

# **GUÍA TÉCNICA DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES**

**Plan Regional de Actuaciones en materia de suelos contaminados de la  
Comunidad de Madrid (2006 – 2016)**

**FEBRERO 2016**



# GUÍA TÉCNICA DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES

DIRECCIÓN GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE



**Comunidad de Madrid**

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE,  
ADMINISTRACIÓN LOCAL Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Dirección General del Medio Ambiente

**CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, ADMINISTRACIÓN LOCAL Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO**

Consejero de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio

Director General de Medio Ambiente

Coordina:

M<sup>ª</sup> Dolores Muñoz Herrera, Dirección General del Medio Ambiente

Encarna Arana Jiménez, Tauw Iberia, S.A.U.

Equipo de Redacción:

Encarna Arana Jiménez <sup>(1)</sup>

Irene Torá Mouvet <sup>(1)</sup>

Pieter Luiten <sup>(2)</sup>

Danny Boshoven <sup>(2)</sup>

Eva Cortés Cabrera <sup>(1)</sup>

**(1) TAUW IBERIA, S.A.U**

**(2) TAUW bv**



**Biblioteca  
virtual**

Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la **Comunidad de Madrid** y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



[www.madrid.org/publicamadrid](http://www.madrid.org/publicamadrid)

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>I</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 <b>Ámbito de aplicación de esta guía</b> .....	<b>2</b>
1.2 <b>Prevención frente a recuperación de suelos</b> .....	<b>3</b>
<b>2 ANTECEDENTES</b> .....	<b>7</b>
2.1 <b>Marco normativo</b> .....	<b>7</b>
2.2 <b>Otros Documentos</b> .....	<b>9</b>
2.3 <b>La gestión de la contaminación del suelo en la Comunidad de Madrid</b> .....	<b>11</b>
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4 GLOSARIO</b> .....	<b>18</b>
<b>5 ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES DEL SUELO</b> ...	<b>30</b>
5.1 <b>Actividades potencialmente contaminantes del suelo (Real Decreto 9/2005, de 14 de enero)</b> .....	<b>30</b>
5.2 <b>Actividades afectadas por la Normativa IPPC</b> .....	<b>35</b>
5.3 <b>Proyectos afectados por la normativa de Evaluación Ambiental</b> .....	<b>38</b>
5.4 <b>Actividades afectadas por la Ley de Responsabilidad Medioambiental (LRMA)</b> ....	<b>40</b>
<b>6 PROCESO DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN</b> .....	<b>42</b>
<b>7 IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS DE CONTAMINACIÓN</b> .....	<b>45</b>
7.1 <b>Almacén de líquidos a granel</b> .....	<b>46</b>
7.1.1 <b>Tanques subterráneos</b> .....	<b>47</b>
7.1.2 <b>Tanques superficiales</b> .....	<b>48</b>
7.1.3 <b>Balsas</b> .....	<b>49</b>

<b>7.2</b>	<b>Trasiego de líquidos a granel</b> .....	<b>51</b>
7.2.1	Carga y descarga de tanques .....	51
7.2.2	Tuberías y Grupos de bombas.....	52
<b>7.3</b>	<b>Almacenamiento y trasiego de sólidos a granel y de contenedores (sólidos y líquidos)</b> .....	<b>53</b>
7.3.1	Almacenamiento de sólidos a granel .....	54
7.3.2	Trasiego y manipulación de sólidos a granel.....	54
7.3.3	Almacenamiento y manipulación de contenedores (sólidos y líquidos) .....	55
<b>7.4</b>	<b>Actividades y operaciones de proceso</b> .....	<b>57</b>
<b>7.5</b>	<b>Actividades auxiliares</b> .....	<b>60</b>
7.5.1	Drenajes subterráneos y superficiales .....	60
7.5.2	Talleres y Laboratorios.....	62
7.5.3	Estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) .....	63
<b>8</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS PREVENTIVAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO</b> .....	<b>65</b>
<b>9</b>	<b>TÉCNICAS DE DISEÑO</b> .....	<b>67</b>
<b>9.1</b>	<b>Características constructivas de las instalaciones</b> .....	<b>67</b>
9.1.1	Cumplimiento de la normativa.....	67
9.1.2	Medidas anti-corrosión.....	70
9.1.3	Compatibilidad de sustancias y materiales .....	71
9.1.4	Sistemas de control de sobrelLENADOS .....	73
9.1.5	Sistemas de detección de fugas .....	74
9.1.6	Puntos de inspección .....	76
<b>9.2</b>	<b>Medidas de protección y contención</b> .....	<b>76</b>
9.2.1	Cubetos y otros sistemas de contención .....	77
9.2.2	Sistemas de impermeabilización.....	80
9.2.3	Sellados de bombas y conexiones.....	82
<b>9.3</b>	<b>Localización de instalaciones</b> .....	<b>83</b>
<b>10</b>	<b>TÉCNICAS DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN</b> .	<b>86</b>
<b>10.1</b>	<b>Programas de control y seguimiento</b> .....	<b>86</b>
<b>10.2</b>	<b>Sistemas de detección de fugas y alarmas</b> .....	<b>89</b>

<b>10.3</b>	<b>Inspección y mantenimiento de las instalaciones</b> .....	<b>89</b>
<b>10.4</b>	<b>Planes de emergencia</b> .....	<b>90</b>
10.4.1	Plan de Emergencia Ambiental .....	92
<b>11</b>	<b>TÉCNICAS OPERACIONALES Y ORGANIZATIVAS</b> .....	<b>95</b>
<b>11.1</b>	<b>Minimización de procesos con sustancias peligrosas</b> .....	<b>96</b>
11.1.1	Sustitución de productos químicos peligrosos .....	96
11.1.2	Minimización del número de almacenamientos intermedios .....	97
11.1.3	Minimización de procesos con potencial de derrames y/o fugas .....	98
11.1.4	Recirculación de aguas de proceso .....	99
11.1.5	Señalización .....	99
<b>11.2</b>	<b>Gestión adecuada de productos y residuos peligrosos</b> .....	<b>100</b>
11.2.1	Compatibilidad y almacenamiento de sustancias y residuos .....	100
11.2.2	Gestión adecuada de residuos .....	101
<b>11.3</b>	<b>Formación del personal</b> .....	<b>102</b>
<b>11.4</b>	<b>Sistemas de Gestión Ambiental</b> .....	<b>102</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA</b> .....	<b>106</b>

## **TABLAS**

Tabla 5.1: Actividades potencialmente contaminantes según el Real Decreto 9/2005.....	31
Tabla 5.2: Tipos de Informes de Situación del Suelo para las APCS.....	35
Tabla 5.3: Documentos relevantes para prevención y control de la contaminación del suelo...	36
Tabla 7.1: Principales focos de contaminación del suelo.....	45
Tabla 9.1: Compatibilidad de materiales de acuerdo a proveedores de tanques.....	72
Tabla 9.2: Ejemplos de láminas plásticas para impermeabilización.....	81
Tabla 9.3: Técnicas Preventivas de Diseño.....	85
Tabla 10.1: Técnicas Preventivas de Vigilancia y Control.....	94
Tabla 11.1: Medidas preventivas relativas a la minimización de sustancias y procesos contaminantes.....	96
Tabla 11.2: Técnicas Preventivas Operacionales y Organizativas.....	105

## **FIGURAS**

Figura 6.1: Proceso de Prevención de la Contaminación del suelo.....	44
Figura 7.1: Tanques subterráneos.....	49
Figura 7.2: Tanques superficiales.....	49
Tabla 7.1: Principales focos de contaminación del suelo.....	45
Figura 7.3: Ejemplos de balsas.....	50
Figura 7.4: Zonas de carga y descarga de tanques.....	51
Figura 7.5: Tuberías y bombas.....	52
Figura 7.6: Sólidos a granel.....	54
Figura 7.7: Ejemplos de trasiego de sólidos a granel.....	55
Figura 7.8: Almacenamiento en contenedores.....	57
Figura 7.9: Ejemplos de procesos.....	58
Figura 7.10: Ejemplos de zonas de proceso.....	60
Figura 7.11: Ejemplos de redes de drenaje.....	62
Figura 7.12: Talleres y laboratorio.....	63

Figura 7.13 EDAR.....	64
Figura 8.1 Prioridad en la aplicación de Técnicas.....	69
Figura 9.1 Medidas anti-corrosión.....	71
Figura 9.2 Sistemas de control de sobrelLENADOS.....	74
Figura 9.3 Sistemas de detección de fugas.....	75
Figura 9.4 Puntos de inspección.....	76
Figura 9.5 Sistemas de doble pared.....	78
Figura 9.6 Sistemas de contención fijos impermeables.....	79
Figura 9.7 Cubetos de contención móviles.....	79
Figura 9.8 Combinación de métodos de contención con sistemas de drenaje.....	80
Figura 9.9 Sistemas de impermeabilización.....	81
Figura 9.10 Sellados de bombas y conexiones.....	83
Figura 10.1 Piezómetros de control.....	88
Figura 11.1 Compatibilidad y Almacenamiento de sustancias y residuos.....	101

## **ANEXOS**

Anexo 1: Listados de actividades potencialmente contaminantes del suelo (APCS) y de actividades afectadas por la normativa IPPC

Anexo 2: Mejores Tecnologías Disponibles (MTD)

Anexo 3: Vulnerabilidad del entorno de la instalación

Anexo 4: Lista de comprobación para la de identificación de focos potencialmente contaminantes del suelo

Anexo 5: Listados de Medidas preventivas de la contaminación del suelo aplicables a los focos de contaminación del suelo

**ABREVIATURAS:**

AAI	Autorización Ambiental Integrada
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
APCS	Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo
APQ	Almacenamiento de Productos Químicos
ARA	Análisis de Riesgo Ambiental
BOE	Boletín Oficial del Estado
BOCM	Boletín Oficial Comunidad de Madrid
BOJA	Boletín Oficial Junta de Andalucía
BREFs	Best Available Techniques Reference Document
CE	Comunidad Europea
CNAE	Código Nacional de Actividades Económicas
CLP	Classification Labeling and Packaging
COCS	Criterios Orientativos de la Calidad del Suelo
COM	Comunicación de la Comisión Europea
CTN	Comités Técnicos de Normalización
DEI	Directiva de Emisiones Industriales
DOCE	Diario Oficial de la Comunidad Europea
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EA	Evaluación Ambiental
EAE	Estudio Ambiental Estratégico
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EIPPCB	European IPPC Bureau
EPDM	Etileno Propileno Dieno tipo M
ES	Estudio de Seguridad
FDS	Fichas de Datos de Seguridad
IBSAS	Informe Base de Suelos y Aguas Subterráneas
IPPC	Integrated Prevention, Pollution and Control (Prevención y Control Integrados de la Contaminación).
ISO	International Organization for Standardization
IPTS	Instituto de Prospectiva Tecnológica
ITC	Instrucciones Técnicas Complementarias
LRMA	Ley de Responsabilidad Medioambiental

MIE	Ministerio de Industria y Energía
MI IP	Ministerio de Industria – Instalaciones Petrolíferas
MTD/MTD	Mejores Tecnologías Disponibles
NGR	Niveles Genéricos de Referencia
PE	Plan de Emergencia
PEBD	Polietileno de Baja Densidad
PEAD	Polietileno de Alta Densidad
PVC	Cloruro de polivinilo
PEE	Plan de Emergencia Exterior
PEI	Plan de Emergencia Interior
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Registro, Evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas)
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
TPO	Polioléfina Termoplástica
UNE	Una Norma Española

## Prólogo

La prevención es uno de los principios básicos que debe contemplar toda política de protección del suelo. Su objetivo es evitar la contaminación desde su origen antes de que sea necesaria la minimización de sus efectos o la restauración de recursos afectados. Por esta razón, la política ambiental española y la de la Comunidad de Madrid, de acuerdo con los sucesivos programas y Directivas de la Unión Europea sobre medio ambiente, han insistido en la importancia crucial de este principio de prevención, como base para evitar, reducir y, en la medida de lo posible, eliminar la contaminación derivada de las actividades industriales.

La degradación del suelo, entendida ésta como la pérdida de la capacidad de realizar las funciones que le son propias, tiene las siguientes causas principales: la erosión, la pérdida de materia orgánica, la salinización, ciertas catástrofes naturales tales como inundaciones y deslizamientos de tierras y por supuesto, la contaminación, centrándose la presente guía en las actuaciones a acometer en este ámbito.

