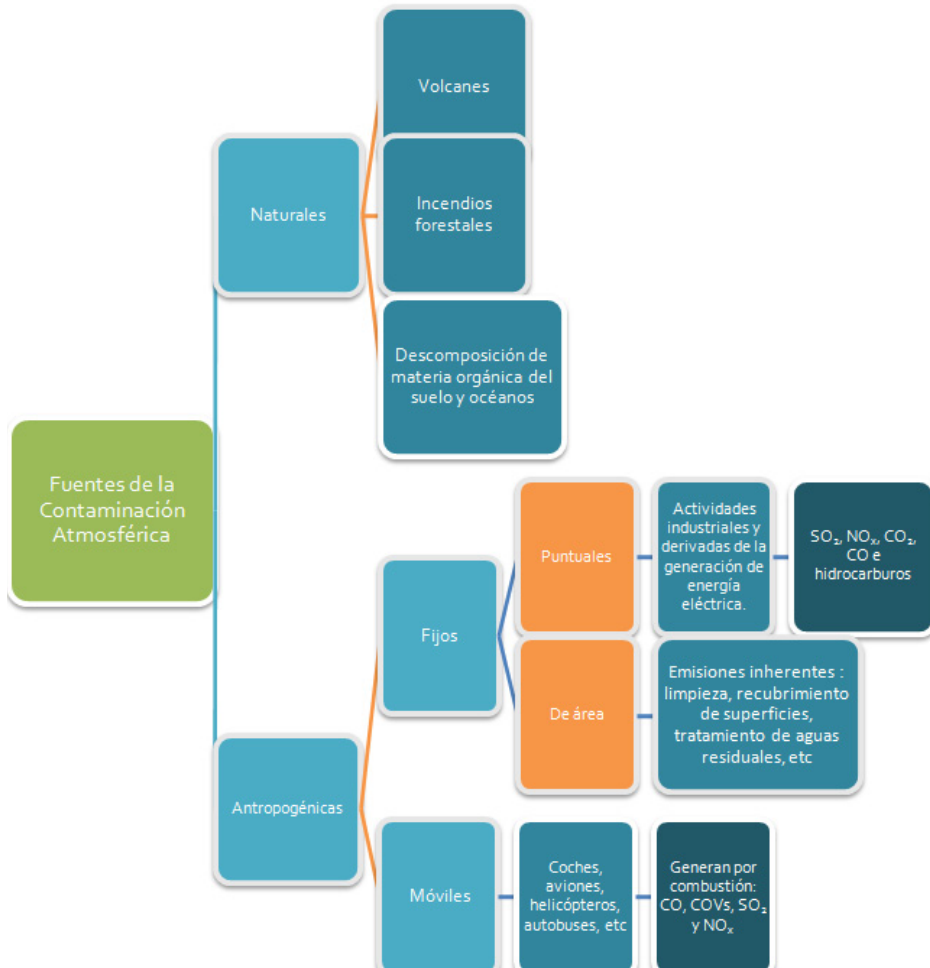
Definición

Según la ley 38/1972 de Protección del medio Ambiente Atmosférico actualmente en vigor, se entiende por **Contaminación Atmosférica**:

“La presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza”.

---

En la figura se muestra un diagrama de bloques, donde se muestran varias fuentes de emisiones naturales y antropogénicas



Existen tres causas principales de contaminación a escala local: la industria, las calefacciones y el tráfico. De todas ellas, las primeras las que emiten un mayor número de productos contaminantes a la atmósfera. Sus características dependen esencialmente de la calidad y de las propiedades de los combustibles y materias primas empleadas, del tipo de proceso y de la tecnología que se utiliza.

La gran mayoría de los procesos industriales están compuestos por una serie de equipos interconectados entre sí para la conversión de materia y/o energía. Estos procesos conllevan una serie de emisiones contaminantes o no que dependen fundamentalmente de:

- Las materias primas. No todos los materiales utilizados producen emisiones contaminantes, así como no todos los contaminantes provocan los mismos efectos o consecuencias.
- La naturaleza de los procesos de conversión, ya sea física, química o biológica.
- El diseño, tipo y uso de los equipos utilizados

Los procesos de conversión generan una serie de productos y subproductos que no son siempre los deseados, pudiendo ser algunos de ellos contaminantes o residuos y suponer un problema. Además, algunos procesos y plantas industriales de la actualidad producen una cantidad de contaminante mayor a la que sería de esperar de la avanzada tecnología disponible.



El mejor proceso para reducir la emisión de contaminantes es evitar su generación.