En la Cumbre de Río del año 1992, ya se reconoció la importancia de la protección de los suelos y de sus usos potenciales en el contexto de un desarrollo sostenible, en particular contra la contaminación procedente de acciones o actividades de origen antrópico. En el marco de la Unión Europea, el mandato del Parlamento Europeo a la Comisión para que desarrolle una estrategia temática para la protección del suelo, cuyos trabajos se iniciaron durante el semestre de la presidencia española en 2002, insiste en esta misma idea: la necesidad de adoptar medidas que eviten, limiten o reduzcan el impacto sobre el suelo de las actividades humanas.

El problema de la contaminación del suelo debe combatirse desde dos frentes: la prevención, para evitar nuevos suelos contaminados, y la recuperación de aquellos que ya se encuentran en esta situación.

La prevención de la contaminación del suelo constituye una clara ventaja en relación al ahorro de costes y a la mejora de la estrategia empresarial, reduciendo los riesgos ambientales, por un lado, y los posibles gastos asociados a la recuperación de suelos, por otro.

La contaminación de los suelos, además de la degradación de los mismos, puede afectar a otros medios por transmisión de los contaminantes: aguas superficiales y subterráneas, sedimentos en cauces fluviales y aire. Esta contaminación produce riesgos para la salud de las personas y los ecosistemas por exposición a los contaminantes químicos.

El principal objetivo de esta guía es orientar a los titulares y responsables de actividades potencialmente contaminantes del suelo en el proceso de prevenir la contaminación del mismo,



teniendo en cuenta el proceso integral de prevención, el cual se basa en el conocimiento de la instalación industrial, su entorno y los riesgos potenciales de afección al suelo.

La implementación de medidas preventivas de contaminación del suelo es una forma directa de conservación de los recursos naturales, de disminución de la exposición a productos químicos y de la preservación del medio ambiente.

Disponer de las medidas preventivas adecuadas supone una herramienta fundamental para las industrias, ya que conllevan de forma directa las siguientes ventajas:

- Ayudan a mantener y asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental de las instalaciones industriales.
- Reducen el riesgo de exposición a productos químicos
- Evitan o disminuyen futuras inversiones en trabajos de tratamiento o recuperación.
- Ayudan a evitar posibles sanciones de carácter ambiental



# 1 Introducción

La prevención de la contaminación constituye el eje básico que debe centrar la mayor parte de los esfuerzos de gestión ambiental de la contaminación del suelo, entendiendo que la preservación de los suelos en todos sus usos es la base de un desarrollo sostenible. La actuación preventiva y, en general, la protección del suelo, debe orientarse según el principio de multifuncionalidad, es decir, conservar el suelo para que pueda ejercer todas sus funciones y su objetivo consiste en evitar la contaminación desde el origen antes de que sea necesaria la minimización de sus efectos o la restauración de los suelos afectados.

La presente guía está organizada de manera que oriente al operador industrial en la identificación de las medidas de prevención de la contaminación del suelo que son recomendables en sus instalaciones. Para ello, se describe un proceso que parte de la identificación de los potenciales focos de dicha contaminación y del conocimiento del entorno en el que se encuentra su actividad, para poder así acabar con la selección de las correspondientes medidas a implantar.

Este documento pretende servir de orientación en proyectos de mejora y acondicionamiento de instalaciones existentes así como en los de diseño, construcción y operación de nuevas instalaciones. Con ese objetivo, se ha estructurado en los capítulos siguientes:

En los capítulos 2 y 3 se recogen los antecedentes relativos al marco legal vigente y el proceso general de gestión de suelo contaminado de la Comunidad de Madrid, respectivamente. El glosario se incluye en el capítulo 4.

En el capítulo 5 se recogen las actividades industriales objeto de esta guía, mientras que en el capítulo 6 se describe el proceso de prevención de la contaminación del suelo. En el capítulo 7 se describen los principales focos de contaminación del suelo en instalaciones industriales. Los operadores deben seleccionar aquéllos presentes en su actividad e implementar medidas de prevención en función del caso. El capítulo 8, presenta las medidas de prevención de la contaminación y su clasificación en tres grandes grupos: medidas preventivas de diseño, medidas preventivas de vigilancia y control, y medidas preventivas operacionales.

En los capítulos 9, 10 y 11 se identifican y describen las medidas de prevención más comunes y relevantes descritas para cada uno de los principales focos potenciales de contaminación para diferentes instalaciones industriales. Estos capítulos pretenden dar una orientación a los operadores de cómo deben implementarse las medidas preventivas para que sean efectivas, así como su mantenimiento y su adaptación a posibles cambios que sufra la instalación.



Los anexos 1 a 5 recogen información relativa a los siguientes aspectos:

- Actividades potencialmente contaminantes del suelo (APCS) y de actividades afectadas por la normativa IPPC (Anexo 1).
- Mejores Tecnologías Disponibles (MTD) (Anexo 2)
- Vulnerabilidad del medio de la instalación (Anexo 3)
- Lista de comprobación para la identificación de focos potencialmente contaminantes del suelo (Anexo 4).
- Listado de Técnicas Preventivas de la contaminación del suelo aplicable a los focos de contaminación del suelo (Anexo 5).

### 1.1 **Ámbito de aplicación de esta guía**

Esta guía va dirigida especialmente a los titulares y responsables de actividades industriales y/o comerciales que pueden contaminar el suelo recogidas en la normativa vigente, relacionada con:

- La elaboración de los informes de situación del suelo por parte de los obligados ya que constituye una herramienta de apoyo para la identificación de los focos potenciales de contaminación del suelo y las posibles medidas preventivas asociadas.
- La redacción de los documentos pertinentes para la tramitación de su licencia de actividad o Autorización Ambiental Integrada (AAI) para aquellas actividades potencialmente contaminantes del suelo afectadas por la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC). En el marco de la normativa IPPC y su implementación en la Comunidad de Madrid, esta guía es de utilidad tanto para las empresas que tengan que elaborar un proyecto de ampliación y/o modificación de una actividad existente como para una nueva actividad.
- La elaboración de los documentos de tramitación de procedimiento ambiental que aplique a la nueva actividad y/o modificación/ampliación de la existente (Evaluación de impacto ambiental ordinario o simplificado y Evaluación Ambiental), según la normativa de Evaluación Ambiental estatal y autonómica que aplica a la Comunidad de Madrid.
- La valoración de los riesgos ambientales de una instalación y en caso necesario, la constitución de la garantía financiera de aquellas actividades afectadas por la Ley de Responsabilidad Medio Ambiental (LRMA).



También puede tener interés esta guía para:

- Las Aseguradoras en la concesión de pólizas de seguros ambientales y para la valoración de su cuantía en base al riesgo potencial de causar daño al suelo teniendo en cuenta la implantación o no de las medidas preventivas y de control para la minimización del riesgo.
- Las entidades financieras para el otorgamiento de créditos a actividades potencialmente contaminantes del suelo al incorporar parte del contenido de esta guía en su proceso interno de análisis de riesgos.
- El proceso de implantación de sistemas de gestión ambiental (SGA) siguiendo la norma ISO 14001, el Reglamento EMAS o cualquier otro procedimiento de gestión.
- Las autoridades responsables de la aprobación de licencias de actividad (AAI) y de otorgar las Declaraciones de Impacto Ambiental y otros condicionados.

Esta guía no pretende sustituir la normativa existente relativa al diseño y construcción de los distintos tipos de instalaciones industriales, sino que recoge a modo de resumen, las distintas posibilidades a disposición de los operadores o gestores de plantas industriales, orientándoles en el proceso de selección de dichas medidas en función de las necesidades específicas de cada caso, entendiendo que los operadores han obtenido u obtendrán, las licencias y autorizaciones técnicas correspondientes de forma independiente.

## 1.2 Prevención frente a recuperación de suelos

Hasta ahora, las actuaciones más comunes relacionadas con la contaminación de suelos, tanto a escala internacional como nacional y autonómica, han sido enfocadas en la identificación y solución de los casos en los que ya se ha generado una contaminación.

La prevención de la contaminación del suelo supone una clara ventaja a nivel de gestión estratégica corporativa. El establecer mecanismos para prevenir riesgos ambientales permite detectar posibles anomalías en su origen y minimizar gastos en las actuaciones necesarias para su subsanación:

- Ahorro de costes: al evitarse que los contaminantes lleguen al suelo, se eliminan los costes asociados a posibles recuperaciones del mismo, los cuales son considerablemente superiores a los costes de las medidas preventivas.

- Mejora de la imagen de la empresa: las empresas que demuestran un compromiso activo para reducir los impactos sobre el medio ambiente pueden mantener una imagen más positiva hacia las comunidades locales y hacia sus clientes.
- Mejora de la seguridad de los trabajadores: la prevención de la contaminación puede ser un componente relevante en la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores. Sustituir productos químicos peligrosos por otros de menor peligrosidad o minimizar la cantidad de residuos a manejar, son ejemplos de cómo la prevención de la contaminación del suelo puede ser también beneficiosa para minimizar los riesgos laborales a los que puedan estar expuestos los trabajadores.

Inciendo en el ahorro de costes que conlleva la implantación de medidas de prevención, hay que resaltar que incluso pequeños incidentes pueden tener importantes implicaciones en relación a la contaminación del suelo. Con pequeñas inversiones de miles de euros en medidas preventivas, se pueden ahorrar costes de decenas de miles de euros asociados a la limpieza de un suelo contaminado, así como evitar responsabilidades derivadas de la legislación ambiental. Además, los costes asociados a la descontaminación generalmente representan una partida presupuestaria que en muchos casos los operadores no la provisionan o contabilizan.

Por ejemplo, en relación con el volumen de ventas anuales de combustible en una estación de servicio o el volumen anual de productos químicos que se pueden utilizar en una tintorería industrial, la cantidad de producto que puede ser liberado o vertido al suelo puede parecer insignificante. Sin embargo, los productos que entran en contacto con el suelo pueden dar lugar a gastos futuros considerables asociados a la recuperación del mismo.

Los siguientes cuadros incluyen un resumen de costes en dos casos de contaminación, una estación de servicio y una industria de tratamiento de superficies.



**EJEMPLO 1 – ESTACIÓN DE SERVICIO**

**Emplazamiento:**

Estación de Servicio

**Foco:**

Tanque subterráneo de combustible

**Incidente:**

Fuga de combustible de unos 5 m<sup>3</sup>

El volumen medio de fugas en Estaciones de Servicio suele ser de unos 5 m<sup>3</sup>, y la duración media suele ser de unos 20 años (1). Teniendo en cuenta la venta media de combustibles de una Estación de Servicio (unos 40.000 m<sup>3</sup>), la fuga considerada representa el 0.01 % del total.

**Actuaciones de Recuperación:**

Gestión del suelo contaminado y las aguas subterráneas contaminadas.

Dependiendo de las características hidrogeológicas de la zona donde se ubique, una fuga de 1 m<sup>3</sup> de combustible podría dar lugar a volúmenes de suelo contaminado entre 100 y 150 m<sup>3</sup> (2).

**Actuaciones de Prevención:**

- Instalación de tanque y tuberías de doble pared
- Instalación de cubeto de contención
- Sistema automático de control de stock
- Sistemas de control como tubos buzo
- Pruebas de estanqueidad y reparaciones asociadas en caso de ser no favorables

**Coste asociado:**

El coste de remediación asociado a la recuperación del suelo contaminado puede oscilar entre 100.000 y 300.000 €, lo cual es significativamente superior al coste del producto perdido.

Si se contaminan las aguas subterráneas, el coste asociado a su descontaminación suele ser superior a 150.000 €, por regla general, y alcanzando los 500.000 € en algunos casos.

**Coste asociado:**

La implantación de todas o algunas de las medidas de prevención anteriormente descritas supondrían un coste inferior a 50.000 €.

**Observaciones:**



*Afección al suelo y al agua subterránea visible en el cubeto de un tanque enterrado*



(1) Basado en el volumen medio de suelo contaminado que se extrae durante procesos de remediación y un nivel de contaminación medio de 3.000 mg/kg de hidrocarburos derivados del petróleo

(2) Summersgill, M (2005): Remediation Technology Cost in the UK and Europe Drivers and Changes from 2001 and 2005; Unizo (20015): Remediation of Contaminated Soil in Flanders – Belgium. Bodemsanering vervuilde grond in Vlaanderen.

## EJEMPLO 2 – ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

### **Emplazamiento:**

Planta industrial de fabricación de componentes para la industria del automóvil, funcionando durante 30 años.