---

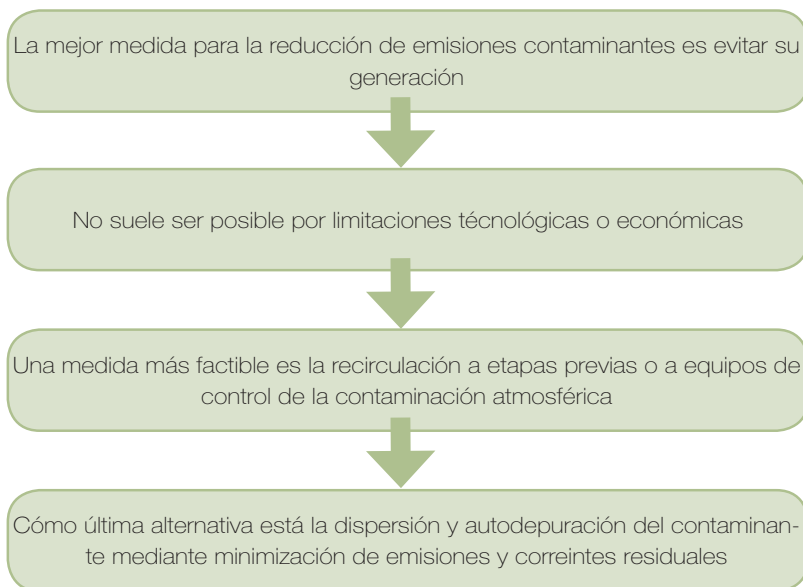
Esto sería lo ideal, pero no es posible en la mayoría de los casos, ya sea por limitaciones tecnológicas o por razones económicas. Hay que ser conscientes que los actuales procesos de conversión de materia que se están empleando en muchas plantas industriales tienen muchas posibilidades y recursos para poder aún mejorar en gran medida la reducción de emisiones de contaminantes en el origen, en su misma planta.

Otra posible alternativa a considerar es la recirculación de los residuos generados a alguna otra etapa previa del proceso con el fin de evitar la acumulación de compuestos indeseados a lo largo del proceso.

La última posibilidad de llevar a cabo la reducción de emisiones es recurrir a equipos de control de contaminación atmosférica, es decir, equipos de depuración diseñados específicamente para la retención de contaminantes antes de su salida al exterior. Estos equipos de reducción de emisiones son máqui-

nas diseñadas con las mismas bases físicas, químicas y termodinámicas que las de los equipos de proceso. Sus medidas técnicas y organizativas son también las mismas que para la operación de instalaciones industriales en general.

Otra medida, ya menos técnica es la capacidad de dispersión, dilución y autodepuración del medio al que se realizan las emisiones. Se desea disminuir todo lo posible cualquier tipo de emisión y/o corriente residual. La modificación de proyectos de plantas ya existentes, los programas de mantenimiento y formación del personal, así como los protocolos de operación están íntimamente relacionados con esa deseada minimización de emisiones.



Así bien hay que tener en cuenta que las buenas prácticas con fines de reducción de emisiones a la hora de llevar a cabo la operación y el mantenimiento de una planta industrial no son siempre aplicables.

La directiva IPPC de Control Integrado de la Contaminación Industrial propuesta por la Unión Europea, así como su transposición en España por la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, tienen este mismo enfoque: el control y la reducción de emisiones y vertidos contaminantes por parte de las industrias.

Todas las plantas industriales pueden describir sus procesos en un diagrama general de bloques, donde de una manera más o menos compleja se describen sus funciones básicas:



## 1. Entrada

Consiste en el conjunto de equipos, operaciones y procesos para la preparación de las materias primas y auxiliares para su alimentación al resto de los equipos que completan el proceso.

Los contaminantes que produzcan las etapas posteriores del proceso dependen de estas materias primas y materias auxiliares utilizadas en la alimentación del proceso y de las operaciones aplicadas para su preparación.

Las primeras medidas para el control de la contaminación en la planta se deberán poner en esta primera etapa, y consistirán en la selección y especificación de la calidad y la composición de las materias primas utilizadas. Se deberán considerar del mismo modo las especificaciones y las cantidades de los fluidos utilizados a la hora de transportar las corrientes del proceso, así como de los productos auxiliares (catalizadores, adsorbentes, combustibles o materiales de construcción) que hayan sido incorporados a la línea de proceso.

## 2. Conversión de materia y energía.

La totalidad o la gran mayoría al menos de los contaminantes emitidos en instalaciones industriales son generados en las etapas de conversión de materia y/o energía, que son donde se emplean los diferentes reactores químicos necesarios para realizar los procesos.

Una vez identificadas las materias primas y las materias auxiliares, los contaminantes producidos, tanto los tipos de compuestos, como sus cantidades y sus propiedades de mezcla, dependerán de la tecnología, los equipos y las operaciones realizadas en las etapas de conversión.



Los reactores son el núcleo de cada planta de proceso, así como una de sus principales fuentes de contaminación.

---

Un importante proceso que tiene lugar en esta etapa de conversión es la transferencia de los contaminantes generados a un fluido portador inerte, que puede ser el aire o el agua. La dilución de los contaminantes en un fluido portador complica y encarece los procesos que se llevarán a cabo posteriormente de separación de los contaminantes generados.



Se debe minimizar el uso de fluidos portadores para facilitar los procesos de depuración.

---

### 3. Separación del producto.

Consiste en la separación de los subproductos no deseados de los productos generados buscados y del resto de materiales no convertidos. Los materiales valiosos se recircularán al proceso, y estos subproductos no deseados pasan a considerarse residuos.

La eficiencia de los equipos encargados de la separación de los productos finales deseados de los no deseado y fluidos portadores inertes es muy alta para evitar así pérdidas de producto. Esto se consigue con una alta tecnología en los equipos utilizados para esta separación.

En los procesos en los que sea posible, los materiales no consumidos y al menos una parte del fluido portador se recircularán hacia etapas previas del proceso de preparación de alimentación y/o de conversión.

### 4. Depuración.

El objetivo de esta etapa es la reducción de los contaminantes presentes en los fluidos portadores tanto los que se encuentren en fase gas/vapor o en fase particulada. Los equipos y tecnologías empleados deberán llevar a niveles seguros especificados por la legislación existente la cantidad de contaminantes antes de su emisión/Vertido/Disposición en el ambiente.

Las condiciones de diseño y operación de los equipos utilizados en esta etapa son muy extremas, más que las de los equipos de separación de los productos, aunque su tecnología no sea distinta. Es imposible evitar que una parte aunque sea residual de contaminantes se amita al medio ambiente con el fluido portador, ya que no existe el equipo de separación perfecto.

La eficacia de depuración es la que expresa la variación de la concentración de contaminante del fluido portador tras su paso por esta etapa de depuración. Esta eficacia de depuración depende de diversos factores, ya que no es una constante típica del equipo.

La tecnología y el diseño del propio equipo de depuración

Las condiciones de estabilidad de operación que tenga el proceso

La concentración del contaminante a la entrada del equipo

El estado de conservación y mantenimiento del equipo

## 5. Emisión

Esta etapa final incluye los equipos e instalaciones auxiliares necesarias para la emisión del fluido portador y los contaminantes residuales al ambiente. La etapa de emisión, contenga trazas de contaminantes o incluso sin contaminantes ya, es necesaria para la evacuación del fluido portador.

Para los contaminantes atmosféricos, la evacuación del fluido portador se realiza a través de chimeneas. La dilución del fluido portador y su caudal determinarán la altura de la chimenea y su diámetro, respectivamente.

La intensidad de emisión es el parámetro más importante para poder caracterizar correctamente las emisiones producidas por una planta. Esta intensidad está en función de:

Caudal del gas portador

Concentración del contaminante a la entrada de los equipos de separación

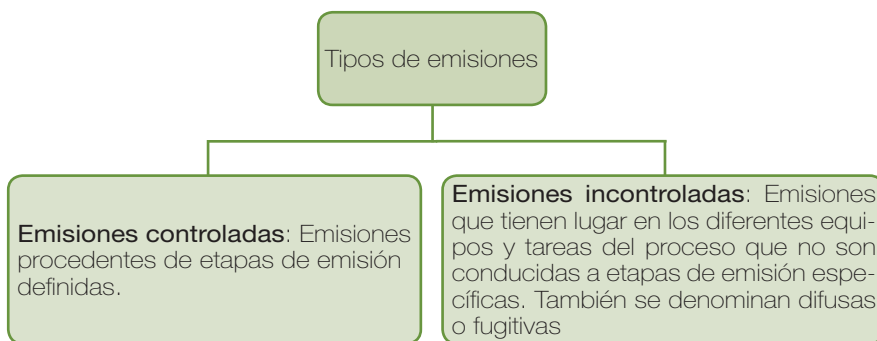
Etapas de emisión

La eficacia de depuración

Se utilizan factores e intensidades de emisión normalizadas por algún indicador de tamaño o condiciones de operación del proceso realizado para comparar diferentes plantas que realicen procesos similares.

La caracterización y el análisis de la emisión de contaminantes no se realizan por su eficacia de depuración con concentración de contaminantes, aunque todavía estos parámetros son los más utilizados en Europa para establecer los límites de emisión aplicables en los diferentes procesos industriales.

Existen dos tipos de emisiones en función del lugar donde se produzcan:



Las emisiones incontroladas se suelen presentar en puntos de ensamblaje o interconexión de los equipos de la planta, por ejemplo bridas. La emisión en este tipo de situaciones de emisiones incontroladas no suele tener un volumen, pero la suma de muchas emisiones de pequeño tamaño sí que pueden llegar a un volumen considerable y suponer un problema. El principal problema que pueden suponer es para los operarios de la planta, que son los que están en contacto directo con los equipos.

Tanto las emisiones controladas como las emisiones difusas deben incluirse en el análisis de emisiones total de la planta para poder reducir su número, por muy pequeñas que sean. El análisis de emisiones debe realizarse siguiendo el itinerario de contaminantes y fluidos portadores de toda la planta. Este análisis tiene una serie de objetivos básicos:

- Identificación, localización y especificación de los puntos y procesos ocurridos en la generación de los tipos de contaminantes en la planta.
- Evaluación de los efectos y los daños que pueden provocar los contaminantes tanto en el interior de la planta como en el medio ambiente exterior.