### **Foco:**

Cubas de tratamiento de superficies (4 m<sup>3</sup>) y fosa de recogida de disolventes para limpieza de las piezas y aguas de baño residuales (6 m<sup>3</sup>).

### **Incidente:**

Fuga continua de la fosa de recogida durante años de funcionamiento de la actividad. Se desconoce el volumen total del vertido. La pluma de contaminación incluye metales, hidrocarburos, disolventes aromáticos y disolventes clorados, con dimensiones de unos 300 m<sup>2</sup> de agua subterránea afectada.

### **Actuaciones de Recuperación:**

Gestión del suelo contaminado y las aguas subterráneas mediante el lavado bio-enzimático in situ por recirculación.

La alta densidad específica y alta movilidad en el suelo de estos productos químicos, tales como el percloroetileno y el tricloroetileno, dan lugar a una elevada infiltración en el suelo, por lo que la recuperación del mismo es difícil y compleja.

### **Actuaciones de Prevención:**

- Inspecciones periódicas de las cubas y tuberías
- Cubetos de retención
- Balsas y cubas del material adecuado para la sustancia a contener
- Mantenimiento de la integridad de los depósitos y fosas

### **Coste asociado:**

El coste total medio de la remediación de un emplazamiento de este tipo es de unos 700.000 a 800.000 € en relación al suelo y al agua subterránea contaminados.

### **Coste asociado:**

La implantación de todas o algunas de las medidas de prevención anteriormente descritas supondrían un coste inferior a 15.000 €.

### **Observaciones:**



Baños de tratamiento



Excavación del suelo contaminado

Fuente: datos extraídos de un caso de descontaminación de Tauw Iberia, S.A.U.

## 2 ANTECEDENTES

Los suelos contaminados se contemplan como un bloque estratégico dentro de la gestión ambiental de la Comunidad de Madrid. Los principios en que se basa la planificación en materia de suelos contaminados de la Comunidad de Madrid son los recogidos en las estrategias, normativa y directrices comunitarias y estatales, asumidas asimismo en la normativa autonómica y documentación de apoyo.

En el presente capítulo de antecedentes se recoge el marco normativo asociado a los suelos contaminados así como otros documentos de base, terminando con un resumen de la gestión de los suelos contaminados en la Comunidad de Madrid.

### 2.1 Marco normativo

En el siguiente cuadro se recogen los principales textos normativos aplicables o de referencia a los suelos contaminados en la Comunidad de Madrid.

#### MARCO NORMATIVO GENÉRICO DE SUELOS CONTAMINADOS

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. (BOE nº 181, 29 de julio de 2011), que deroga la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (BOE nº 49, de 26 de febrero).
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE nº 308, de 23 de diciembre), modificado por el Real Decreto 183/2015, de 13 de marzo (BOE nº 38, de 7 de abril).
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE nº 255, de 24 de octubre de 2007), modificada por Ley 11/2014, de 3 de julio (BOE nº 162, de 4 de julio).
- Acuerdo de 18 de octubre de 2007, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid (2006-2016) (BOCM nº 263, de 5 de noviembre de 2007).
- Orden 761/2007, de 2 de abril, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio por la que se modifica la orden 2770/2006, de 11 de agosto, por la que se procede al establecimiento de niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos contaminados de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 98, de 26 de abril).
- Orden 2770/2006, de 11 de agosto, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se procede al establecimiento de niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 204, de 28 de agosto).

## MARCO NORMATIVO GENÉRICO DE SUELOS CONTAMINADOS

- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (BOE nº 15, de 18 de enero).
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 76, de 31 de marzo).
- Decisión 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de julio de 2002 por la que se establece el Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente (DOCE L242, de 10 septiembre).
- Comunicación de la Comisión Europea final "Hacia una estrategia temática para la protección del suelo. COM (2002), 179.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. (BOE nº 157, de 2 de julio).
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (BOE nº 251, de 19 de octubre).
- Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid (BOCM de 1 de julio de 2002) derogada parcialmente por la Ley 4/2014, de 22 de diciembre, excepto el Título IV, los artículos 49, 50 y 72, la disposición adicional séptima y el Anexo Quinto (BOCM 29 de diciembre de 2014. BOE 26 de febrero de 2015.)
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental (BOE nº 296, de 11 de diciembre).
- Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, por el que se regula el régimen jurídico de los suelos contaminados de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 280, de 25 noviembre 1999) y Corrección de errores (BOCM nº 286, de 2 de diciembre).
- Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 177, de 27 de julio).
- Ley 1/2001, de 29 de marzo, por la que se establece la duración máxima y el régimen de silencio administrativo de determinados procedimientos. (BOCM nº 85, de 10 de abril).

El principal marco normativo que define la gestión de suelos contaminados está recogido en el Real Decreto 9/2005. En concreto, esta normativa establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo (ver listado en Anexo 1). También recoge los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

La política preventiva que inspira este Real Decreto 9/2005, se basa en la evaluación y seguimiento de las actividades potencialmente contaminantes del suelo. Estas actividades tienen la obligación de presentar una serie de informes de situación del suelo (ver epígrafe 5.1) a la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio. En estos informes se recoge una descripción de los potenciales focos de contaminación de las instalaciones industriales, para los cuales los operadores, pueden implantar medidas preventivas de la contaminación del suelo.

Para las empresas sometidas a Autorización Ambiental Integrada es de aplicación la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (normativa IPPC – “Integrated Prevention Pollution and Control”), modificada por la Ley 5/2013, de 11 de junio.

Esta normativa y su posterior desarrollo reglamentario, Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, supone la puesta en práctica de mecanismos adicionales preventivos de la contaminación del suelo para aquellas actividades que requieran Autorización Ambiental Integrada y refuerza la aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) exigiendo que los valores límites de emisión sean establecidos de acuerdo con las conclusiones relativas a las MTD, sin prescribir la utilización de una técnica o tecnología específica.

Así mismo, las actividades potencialmente contaminantes del suelo sometidas a procedimiento ambiental según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre (Estudio de Impacto Ambiental ordinario y abreviado) y la Ley 2/2002, de 19 de junio (Evaluación Ambiental), deberán incluir medidas que permitan prevenir, corregir y en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente, así como el establecimiento de las medidas de vigilancia y seguimiento/control.

Finalmente la política ambiental que inspira la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (LRMA) se basa en principios específicos de acción preventiva, tratando de evitar daños ambientales al suelo, las aguas y los hábitats.

## 2.2 Otros Documentos

Durante el desarrollo de los Planes Regionales de Actuaciones en materia de Suelos Contaminados de la Comunidad de Madrid (2001-2006 y 2006-2016), se han realizado una serie de actuaciones entre las que destacan:

- La redacción y edición de las guías temáticas dentro del Programa “Desarrollo del marco técnico de gestión de los suelos contaminados”.

- La determinación y publicación de los niveles de fondo (IGME, 2002) y de los Niveles Genéricos de Referencia (NGR) para protección de la salud humana de metales pesados y otros elementos traza en suelos de la Comunidad de Madrid (2006 y 2007), que permiten la aplicación directa de la evaluación de los suelos de acuerdo al Real Decreto 9/2005, de 14 de enero.
- La redacción y publicación de las Instrucciones técnicas para el análisis de riesgos para la salud humana en el ámbito del Real Decreto 9/2005 de 14 de enero.
- Formularios específicos para Informes Preliminares y Periódicos de Situación del Suelo.
- Tipos de Informes e índice de contenidos de los distintos casos en los que debe presentarse Informes de Situación del Suelo.

El objetivo básico de las Guías Temáticas publicadas por la Comunidad de Madrid es aportar una base técnica que apoye la correcta gestión de los suelos contaminados en la Comunidad de Madrid. Estas guías pretenden ofrecer asesoramiento y base técnica en aspectos de especial interés a los distintos agentes involucrados en la gestión de los suelos contaminados y de esta forma sistematizar y agilizar los flujos de información entre la Administración y los agentes implicados.

Hasta la fecha se han redactado las siguientes guías que han sido publicadas por la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio, y disponibles en la página web ([www.madrid.org](http://www.madrid.org)):

- Guía de Investigación de la Calidad del Suelo (2004)
- Guía de Análisis de Riesgos para la Salud Humana y los Ecosistemas (2004)
- Guía de Tecnologías de Recuperación de Suelos Contaminados (2004)
- Guía de Planes de Control y Seguimiento del Suelo de Actividades Potencialmente Peligrosas (2008).

Igualmente se han publicado las Instrucciones técnicas para el análisis de riesgos para la salud humana en el ámbito del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, en la Comunidad de Madrid, en la que se especifican los contenidos mínimos que deben incluir las evaluaciones cuantitativas de riesgos para la salud humana, que tengan que elaborarse en cumplimiento de lo dispuesto en su artículo 4.3.

Para aquellas actividades nuevas que estén incluidas en el anejo 1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, así como para la modificación sustancial de instalaciones industriales, la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid ha elaborado unas instrucciones



relativas a la solicitud y concesión de la AAI, según modalidad, donde se puede consultar la documentación a presentar para la solicitud de la Autorización Ambiental Integrada ([www.madrid.org](http://www.madrid.org)):

- Instalaciones Existentes: Industrias. Septiembre 2015
- Instalaciones Nuevas: Industrias. Septiembre 2015
- Modificaciones en Instalaciones con AAI (excepto vertederos). Septiembre 2015
- Instalaciones nuevas: Vertederos de Residuos. Septiembre 2015
- Modificación sustancial de instalaciones existentes con AAI: Vertederos. Diciembre 2009
- Instalaciones Existentes: Explotaciones ganaderas. Septiembre 2015
- Instalaciones Nuevas y modificaciones sustanciales: Explotaciones ganaderas. Septiembre 2015.

El objetivo de estas instrucciones es definir la documentación a presentar para la obtención de la AAI durante el proceso de tramitación. Las actividades IPPC potencialmente contaminantes del suelo están obligadas a incluir las medidas preventivas de protección del suelo para la obtención de la Autorización Ambiental integrada correspondiente. Estas medidas preventivas deberán tener en cuenta, como mínimo, las mejores técnicas disponibles (MTD), entendidas como las tecnologías más eficaces para reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y la salud de las personas.

### **2.3 La gestión de la contaminación del suelo en la Comunidad de Madrid**

Ciñéndose a la problemática específica de la contaminación del suelo, la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, introdujo en el ordenamiento jurídico español el concepto de suelo contaminado, atribuyendo a las Comunidades Autónomas la competencia para declarar, delimitar y hacer un inventario de suelos contaminados.

La Ley 10/1998, de 21 de abril, quedó derogada por la entrada en vigor de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, la cual también tiene por objeto regular el régimen jurídico de los suelos contaminados. El título V de esta última contiene la regulación de los suelos contaminados. Se ha considerado fundamental mantener el régimen jurídico que ya estaba en vigor, si bien, a la luz de la experiencia adquirida se matizan algunas cuestiones como la determinación de los sujetos responsables de la contaminación de los suelos. Como aspecto más novedoso se introduce la recuperación voluntaria de suelos, mediante un proyecto aprobado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Asimismo, y con la finalidad de adquirir un mejor conocimiento de la situación de los suelos contaminados, se regulan las obligaciones de información a las que quedan sujetos tanto los titulares de las actividades potencialmente contaminantes del suelo como los titulares de los suelos declarados como contaminados y se crea el inventario estatal de suelos contaminados. Su anexo XI contiene las obligaciones de información en materia de suelos contaminados.

En el ámbito de la Comunidad de Madrid, la entonces Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional elaboró en 1997 el Inventario de Suelos Potencialmente Contaminados de la Comunidad de Madrid, pretendiendo dotarse de un instrumento de uso interno que permitiese conocer el alcance de la problemática de dichos suelos. Este Inventario constituyó el documento base para desarrollar las necesidades derivadas de la Ley 10/1998 de residuos.

Además, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Residuos, y en virtud de las competencias asumidas en el Estatuto de Autonomía de la Comunidad de Madrid, el Gobierno de la misma aprobó el Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, que regula el régimen jurídico de los suelos contaminados en la Comunidad de Madrid, encomendando a la actual Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio el ejercicio de las competencias en esta materia. Entre otras cuestiones, este Decreto establece el procedimiento para la declaración de los suelos como contaminados y los efectos derivados de la misma, así como la creación del Inventario Regional de Suelos Contaminados con la categoría de registro público de carácter administrativo.

La política de la Comunidad de Madrid en materia de contaminación del suelo quedó plasmada en el Plan Regional de Actuaciones en materia de Suelos Contaminados de la Comunidad de Madrid (2001-2006), aprobado por el Consejo de Gobierno el 25 de octubre de 2001.

El Plan Regional estableció que la política de suelos contaminados de la Comunidad de Madrid tenía dos objetivos principales: la protección de la salud humana y de los ecosistemas y la protección de los recursos (desarrollo sostenible).

Este Plan se apoyó en los siguientes principios básicos de gestión de los suelos contaminados:

- La multifuncionalidad o protección del suelo de modo que pueda desempeñar todas sus posibles funciones y usos. Este principio se configuró como global, si bien su aplicación será gradual y la consecución total del mismo sólo se conseguirá a largo plazo.
- La funcionalidad o protección del suelo de modo que pueda desempeñar las funciones correspondientes a su uso actual o previsto en el futuro. Este principio se configuró como particular de cada caso, considerándose viable su aplicación a corto y medio plazo.
- La concienciación, formación e información pública.

Los principales objetivos del Plan Regional fueron los siguientes:

- El establecimiento y aplicación de una política preventiva basada en el criterio de multifuncionalidad y plasmada en el fomento de mejoras orientadas a la prevención de la contaminación del suelo.
- El establecimiento y aplicación de una política correctiva basada en el criterio de funcionalidad a corto y medio plazo y en el de multifuncionalidad a largo plazo. La acción correctiva se dirigirá tanto hacia los casos heredados del pasado como hacia los nuevos que inevitablemente surjan.
- La propuesta y desarrollo de los instrumentos legales, administrativos y económicos que permitiesen la puesta en práctica del Plan.
- El desarrollo del marco técnico necesario para la puesta en práctica del Plan.
- La sensibilización y concienciación social sobre la problemática de los suelos contaminados y su resolución.

Por otro lado, la aplicación de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, supuso para las actividades de la Comunidad de Madrid la puesta en práctica de mecanismos adicionales preventivos de la contaminación del suelo. Así dicha Ley permite, entre otras cuestiones, establecer para las instalaciones objeto de la misma, valores límite de emisión de ciertas sustancias contaminantes, fijar prescripciones que garanticen la protección del suelo y de las aguas subterráneas y acreditar la calidad del suelo previa a la concesión de la Autorización Ambiental Integrada (AAI).

La Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid incluye varias determinaciones sobre los suelos contaminados, a los cuales dedica su Título VII. Dichas determinaciones se refieren a diversos aspectos de la Declaración de un suelo como contaminado, las operaciones de descontaminación, los informes de situación de las fincas en las que se haya realizado alguna actividad potencialmente contaminante del suelo, la tramitación de planes urbanísticos, la ejecución de desarrollos urbanísticos y la formalización de acuerdos voluntarios y convenios de colaboración para realizar operaciones de recuperación de suelos contaminados.

En cumplimiento del artículo 61 de la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, dentro de los estudios ambientales de los instrumentos de planeamiento urbanístico deberá incluirse un informe de caracterización de la calidad de los suelos de los ámbitos a desarrollar, en orden a determinar la viabilidad de los usos previstos con el objeto de determinar si los suelos presentan indicios de afección. En caso afirmativo, el informe se orientará a delimitar el alcance de la misma y los trabajos necesarios para su recuperación. Si,



por el contrario, no se detectaran indicios de afección, el informe deberá definir el “blanco ambiental” de la situación preoperacional, que deberá emplearse como base de comparación ante episodios de contaminación que pudieran darse en el futuro.

Con la entrada en vigor del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios estándares para la declaración de suelos contaminados, la administración cuenta con un nuevo y dinámico instrumento de gestión para conocer el estado de los suelos. Dicha norma contempla los siguientes aspectos principales:

- Establece la relación de actividades susceptibles de causar contaminación en el suelo
- Establece los criterios y estándares aplicables en la declaración de suelos contaminados
- Supuestos en que deben presentarse los informes de situación del suelo
- Publicidad registral de los suelos contaminados

Mediante Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, el Acuerdo del Consejo de Ministros aprobó el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008 – 2015. El apartado 14 de dicho Plan se dedica íntegramente a Suelos Contaminados, entre cuyos objetivos más significativos se incluyen:

- La promoción y puesta en práctica de medidas de prevención de la contaminación
- Elaboración del Inventario Nacional de Suelos Contaminados
- Plena puesta en práctica del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, y revisión del mismo.
- Elaboración de la Estrategia Nacional de Protección del Suelo
- Adoptar los objetivos que marque la futura Directiva Marco de Protección del Suelo

Durante el desarrollo del Plan Regional de Actuaciones en materia de Suelos Contaminados de la Comunidad de Madrid (2001-2006), se realizaron una serie de actuaciones, entre las que destacan:

- La Redacción y edición de las guías temáticas: Investigación de la calidad del suelo, Análisis de riesgos y Tecnologías de recuperación, que son base fundamental para el desarrollo de la presente guía.
- La determinación y publicación mediante la correspondiente Orden en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, de los Niveles Genéricos de Referencia para protección de la salud humana de metales pesados en suelos de la Comunidad de Madrid, que permiten la aplicación directa de la evaluación de los suelos de acuerdo al Real Decreto 9/2005, de 14 de enero.



- La Identificación y caracterización de actividades potencialmente contaminantes de suelos en la Comunidad de Madrid, que facilita la aplicación y seguimiento de los Informes de Situación requeridos por el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero.

Mediante acuerdo de 18 de noviembre de 2007 del Consejo de Gobierno se aprobó la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid, que incluye entre sus planes específicos el Plan Regional de Suelos Contaminados de la Comunidad de Madrid (2006-2016). Este Plan viene a continuar y complementar el anterior con los siguientes principios y objetivos:

Los Principios informadores en que se basa el Plan son los siguientes:

- Prevención: Evitar la contaminación del suelo y la transmisión de la contaminación a otros medios.
- Proximidad y suficiencia: Recuperación de los emplazamientos in situ, evitando los movimientos de suelos contaminados y asegurar la disponibilidad de tecnologías e infraestructuras para su tratamiento.
- Quien Contamina Paga: Internalización de los costes de prevención y en su caso recuperación de los suelos en los costes generales de las actividades económicas potencialmente contaminantes del suelo.

El Plan contempla el Esquema General de Gestión de Suelos Contaminados en la Comunidad de Madrid, que se desarrolla en tres fases:

- Fase I: Identificación de la calidad del suelo y detección de suelos con indicios de contaminación.
- Fase II: Valoración del riesgo y, en su caso, declaración de suelos contaminados
- Fase III: Descontaminación del suelo

El Plan mantiene como objetivos a alcanzar:

- Protección de la salud de las personas
- Protección de los ecosistemas
- Multifuncionalidad y prevención:
  - La multifuncionalidad o protección de cualquier uso del suelo como principio básico y de aplicación a largo plazo.
  - La funcionalidad o protección en función del uso real o planificado del suelo (caso por caso) como principio realista actual y de aplicación a corto y medio plazo.
- Prioridad a los tratamientos in situ frente a tratamientos “ex situ”

Para la consecución de los objetivos de prevención y corrección de las afecciones en los suelos de la Comunidad de Madrid, el Plan establece las siguientes actuaciones a desarrollar para el periodo 2006-2016:

- Impulsar iniciativas en colaboración con la cámara de comercio, en el marco del pacto de la empresa madrileña por el medio ambiente (PEMMA).
- Colaboración con responsables de ejecutar trabajos de descontaminación de suelos de titularidad pública.
- Acuerdos voluntarios
- Fomento de la Investigación y Desarrollo
- Desarrollo de un sistema de información relativo a la gestión de la contaminación de suelos.
- Desarrollo del Marco técnico
- Comunicación y Sensibilización



### 3 OBJETIVOS

El Plan Regional de Suelos Contaminados (2006-2016) incluye una serie de actuaciones entre las que se encuentra el Desarrollo del Marco Técnico y la Comunicación y Sensibilización, cuya finalidad es elaborar una serie de estudios que permitan establecer una base técnica homogénea para la correcta gestión de suelos contaminados en la Comunidad de Madrid.

Dentro de dicho Programa se desarrolla la presente guía que continuando con las ya publicadas y con otros documentos técnicos disponibles en la web: [www.madrid.org](http://www.madrid.org) complementa el marco técnico del desarrollo de la Gestión de Suelos Contaminados en la Comunidad de Madrid.

La aplicación de las políticas de gestión de suelos contaminados y la incorporación del aspecto preventivo en las normativas de medio ambiente, obliga a las actividades industriales al uso de medidas de prevención para minimizar el riesgo de contaminación del suelo.

Los objetivos específicos que persigue esta **Guía Técnica de Prevención de la Contaminación del Suelo** son los siguientes:

- Contribuir al conocimiento del industrial sobre la problemática de los suelos contaminados y las ventajas de su prevención.
- Ayudar al industrial a la identificación de los focos contaminantes del suelo presentes en su instalación.
- Identificar las medidas preventivas de suelos contaminados que existen actualmente aplicables a los focos contaminantes del suelo identificados.
- Evitar la contaminación del suelo y la transmisión de la misma a otros medios



## 4 GLOSARIO

**Actividades potencialmente contaminantes del suelo (APCS):** Aquellas actividades de tipo industrial o comercial en las que, ya sea por el manejo de sustancias peligrosas o por la generación de residuos, pueden contaminar el suelo. Tendrán consideración de tales las incluidas en los epígrafes de la CNAE según el Real Decreto 1560/1992, de 18 de diciembre, mencionadas en el anexo I, o en alguno de los supuestos del artículo 3.2., del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero (7).

**Almacenamiento:** La presencia de una cantidad determinada de sustancias peligrosas con fines de almacenamiento, depósito en custodia o reserva (14).

**Aguas subterráneas:** todas las aguas que se encuentran bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo (13).

**Aceites usados:** todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos (3).

**Almacenamiento.-** Es el conjunto de recintos y recipientes de todo tipo que contengan o puedan contener líquidos inflamables y/o combustibles, incluyendo los recipientes propiamente dichos, sus cubetos de retención, las calles intermedias de circulación y separación, las tuberías de conexión y las zonas e instalaciones de carga, descarga y trasiego anejas y otras instalaciones necesarias para el almacenamiento, siempre que sean exclusivas del mismo (12).

**Almacenamiento a granel:** Almacenamiento de sustancias sólidas sin envasar (materias primas, productos intermedios, productos finales y residuos sólidos) directamente sobre el suelo o sobre superficies impermeables.

**Almacenamiento conjunto.-** Almacenamiento de productos que en superficie se encuentran dentro del mismo cubeto o en un mismo recipiente subdividido, en el interior de edificios se encuentran dentro de la misma sala y en los enterrados se encuentran en un mismo recipiente subdividido (12).

**Almacenamiento en tránsito.-** Almacenamiento esporádico de productos en espera de ser reexpedido y cuyo período de almacenamiento previsto no supere las 72 horas continuas. No obstante si en el almacén existiera producto durante más de 8 días al mes o 36 días al año, no será considerado almacenamiento en tránsito (12).

**Autorización ambiental integrada:** Resolución escrita del órgano competente de la Comunidad Autónoma en la que se ubique la instalación, por la que se permite, a los efectos de la protección del medio ambiente y de la salud de las personas, explotar la totalidad o parte

de una instalación, bajo determinadas condiciones destinadas a garantizar que la misma cumple el objeto y las disposiciones de la ley 16/2002, de 1 de julio. Tal autorización podrá ser válida para una o más instalaciones o partes de instalaciones que tengan la misma ubicación (11).

**Balsas:** Instalaciones de almacenamiento abiertas que se emplean para contener grandes cantidades de líquido o sustancias. Generalmente se utilizan para contener aguas residuales o lodos en fase de pretratamiento o tratamiento final.

**Balsa separadora:** Instalación donde se separan los productos orgánicos que contienen las aguas procedentes de los drenajes del almacenamiento (12).

**Blanco Ambiental de la Situación Preoperacional:** Conjunto de parámetros medibles que definen la calidad previa del suelo en el ámbito territorial donde se quiere desarrollar un proyecto o implantar una actividad (8).

**Calidad del suelo:** Conjunto de propiedades del suelo relativas a sus procesos internos y a su estabilidad o fragilidad frente a agentes de degradación o contaminación que condicionan el suelo (8).

**Cargadero:** Lugar donde se realizan las operaciones de carga y descarga (12).

**Conducciones:** Las conducciones son el conjunto de conductos por los que pasa el fluido y están constituidas por sistemas de tuberías, bridas, juntas, válvulas, tornillos de sujeción y accesorios de tuberías.

**Conclusiones sobre las MTD:** decisión de la Comisión Europea que contiene las partes de un documento de referencia MTD donde se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles, su descripción, la información para evaluar su aplicabilidad, los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles, las mediciones asociadas, los niveles de consumo asociados y, si procede, las medidas de rehabilitación del emplazamiento de que se trate (11).

**Contaminación:** la introducción directa o indirecta, mediante la actividad humana, de sustancias, vibraciones, calor o ruido en la atmósfera, el agua o el suelo, que puedan tener efectos perjudiciales para la salud humana o la calidad del medio ambiente, o que puedan causar daños a los bienes materiales o deteriorar o perjudicar el disfrute u otras utilidades legítimas del medio ambiente (11).

**Contaminación del suelo:** introducción de contaminantes en el suelo por encima de los niveles que producen consecuencias negativas en la salud humana, los ecosistemas o los recursos naturales (8).

**Control y seguimiento ambiental:** conjunto de actuaciones que tienen por objeto controlar los elementos determinantes de los riesgos derivados de la contaminación del suelo, sin ejercer ninguna acción correctora directa sobre los mismos (8).

**Cubeto.-** Cavidad destinada a retener los productos contenidos en los elementos de almacenamiento en caso de vertido o fuga de los mismos (12).

**Cubeto a distancia.-** Aquel en que el líquido derramado queda retenido en un lugar alejado de los recipientes de almacenamiento (12).

**Daños:** El cambio adverso y mensurable de un recurso natural o el perjuicio de un servicio de recursos naturales, tanto si se produce directa como indirectamente (5).

**Daño medioambiental al suelo:** Los daños al suelo, es decir, cualquier contaminación del suelo que suponga un riesgo significativo de que se produzcan efectos adversos para la salud humana o para el medio ambiente debidos al depósito, vertido o introducción directos o indirectos de sustancias, preparados, organismos o microorganismos en el suelo o en el subsuelo (5).

**Declaración de Impacto Ambiental»:** informe preceptivo y determinante del órgano ambiental con el que concluye la evaluación de impacto ambiental ordinaria, que evalúa la integración de los aspectos ambientales en el proyecto y determina las condiciones que deben establecerse para la adecuada protección del medio ambiente y de los recursos naturales durante la ejecución y la explotación y, en su caso, el desmantelamiento o demolición del proyecto (2).

**Descontaminación:** actuación de recuperación orientada a disminuir las concentraciones de los contaminantes implicados hasta niveles acordes con los Criterios Orientativos de la Calidad del Suelo (COCS) (8).

**Documento de referencia MTD:** documento resultante del intercambio de información organizado con arreglo al artículo 13 de la Directiva 2010/75/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre, sobre las Emisiones Industriales, elaborado para determinadas actividades, en el que se describen, en particular, las técnicas aplicadas, las emisiones actuales y los niveles de consumo, las directrices específicas para determinar las mejores técnicas disponibles y las técnicas emergentes (11).

**Emisión:** la expulsión a la atmósfera, al agua o al suelo de sustancias, vibraciones, calor o ruido procedentes, de forma directa o indirecta, de fuentes puntuales o difusas de la instalación (11).

**Establecimiento:** La totalidad de la zona bajo el control de un industrial en la que se encuentren sustancias peligrosas en una o varias instalaciones, incluidas las infraestructuras o actividades comunes o conexas (14).

**Inspección periódica:** Toda inspección o prueba posterior a la puesta en servicio de los aparatos o equipos realizada por el organismo de control (12).

**Estudio de impacto ambiental (EIA):** documento elaborado por el promotor que contiene la información necesaria para evaluar los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente y permite adoptar las decisiones adecuadas para prevenir y minimizar dichos efectos (2).

**Estudio ambiental estratégico (EAE):** estudio elaborado por el promotor que, siendo parte integrante del plan o programa, identifica, describe y evalúa los posibles efectos significativos sobre el medio ambiente que puedan derivarse de la aplicación del plan o programa, así como unas alternativas razonables, técnica y ambientalmente viables, que tengan en cuenta los objetivos y el ámbito territorial de aplicación del plan o programa, con el fin de prevenir o minimizar los efectos adversos sobre el medio ambiente de la aplicación del plan o programa (2).

**Evaluación ambiental (EA):** procedimiento administrativo instrumental respecto del de aprobación o de adopción de planes y programas, así como respecto del de autorización de proyectos o, en su caso, respecto de la actividad administrativa de control de los proyectos sometidos a declaración responsable o comunicación previa, a través del cual se analizan los posibles efectos significativos sobre el medio ambiente de los planes, programas y proyectos. La evaluación ambiental incluye tanto la «evaluación ambiental estratégica» para planes o programas como la «evaluación de impacto ambiental» para proyectos (2).

**Estado básico:** Aquél en que, de no haberse producido el daño medioambiental, se habrían hallado los recursos naturales y los servicios de recursos naturales en el momento en que sufrieron el daño, considerado a partir de la mejor información disponible (5).

**Foco:** Causa original de la contaminación presente en uno o varios medios (8).

**Fuga:** Salida de gas o líquido por un orificio o por una abertura producidos accidentalmente.

**Instalación de proceso:** instalación o equipos utilizados durante el proceso productivo de la actividad.

**Informe base o de la situación de partida:** es el informe de la situación de partida que contiene la información sobre el estado de la contaminación del suelo y las aguas subterráneas por sustancias peligrosas relevantes (11).

**Informe de Impacto Ambiental:** informe preceptivo y determinante del órgano ambiental con el que concluye la evaluación de impacto ambiental simplificada (2).

**Inspección ambiental:** toda acción llevada a cabo por la autoridad competente o en nombre de ésta para comprobar, fomentar y asegurar la adecuación de las instalaciones a las condiciones de las autorizaciones ambientales integradas y controlar, en caso necesario, su



repercusión ambiental. Se incluyen en esta definición, entre otras acciones: las visitas in situ, la medición de emisiones, la comprobación de informes internos y documentos de seguimiento, la verificación de autocontroles, la comprobación de técnicas usadas y la adecuación de la gestión ambiental de la instalación. El fin de la inspección es garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental de las actividades o instalaciones bajo el ámbito de aplicación de esta norma (11).

**Instalación:** Una unidad técnica en el interior de un establecimiento, con independencia de si se encuentra a nivel de suelo o bajo tierra, en la que se producen, utilizan, manipulan o almacenan sustancias peligrosas; incluyendo todos los equipos, estructuras, canalizaciones, maquinaria, herramientas, ramales ferroviarios particulares, dársenas, muelles de carga o descarga para uso de la misma, espigones, depósitos o estructuras similares, estén a flote o no, necesarios para el funcionamiento de la instalación (14).

**Instalación existente:** cualquier instalación en funcionamiento y autorizada con anterioridad (11).

**Instalación auxiliar:** instalación o equipos utilizados durante actividades auxiliares o secundarias.

**Lixiviación:** proceso de lavado de un estrato de terreno o capa geológica por el agua (9)

**Materia prima:** materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en un producto o bien de consumo.

**Medida preventiva o medida de prevención:** Aquélla adoptada como respuesta a un suceso, a un acto o a una omisión que haya supuesto una amenaza inminente de daño medioambiental, con objeto de impedir su producción o reducir al máximo dicho daño (5).

**Medida de evitación de nuevos daños:** aquélla que, ya producido un daño medioambiental, tenga por finalidad limitar o impedir mayores daños medioambientales, controlando, conteniendo o eliminando los factores que han originado el daño, o haciendo frente a ellos de cualquier otra manera (5).

**Medida reparadora o medida de reparación:** Toda acción o conjunto de acciones, incluidas las de carácter provisional, que tengan por objeto reparar, restaurar o reemplazar los recursos naturales y servicios de recursos naturales dañados, o facilitar una alternativa equivalente a ellos (5).

**Medidas correctoras:** conjunto de actividades desarrolladas con el objetivo de atenuar un efecto adverso derivado de la contaminación del suelo (8).

**"Mejores técnicas disponibles (MTD)":** la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir la base de los valores límite de emisión y otras

condiciones de la autorización destinadas a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y la salud de las personas. A estos efectos se entenderá por (11):

**1.º) "Técnicas":** la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada.

**2.º) "Técnicas disponibles":** las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en España como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

**3.º) "Mejores":** las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.

**Minimización:** conjunto de actuaciones encaminadas a reducir el volumen de residuos generados, engloba aspectos relacionados con cambios de proceso, reciclaje interno o bien con la adopción de buenas prácticas.

**Modelo conceptual:** Esquema descriptivo de las condiciones de un emplazamiento en términos de los elementos de la cadena de riesgo: focos y distribución de los contaminantes, mecanismos de difusión y movilización, vías de exposición y receptores potenciales existentes (8).

**Modificación sustancial:** cualquier modificación realizada en una instalación que, en opinión del órgano competente ambiental y que de acuerdo con los criterios establecidos en la normativa vigente aplicable, pueda tener repercusiones perjudiciales o importantes en las personas y el medio ambiente (11).

**Modificación no sustancial:** cualquier modificación de las características o del funcionamiento, o de la extensión de la instalación, que, sin tener la consideración de sustancial, pueda tener consecuencias en la seguridad, la salud de las personas o el medio ambiente (11).

**Niveles de emisión asociados con las mejores técnicas disponibles:** el rango de niveles de emisión obtenido en condiciones normales de funcionamiento haciendo uso de una de las mejores técnicas disponibles o de una combinación de las mejores técnicas disponibles, según se describen en las conclusiones sobre las MTD, expresado como una media durante un determinado período de tiempo, en condiciones de referencia específicas (11).

**Nivel de fondo:** Concentración de sustancias presentes de forma sistemática en un suelo que no se debe a actividades humanas localizadas sino exclusivamente a las propias características naturales del mismo (8).

**Normas Europeas Españolas (UNE):** conjunto de normas tecnológicas creadas por los Comités Técnicos de normalización (CTN), de los que forman parte todas las entidades y agentes implicados e interesados en los trabajos del Comité.

**Permeabilidad:** Capacidad de un medio para permitir el flujo de fluidos a su través (8).

**Piezómetro:** Pozo, en general de pequeño diámetro, constituido con el fin de medir los niveles piezométricos o llevar a cabo el control y seguimiento de la calidad de las aguas subterráneas (8).

**Plan de emergencia:** conjunto de medidas destinadas a hacer frente a situaciones de riesgo, minimizando los efectos que sobre las personas y enseres se pudieran derivar y, garantizando una evacuación segura si fuese necesaria.

**Plan de Autoprotección:** Documento que establece el marco orgánico y funcional previsto para un centro, establecimiento, espacio, instalación o dependencia, con el objeto de prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes y dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia, en la zona bajo responsabilidad del titular de la actividad, garantizando la integración de éstas actuaciones con el sistema público de protección civil. El Plan de Autoprotección aborda la identificación y evaluación de los riesgos, las acciones y medidas necesarias para la prevención y control de riesgos, así como las medidas de protección y otras actuaciones a adoptar en caso de emergencia (6)

**Pre-tratamiento:** Etapas del sistema productivo en el que se acondicionan y se preparan las materias primas para su posterior transformación.

**Prevención:** conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir (3):

- 1.º La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
- 2.º Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
- 3.º El contenido de sustancias nocivas en materiales y productos

**Puntos de carga y descarga:** Son aquellos lugares en los que se sitúan unidades de transporte o recipientes móviles para realizar operaciones de transvase de sustancias.

**Reciclado:** toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad (3).

**Recogida:** operación consistente en el acopio de residuos, incluida la clasificación y almacenamiento iniciales para su transporte a una instalación de tratamiento (3).

**Recipiente:** Toda cavidad con capacidad de almacenamiento. No se consideran las tuberías (12).

**Recipiente a presión:** Recipiente diseñado para soportar una presión interna manométrica superior a 0,5 bar (12).

**Recipiente enterrado:** Se consideran como tales los recipientes totalmente enterrados, los cubiertos totalmente de tierra u otro material adecuado o la combinación de ambas disposiciones (12).

**Recipiente fijo:** Recipiente no susceptible de traslado, o el trasladable con más de 3.000 l de capacidad (12).

**Recipiente móvil:** Recipiente con capacidad hasta 3.000 l, susceptible de ser trasladado de lugar (12).

**Recurso natural:** Las especies silvestres y los hábitat, el agua, la ribera del mar y de las rías y el suelo (5).

**Residuo:** cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar (3).

**Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en la normativa vigente se residuos, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido (3).

**Reutilización:** cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos (3).

**Revisión periódica:** Toda revisión o prueba posterior a la puesta en servicio de los aparatos o equipos realizada por el inspector propio u organismo de control.

**Riesgo:** Función de la probabilidad de ocurrencia de un suceso y de la cuantía del daño que puede provocar (3).

**Riesgo de contaminación del suelo:** probabilidad de que un contaminante presente en el suelo entre en contacto con algún receptor con consecuencias adversas para la salud de las personas o el medio ambiente (7).

**Sector de almacenamiento:** Es una parte de un almacén que en edificios esté separada de otras salas mediante paredes y techos con una resistencia al fuego determinada y que al aire

libre, esté separada mediante las correspondientes distancias o mediante paredes con una resistencia al fuego determinada (12).

**Sistema de alarma:** elemento de seguridad pasivo que alerta en el caso que se produzca una situación anormal en un proceso.

**Sistema de Gestión Ambiental (SGA):** estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el objetivo de conseguir una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.

**Sistema de Monitoreo:** sistema de seguimiento, vigilancia y control permanente a las actividades previstas en un plan, programa o proyecto.

**Sistema de drenaje o de saneamiento:** conjunto de conductos e instalaciones que sirven para la evacuación de las aguas residuales de la planta hasta el punto de vertido final (alcantarillado o cauce).

**Sistemas de tuberías:** conjunto de tuberías, bridas, válvulas, juntas, tornillos de sujeción y demás accesorios de tuberías sometidos a la acción del producto (12).

**Sistemas de venteo y alivio de presión:** aquéllos diseñados para prevenir los efectos de las alteraciones de la presión interna de un recipiente de almacenamiento (12).

**Sondeo:** perforación realizada en el terreno con el objeto de estudiar las características del suelo (7).

**Suelo:** la capa superior de la corteza terrestre, situada entre el lecho rocoso y la superficie, compuesta por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos y que constituye la interfaz entre la tierra, el aire y el agua, lo que le confiere capacidad de desempeñar tanto funciones naturales como de uso. No tendrán tal consideración aquellos permanentemente cubiertos por una lámina de agua superficial (7).

**Suelo potencialmente contaminado:** aquel en el que se desarrolla o se ha desarrollado una actividad potencialmente contaminante del suelo (1).

**Suelo remanente:** suelo que permanece en el terreno una vez alcanzados los valores objetivos de descontaminación que eliminan el riesgo inadmisibles, tras el tratamiento de los suelos contaminados (1).

**Suelo contaminado:** aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno, y así se haya declarado mediante resolución expresa (3).

**Sustancias peligrosas:** sustancias o mezclas definidas en el artículo 3, del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (4).

**Talleres y mantenimiento:** instalaciones en las que realizan tareas de reparación, limpieza y mantenimiento de maquinaria y/o vehículos de la instalación.

**Tanque atmosférico:** Recipiente diseñado para soportar una presión interna manométrica de hasta 0,15 bar (12).

**Tanque a baja presión:** Recipiente diseñado para soportar una presión interna manométrica superior a 0,15 bar y no superior a 0,5 bar (12).

**Tanque de techo flotante:** Recipiente con o sin techo fijo que lleva una doble pared horizontal flotante o una cubierta metálica soportada por flotadores estancos (12).

**Tanque subterráneo:** Recipientes en los que una parte o el total de su volumen (tanto del tanque como de las tuberías asociadas) se sitúan por debajo del nivel del suelo. Son de distintos tamaños pero suelen ser de más de 3000 litros.

**Tanque superficial:** Recipientes cuya estructura se sitúa en su totalidad sobre el nivel del suelo, pudiendo ser fijos o móviles. Pueden contener combustibles, materias primas o residuos líquidos.

**Técnica emergente:** una técnica novedosa para una actividad industrial que, si se desarrolla comercialmente, puede aportar un nivel general más alto de protección del medio ambiente o al menos el mismo nivel de protección del medio ambiente, y unos ahorros de costes superiores a los que se obtendrían con las mejores técnicas disponibles actuales (11).

**Técnicas preventivas de diseño:** son aquellas que afectan al diseño de las instalaciones y de los propios focos. Deben tenerse en cuenta en las fases preliminares de redacción del proyecto para aquellas instalaciones nuevas o en proyectos que implican obra o reforma de las instalaciones, para aquellas industrias ya existentes.

**Técnicas preventivas de vigilancia y control:** son aquellas que implican la instalación de mecanismos de vigilancia y control de los focos de contaminación para poder evaluar que la instalación está funcionando correctamente. Permiten reaccionar en un periodo de tiempo corto en caso de detectar situaciones anómalas de funcionamiento que puedan dar lugar a la liberación de contaminantes al suelo y adoptar las acciones necesarias.

**Técnicas preventivas operacionales y organizativas:** son aquellas medidas que se centran en modificar o adaptar procesos organizativos de la actividad, incluyendo los programas de mantenimiento, de control de procesos, de formación de los empleados, etc.

**Titular de la instalación:** Persona física o jurídica que figura como responsable ante la Administración, de las obligaciones impuestas en la normativa y reglamentación vigente. Podrá ser el propietario, arrendatario, administrador, gestor o cualquier otra cuyo título le confiera esa responsabilidad (15).

**Transporte de líquidos / sólidos en recipientes móviles:** Traslado de recipientes móviles conteniendo sustancias mediante medios manuales o elementos auxiliares tales como grúas, medios de locomoción (toros, camión, cintas transportadoras, etc).

**Transporte de sólidos a granel:** Traslado de materiales sólidos sin empaquetar. Los sistemas de transporte pueden ser abiertos mediante camiones o cintas transportadoras, o cerrados mediante transporte neumático o de vacío y cintas transportadoras cerradas.

**Trasiego:** operación consistente en la transferencia de productos entre cualquier tipo de recipientes de almacenamiento (fijos ó móviles), entre estos y las unidades de transporte, o entre los anteriores y las unidades de proceso (12).

**Unidad de proceso:** Es el conjunto de elementos e instalaciones de producción, incluyendo los equipos de proceso y los recipientes necesarios para la continuidad del proceso, situados dentro de los límites de batería de las unidades de proceso (12).

**Valores límite de emisión:** la masa o la energía expresada en relación con determinados parámetros específicos, la concentración o el nivel de una emisión, cuyo valor no debe superarse dentro de uno o varios períodos determinados (11).

**Vertido:** derrame de cierto volumen de gas o líquido por un orificio o por una abertura producidos accidentalmente.

#### **Fuentes:**

- (1) Decreto 18/2015, de 27 de enero, por el que se aprueba el reglamento que regula el régimen aplicable a los suelos contaminados (BOJA nº 38, de 25 de febrero).
- (2) Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental (BOE nº 296, de 11 de diciembre).
- (3) Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. (BOE nº 181, 29 de julio de 2011), que deroga la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.
- (4) Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (DOUE nº 353, de 31 de diciembre).
- (5) Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE nº 255, de 24 de octubre de 2007), modificada por Ley 11/2014, de 3 de julio (BOE nº 162, de 4 de julio).



- (6) Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia (BOE nº 72, de 24 de marzo).
- (7) Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (BOE nº 15, de 18 de enero).
- (8) Guía de Investigación de la calidad del suelo. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid. 2004.
- (9) Guía de Análisis de Riesgos para la salud humana y los ecosistemas. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid. 2004.
- (10) Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 76, de 31 de marzo).
- (11) Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. (BOE nº 157, de 2 de julio) modificada por la Ley 5/2013, de 11 de junio y la Ley 11/2014, de 3 de julio (BOE nº 162, de 4 de julio). Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (BOE nº 251, de 19 de octubre).
- (12) Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7 (BOE nº 112, de 10 de mayo).
- (13) Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DOCE L327, de 22 de diciembre).
- (14) Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas (BOE nº 251, de 20 de octubre).
- (15) Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP 04 "instalaciones fijas para distribución al por menor de carburantes y combustibles petrolíferos en instalaciones de venta al público (BOE nº 41, de 16 de febrero).



## 5 ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES DEL SUELO

Las actividades industriales que son susceptibles de generar una afección al suelo son el principal grupo objetivo de la presente guía.

Las actividades industriales a las que va dirigida la presente Guía Técnica, son todas aquellas que incluyen en sus instalaciones **uno o varios de los focos de contaminación recogidos en el Capítulo 7** y que por tanto pueden requerir la implantación de medidas preventivas de la contaminación.

En este capítulo, se recogen aquellas actividades incluidas en diferentes marcos normativos y que pueden incluir uno o varios de los focos de contaminación. En primer lugar, se incluyen las consideradas como potencialmente contaminantes del suelo por la normativa de suelos contaminados. Igualmente, existen otros grupos de actividades o de proyectos industriales que de forma exclusiva o complementaria a la normativa que afecta a actividades potencialmente contaminantes del suelo, requieren de la implementación de medidas de prevención, tal como se recoge en los siguientes epígrafes.

### 5.1 Actividades potencialmente contaminantes del suelo (Real Decreto 9/2005, de 14 de enero)

La definición de actividad potencialmente contaminante del suelo se establece en el artículo 2 del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, como aquellas actividades de tipo industrial o comercial en las que, ya sea por el manejo de sustancias peligrosas o por la generación de residuos, pueden contaminar el suelo.

A los efectos de este Real Decreto, tendrán consideración de tales las incluidas en los epígrafes de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas según el Real Decreto 1560/1992, de 18 de diciembre, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93), modificado por el Real Decreto 330/2003, de 14 de marzo, mencionadas en el Anexo I del Real Decreto 9/2005 (y que se incluyen en la Tabla 5.1, a continuación), o en alguno de los supuestos siguientes:

- Aquellas actividades e instalaciones que **producen, manejan o almacenan más de 10 toneladas por año de una o varias de las sustancias peligrosas** (incluidas en el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas).

- Los almacenamientos de combustible para uso propio con un consumo anual medio superior a 300.000 litros y con un volumen total de almacenamiento igual o superior a 50.000 litros reguladas en el Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por el Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP 03, aprobada por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP 04, aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre.

De acuerdo al Real Decreto 9/2005 de 14 de enero, dichas actividades son las que se recogen a continuación (incluidas igualmente en el Anexo 1 de esta guía).

**Tabla 5.1: Actividades potencialmente contaminantes según el Real Decreto 9/2005**

CNAE 93-Rev 1 (*)	DESCRIPCIÓN
1110	Extracción de crudos de petróleo y gas natural
1120	Actividades de los servicios relacionados con las explotaciones petrolíferas y de gas, excepto actividades de prospección.
1320	Extracción de minerales metálicos no féreos, excepto minerales de uranio y torio
1540	Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)
1730	Acabado de textiles
17542	Fabricación de tejidos impregnados, endurecidos o recubiertos en materias plásticas
18301	Preparación, curtido y teñido de pieles de peletería
1910	Preparación, curtido y acabado del cuero
2010	A serrado y cepillado de la madera, preparación industrial de la madera
2020	Fabricación de chapas, tableros, contrachapados, alistonados, de partículas aglomeradas, de fibras y otros tableros de paneles.
211	Fabricación de pasta papelera, papel y cartón
2124	Fabricación de papeles pintados
222	Artes gráficas y actividades de los servicios relacionados con las mismas (1)
2310	Coquerías
2320	Refino de petróleo
241	Fabricación de productos químicos básicos
2420	Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos
2430	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares; tinta de imprenta y masillas
244	Fabricación de productos farmacéuticos
245	Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza y abrillantamiento. Fabricación de perfumes y productos de belleza e higiene.
246	Fabricación de otros productos químicos
2470	Fabricación de fibras artificiales y sintéticas
251	Fabricación de productos de caucho

CNAE 93-Rev 1 (*)	DESCRIPCIÓN
261	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
2621	Fabricación de artículos cerámicos de uso doméstico y ornamental
263	Fabricación de azulejos y baldosas de cerámica
2665	Fabricación de fibrocemento
268	Fabricación de productos minerales no metálicos diversos
2710	Fabricación de productos básicos de hierro, acero y ferroaleaciones
2721	Fabricación de tubos de hierro
2722	Fabricación de tubos de acero
273	Otros procesos de primera transformación del hierro y del acero
2741	Producción y primera transformación de metales preciosos
2742	Producción y primera transformación de aluminio
2743	Producción y primera transformación de plomo, cinc y estaño
2744	Producción y primera transformación de cobre
2745	Producción y primera transformación de otros metales no féreos
275	Fundición de metales
281	Fabricación de elementos metálicos para la construcción
282	Fabricación de cisternas, grandes depósitos y contenedores de metal. Fabricación de radiadores y calderas para calefacción central
283	Fabricación de generadores de vapor
2840	Forja, estampación y embutición de metales; metalurgia de polvos
285	Tratamiento y revestimiento de metales. Ingeniería mecánica general por cuenta de terceros
286	Fabricación de artículos de cuchillería y cubertería, herramientas y ferretería
2863	Fabricación de cerraduras y herrajes
287	Fabricación de productos metálicos diversos, excepto muebles
291	Fabricación de máquinas, equipos y material mecánico
292	Fabricación de máquinas, equipo y material mecánico de uso general
293	Fabricación de maquinaria agraria
294	Fabricación de máquinas-herramienta
295	Fabricación de maquinaria diversa para usos específicos
296	Fabricación de armas y municiones
2971	Fabricación aparatos electrodomésticos
300	Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos
311	Fabricación de motores eléctricos, transformadores y generadores
312	Fabricación de aparatos de distribución y control eléctricos
313	Fabricación de hilos y cables eléctricos aislados
314	Fabricación de acumuladores y pilas eléctricas
315	Fabricación de lámparas eléctricas y aparatos de iluminación
316	Fabricación de otro equipo eléctrico



CNAE 93-Rev 1 (*)	DESCRIPCIÓN
321	Fabricación de válvulas, tubos y otros componentes electrónicos
322	Fabricación de transistores de radiodifusión y televisión y de aparatos para la radiotelefonía y radiotelegrafía con hilos.
323	Fabricación de aparatos de recepción, grabación y reproducción de sonido e imagen
331	Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos y de aparatos ortopédicos
332	Fabricación de instrumentos y aparatos de medida, verificación, control, navegación y otros fines, excepto equipos de control para procesos industriales.
333	Fabricación de equipos de control de procesos industriales
3410	Fabricación de vehículos de motor
3420	Fabricación de carrocerías para vehículos de motor, de remolques y semirremolques
3430	Fabricación de partes, piezas y accesorios no eléctricos para vehículos de motor y sus motores.
351	Construcción y reparación naval
3520	Fabricación de material ferroviario
3530	Construcción aeronáutica y espacial
354	Fabricación de motocicletas y bicicletas
361	Fabricación de muebles
3663	Fabricación de otros artículos que utilicen sustancias peligrosas
3710	Reciclaje de chatarra y desechos de metal
3720	Reciclaje de desechos no metálicos
401	Producción y distribución de energía eléctrica
402	Producción de gas, distribución de combustibles gaseosos por conductos urbanos, excepto gasoductos.
5020	Mantenimiento y reparación de vehículos de motor
5040	Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y ciclomotores y de sus repuestos y accesorios (2).
5050	Venta al por menor de carburantes para la automoción, cuando posean instalaciones de almacenamiento.
5112	Intermediarios del comercio de combustibles, minerales, metales y productos químicos industriales.
5151	Comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y productos similares
5152	Comercio al por mayor de metales y minerales metálicos
51532	Comercio al por mayor de pinturas y barnices
51551	Comercio al por mayor de fertilizantes y productos químicos para la agricultura
51553	Comercio al por mayor de productos químicos industriales
5157	Comercio al por mayor de chatarra y productos de desecho
52486	Comercio al por menor de combustibles
6010	Transporte por ferrocarril
602	Otros tipos de transporte terrestre

CNAE 93-Rev 1 (*)	DESCRIPCIÓN
603	Transporte por tubería
63122	Depósito y almacenamiento de mercancías peligrosas
6322	Otras actividades anexas de transporte marítimo
6323	Otras actividades anexas de transporte aéreo
74811	Laboratorios de revelado, impresión y ampliación fotográfica (1)
9001	Recogida y tratamiento de aguas residuales
9002	Recogida y tratamiento de otros residuos
9003	Actividades de saneamiento, descontaminación y similares (3)
9301	Lavado, limpieza y teñido de prendas textiles y de piel (1)

(\*) De conformidad con el Real Decreto 475/2007, de 13 de abril, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNA-2009), el instituto de Estadística, en función de las competencias que dicha norma le atribuye de garantizar el mantenimiento de la CNAE-2009, publica en su página web cuadros de equivalencia entre la CNAE-93 Rev.1 y la CNAE-2009.

(1) Excepto comercio al por menor

(2) Excepto venta

(3) Excepto los terrenos en los que se realicen labores de descontaminación a terceros

Los operadores de las actividades anteriormente relacionadas tienen la obligación de valorar la posibilidad de que se hayan producido o se produzcan afecciones significativas a la calidad del suelo sobre el que se asientan mediante la realización de un Informe de Situación del Suelo. Los casos contemplados en el artículo 3 del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, en los que debe presentarse Informe de Situación del Suelo son los siguientes:

- Actividades potencialmente contaminantes activas (Art. 3.1 y Art. 3.2)
- Establecimiento de una nueva actividad potencialmente contaminante (Art. 3.4)
- Ampliación y/o modificación sustancial de una actividad potencialmente contaminante (Art. 3.4).
- Clausura de una actividad potencialmente contaminante (Art. 3.4)
- Establecimiento de otra actividad (diferente de las actividades potencialmente contaminantes) en suelo en el que se desarrolló una actividad potencialmente contaminante (Art. 3.5).
- Cambio de uso del suelo en el que se desarrolló una actividad potencialmente contaminante (Art. 3.5).
- Actividades potencialmente contaminantes afectadas por la Ley de prevención y control integrados de la contaminación (Art. 3.6).



En los informes de situación del suelo a presentar/presentados se recogen algunos de los focos identificados en esta guía, así como algunas de las medidas preventivas de que disponen las instalaciones: pavimentación, cubetos, sistemas de control de fugas, etc.

Los tipos de informes de situación del suelo contemplados en el artículo 3 del Real Decreto 9/2005 para las actividades potencialmente contaminantes (APCS) del suelo se relacionan a continuación.

**Tabla 5.2: Tipos de Informes de Situación del Suelo para las ACPS**

<b>TIPOS DE INFORMES DE SITUACIÓN DEL SUELO PARA LAS ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES DEL SUELO</b>
<b>Informe Preliminar de Situación</b>
<b>Informes Complementarios:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe Complementario de Datos</li> <li>- Informe Complementario de Caracterización Analítica</li> <li>- Informe Complementario de Caracterización Detallada</li> </ul>
<b>Informes de Situación:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de situación de caracterización analítica</li> <li>- Informe de situación de caracterización detallada</li> </ul>
<b>Informes Periódicos:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe Periódico de situación</li> <li>- Informe Periódico de control y seguimiento</li> </ul>

La página web de la comunidad de Madrid ([www.madrid.org](http://www.madrid.org)) incluye una amplia información en el acceso a la puerta temática para empresas relativa a suelos contaminados. En dicho acceso el apartado “casos en los que deben presentarse Informes de Situación del Suelo y tipos de informes” establece para cada situación: objetivo del informe establecido, base legal, quién está obligado a presentarlo, casos en que debe presentarse, dónde se presenta/dirigido a., índice del contenido básico, analítica, periodicidad y efectos de la resolución o notificación por parte de la Administración.

## 5.2 Actividades afectadas por la Normativa IPPC

Existen actividades potencialmente contaminantes del suelo que a su vez están afectadas por la normativa de prevención y control integrados de la contaminación (IPPC).

Las categorías de actividades afectadas por la normativa IPPC son aquellas que se incluyen en el Anejo 1 - *Categorías de actividades e instalaciones contempladas en el artículo 2 de la Ley*

16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación, recientemente modificada por la Ley 5/2013, de 11 de junio (ver listado en Anexo 1).

La Unión Europea ha definido a través de una serie de Directivas las obligaciones que deben respetar las actividades industriales con mayor potencial de contaminación. Ha establecido un procedimiento de autorización y fijado requisitos, sobre todo en lo que respecta a las emisiones. Su objetivo consiste en evitar o minimizar las emisiones contaminantes a la atmósfera, el agua y el suelo, así como los residuos procedentes de las instalaciones industriales y agrícolas con el fin de alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente y la salud.

En relación con el control y la prevención de la contaminación del suelo, estas actividades están obligadas a presentar la siguiente información, en base a la normativa aplicable y a las instrucciones de la Comunidad de Madrid.

**Tabla 5.3: Documentos relevantes para la prevención y control de la contaminación del suelo (1)**

<b>DOCUMENTOS RELEVANTES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO</b>
Informe Base de Suelos y Aguas Subterráneas (IBSAS) Fase 1 y Fase 2
Medidas adoptadas para la Protección del Medio Ambiente y Vigilancia Ambiental
Aplicación de las Mejores Tecnologías Disponibles (MTD)
Medidas Preventivas a adoptar y protocolos de actuación con objeto de impedir que se produzca un daño medioambiental o reducir al máximo dicho daño en situaciones de explotación anormales y en situaciones accidentales.
Informes de situación del suelo para las actividades afectadas por el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, Art.3.6.

(1) La página web de la comunidad de Madrid ([www.madrid.org](http://www.madrid.org)) incluye una amplia información en el acceso a la puerta temática para empresas afectadas por la normativa IPPC, habiendo desarrollado unas instrucciones relativas a la solicitud y concesión de la AAI, según modalidad, donde se puede consultar la documentación a presentar para la solicitud de la Autorización Ambiental Integrada ([www.madrid.org](http://www.madrid.org)).

### **Informe Base de Suelos y Aguas Subterráneas (IBSAS) Fase 1 y Fase 2:**

El Informe base del suelo y de las aguas subterráneas (en adelante IBSAS) se desarrolla en dos fases, elaborándose un documento independiente para cada una de ellas. Este informe



contendrá la información necesaria para determinar el estado del suelo y las aguas subterráneas.

Se deberá presentar el IBSAS cuando la nueva actividad a implantar implique el uso, producción o emisión de sustancias peligrosas relevantes (ver lista del Anexo 1 de las instrucciones relativas a la solicitud y concesión de la AAI, según modalidad ([www.madrid.org](http://www.madrid.org)), teniendo en cuenta la posibilidad de contaminación del suelo y la contaminación de las aguas subterráneas en el emplazamiento de la instalación. En cualquier caso, deberán presentar el IBSAS aquellas instalaciones que cumplan una o más de las condiciones recogidas en el Real Decreto 9/2005 de 14 de enero (Art. 3).

### ***Medidas adoptadas para la Protección del Medio Ambiente y Vigilancia Ambiental***

Descripción y desarrollo a nivel de proyecto de las **medidas preventivas, correctoras y compensatorias para la protección al aire, al agua y al suelo**, y la reducción de generación de residuos, que disminuyan al máximo o supriman los impactos negativos que la actividad en su conjunto pudiera provocar.

Se detallarán, las actuaciones previstas en relación a los siguientes aspectos, entre otros: Previsión y control de las afecciones a las aguas superficiales y subterráneas, Previsión de riesgos de accidentes y fugas accidentales, Sistemas de impermeabilización de suelos, de recogida y tratamiento de derrames, etc. y Gestión de residuos.

### **Programa de vigilancia y seguimiento ambiental**

Descripción del programa de vigilancia y seguimiento ambiental establecido tanto para la fase de ejecución, como para la fase de funcionamiento y explotación que contendrá las acciones y controles a realizar en los distintos medios: emisiones atmosféricas, vertidos, aguas subterráneas, suelo, generación y/o gestión de residuos, de manera que se garantice y compruebe el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras previstas.

### **Aplicación de las Mejores Tecnologías Disponibles (MTD)**

Se indicarán y justificarán de forma resumida e integrando los distintos medios, las mejores tecnologías disponibles u otras medidas previstas en la instalación, tanto en los procesos principales como en los auxiliares, relacionándolas con los BREF correspondientes, referentes a los distintos ámbitos ambientales: emisiones al aire, agua y/o suelo, y residuos generados (Ver Anexo 2).

### **Medidas Preventivas a adoptar y protocolos de actuación en situaciones de explotación anormales y en situaciones accidentales**

Descripción de situaciones distintas de las normales (anormales) que puedan originarse y principales peligros que pudieran desencadenar, como pueden ser: puesta en marcha, fallos de funcionamiento, vertidos accidentales o fugas, mantenimiento, paradas temporales, cierre definitivo que puede afectar al medio ambiente y medidas a adoptar y protocolos de actuación.

Descripción de situaciones accidentales que pudieran producirse, indicando: principales fuentes de peligros, descripción de posibles sucesos desencadenantes de un daño medioambiental y su probabilidad de ocurrencia y medidas preventivas con objeto de impedir que se produzca un daño medioambiental o reducir al máximo dicho daño.

### **Informes de situación del suelo para actividades afectadas por el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, de conformidad con su artículo 3.6.**

Las actividades sometidas a AAI que acreditaran la calidad del suelo siguiendo las instrucciones establecidas por la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio (donde se detalla el contenido de los informes de calidad del suelo que deben incluirse en la documentación de solicitud de AAI) se considera que han cumplido los requisitos establecido en el artículo 3.6 del Real Decreto 9/2005.

## **5.3 Proyectos afectados por la normativa de Evaluación Ambiental**

La normativa sobre Evaluación de Impacto Ambiental sienta las bases de los mecanismos de acción preventiva, de acuerdo con los sucesivos programas de la Unión Europea sobre medio ambiente. Se trata de un instrumento fundamental que, en materia de medio ambiente, se configura como la mejor y más eficaz de las soluciones a los problemas que se plantean.

Como norma estatal de referencia en esta materia hay que citar la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y en la Comunidad de Madrid, la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid (parcialmente derogada excepto el Título IV, los artículos 49, 50 y 72, la disposición adicional séptima y el Anexo Quinto).

Los dos procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Ordinaria y Simplificada), según normativa nacional, y el procedimiento de Evaluación Ambiental, según normativa regional, están sujetos a los siguientes principios:

- Protección y mejora del medio ambiente
- Precaución y Acción preventiva y cautelar
- Corrección y Compensación de los impactos sobre el medio ambiente

Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria y simplificada los proyectos recogidos en los Anexos I y II, respectivamente, de la ley 21/2013, de 9 de diciembre, y aquellos que se recogen en el artículo 7 de la mencionada Ley.

El procedimiento de Evaluación Ambiental de actividades está regulado en el Título IV (arts. 41-48) y Anexo Quinto de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid. En el Anexo Quinto de esta Ley se definen las actividades o proyectos con incidencia ambiental sometidos al procedimiento de Evaluación Ambiental de actividades en la Comunidad de Madrid.

También se someterán a Evaluación Ambiental de actividades las instalaciones de suministro de combustible y los crematorios, siempre que por sus características no se encuentren comprendidos en los Anexos I y II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (Disposición Transitoria Primera, Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas de la Comunidad de Madrid).

A través de la evaluación de proyectos, se garantiza una adecuada prevención de los impactos ambientales concretos que se puedan generar, al tiempo que establece mecanismos eficaces de corrección o compensación.

Las actividades potencialmente contaminantes del suelo sometidas a procedimiento ambiental según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre y Ley 2/2002, de 19 de junio, deberán incluir medidas que permitan prevenir, corregir y en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente, así como el establecimiento de las medidas de vigilancia y seguimiento/control.

En estas disposiciones legales se plasma la obligatoriedad de incluir en las declaraciones de impacto ambiental un “Programa de Vigilancia Ambiental”, correspondiendo a los órganos competentes por razón de la materia, facultados para el otorgamiento de autorizar el proyecto, o los que designe la correspondiente Comunidad Autónoma, las labores de seguimiento y vigilancia del cumplimiento de lo establecido en dicho condicionado.

En el Estudio de Impacto Ambiental a presentar para la evaluación de estos proyectos en la Comunidad de Madrid, se incluyen como información y/o documentos relacionados con suelos contaminados los siguientes:

- **Establecimiento de las medidas de vigilancia y control** que cumpla con la normativa aplicable para aquellos nuevos proyectos o modificación de los existentes que estén afectados por la normativa de Evaluación Ambiental a nivel estatal y autonómico.

- **Informe de situación de caracterización analítica**, como paso previo a la implantación de la actividad, si se considera una actividad potencialmente contaminante del Suelo, según el artículo 3.4 del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero o Informe de Blanco Ambiental de la situación Preoperacional.

#### **5.4 Actividades afectadas por la Ley de Responsabilidad Medioambiental (LRMA)**

La política ambiental que inspira la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (LRMA) se basa en principios específicos de acción preventiva, tratando de evitar daños ambientales.

En esta Ley se define los daños al suelo como cualquier contaminación que suponga un riesgo significativo de que se produzcan efectos adversos para la salud humana o para el medio ambiente debido al depósito, vertido o introducción directa o indirecta de sustancias, preparados orgánicos o microorganismos en el suelo o en el subsuelo, remitiendo para su reparación a lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Esta normativa se aplica a los daños medioambientales y a las amenazas inminentes de que tales daños ocurran, cuando hayan sido causados por las actividades económicas o profesionales enumeradas en el anexo III, aunque no exista dolo, culpa o negligencia.

La Ley 26/2007, de 23 de octubre, establece la obligación de que los operadores incluidos en su Anexo III elaboren un Análisis de Riesgo Medioambiental. El objetivo de este Análisis de Riesgos es el de identificar los posibles escenarios accidentales y establecer el valor del daño medioambiental que puedan producir y, en caso necesario, a disponer de una garantía financiera en el momento en que dicha obligación entre en vigor mediante la orden ministerial correspondiente, que les permita hacer frente a la Responsabilidad Medio Ambiental inherente a su actividad.

Con el nuevo marco de Responsabilidad Ambiental, la Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental y el Real Decreto 183/2015, de 13 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, se pretende reducir las actividades que deberán realizar el Análisis de Riesgos y constituir la garantía financiera de forma obligatoria. Quedan reducidas a las siguientes:



- Actividades e instalaciones sujetas al ámbito de aplicación del Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Actividades e instalaciones sujetas al ámbito de aplicación de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC).
- Actividades de transporte por carretera y por ferrocarril de mercancías peligrosas y contaminantes sujetas al ámbito de aplicación del Real Decreto 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español o del Real Decreto 412/2001, de 20 de abril, que regula diversos aspectos relacionados con el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril.
- Los operadores que cuenten con instalaciones de residuos mineros clasificadas como de categoría A de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

Los documentos que deberán elaborar estas empresas son los siguientes:

- **Estado Básico del Medio** de las instalaciones afectadas por la Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental (LRMA).
- **Análisis de Riesgos Ambientales (ARA)** que incluirá una identificación de las medidas preventivas con objeto de definir los escenarios de riesgos y cuantificarlos.



## 6 PROCESO DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

El proceso de prevención de la contaminación se basa en el conocimiento por parte del operador de su propia instalación y de los focos de potencial contaminación que en ellas se encuentren.

Además, se deben tener unos conocimientos básicos del entorno en el que se sitúa dicha instalación, especialmente en relación con la vulnerabilidad que el medio presenta respecto a una potencial contaminación del suelo (ver Anexo 3). Con todos estos datos, los operadores podrán identificar aquellos puntos en los que se requiere la implementación de técnicas preventivas de la contaminación.

La prevención de la contaminación implica el uso de materiales, procesos o prácticas que reducen o eliminan la generación de contaminantes o residuos en la fuente, es decir, en la misma industria.

Para implementar las técnicas necesarias para prevenir la contaminación del suelo, el operador debe entender dicha implementación como un proceso en el que intervienen varios elementos que se describen a continuación.



Figura 6.1: Proceso de Prevención de la Contaminación del suelo

El proceso de prevención de la contaminación del suelo comienza por la identificación de los potenciales focos de contaminación existentes en las propias instalaciones (ver Capítulo 7).

Los aspectos a tener en cuenta para identificar potenciales focos de contaminación se recogen en el siguiente cuadro:

<b>ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA IDENTIFICAR POTENCIALES FOCOS DE CONTAMINACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los focos vienen representados por <b>instalaciones concretas</b>, tales como almacenamientos, tanques, actividades de proceso, talleres, etc. que se enumeran en el Capítulo 7.</li> <li>• Dichos focos deben estar relacionados con <b>una o varias sustancias peligrosas</b> (de las incluidas en el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y normativa relacionada) incluyendo los combustibles.</li> <li>• Los focos a identificar pueden encontrarse activos en el momento de implementar técnicas de prevención o no, es decir, pueden existir <b>focos históricos de contaminación</b> que se usaron en el pasado y que aunque inactivos, continúen presentes en la planta (como antiguos tanques enterrados, tuberías clausuradas, zonas de vertidos de residuos, etc.).</li> </ul>

Salvo particularidades, los tipos de focos son comunes a la mayoría de las actividades industriales y por ello, el capítulo siguiente en el que se recopilan los principales focos, está organizado por tipo de foco/instalación y no por actividad. De esta forma, los operadores deberán identificar entre las instalaciones descritas en el Capítulo 7, aquellas que se incluyan en su actividad.

Una vez identificados los focos, se deben analizar las potenciales técnicas preventivas asociadas a esos focos, valorando la combinación de medidas adecuada para cada uno, en función de las características del mismo y de las condiciones del entorno en la que se sitúa la instalación. En el Anexo 3 se recogen las principales características del entorno de una instalación industrial, relacionadas con la posible migración de la contaminación del suelo.

Las técnicas preventivas recogidas en la presente guía se diferencian en tres tipos: de diseño, de vigilancia y control y operacionales. Las técnicas de diseño van encaminadas a la reducción del riesgo de contaminación del suelo en las etapas preliminares del proyecto, durante el diseño y construcción de las instalaciones o en los proyectos de mejora o acondicionamiento de las instalaciones existentes.



Las segundas implican la instalación de mecanismos de vigilancia y control de los focos de contaminación para poder identificar en un periodo de tiempo corto si la instalación está funcionando correctamente. Por último, las operacionales se centran en modificar o adaptar procesos organizativos de la actividad, incluyendo programas de mantenimiento, de control de procesos, de formación de los empleados, relativas al organigrama empresarial, etc. fundamentales para evitar situaciones de liberación de contaminantes del medio.

Para poder reducir al máximo el riesgo de contaminación del suelo en una instalación a niveles mínimos, que es el objetivo principal de esta guía, se deben aplicar los tres tipos de medidas para cada foco, de forma coordinada y optimizada durante:

- Las fases de diseño, construcción y operación de las instalaciones de una nueva actividad potencialmente contaminante del suelo.
- La mejora y acondicionamiento de las instalaciones existentes.
- El proceso de establecimiento de las medidas de vigilancia y seguimiento de las instalaciones afectadas por la normativa de Evaluación Ambiental, de Prevención y Control de la Contaminación (IPPC) y de Responsabilidad Medio Ambiental (LRMA).



## 7 IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS DE CONTAMINACIÓN

En la siguiente tabla se identifican los principales focos potenciales de contaminación del suelo que pueden existir en una instalación industrial.

**Tabla 7.1: Principales focos de contaminación del suelo**

FOCO	SUBFOCO
Almacén de líquidos a granel	Tanques subterráneos
	Tanques superficiales verticales
	Tanques superficiales horizontales
	Balsas
Trasiego de líquidos a granel	Carga y descarga de tanques
	Tuberías superficiales
	Tuberías subterráneas
	Grupos de bombas
Almacenamiento de sólidos a granel y de contenedores	Almacenamiento de sólidos a granel
	Trasiego y manipulación de sólidos a granel
	Manipulación de sólidos en contenedores
	Almacenamiento de líquidos en contenedores
	Manipulación de líquidos en contenedores
Actividades de proceso	Procesos y operaciones cubiertas
	Procesos y operaciones parcialmente cubiertos
	Procesos con productos líquidos
	Procesos con productos sólidos
Actividades auxiliares	Drenajes subterráneos
	Drenajes superficiales
	Talleres y laboratorio
	EDAR

Dependiendo del sector de actividad, cada uno de los focos puede incluir unos contaminantes asociados u otros, que pueden ocasionar una afección al suelo. En el Anexo 4 se incluye una lista de identificación de focos para una instalación.

En esta fase de identificación, deben tenerse en cuenta aquellos focos listados en la tabla anterior y que estén presentes en la planta industrial, **independientemente de si se encuentran en activo o no**, ya que algunas instalaciones en desuso, como tanques o tuberías, zonas de vertido de residuos, sistemas de drenaje, etc. pueden seguir constituyendo un foco claro de contaminación si no se tomaron las medidas preventivas necesarias en el momento de su puesta en fuera de uso.

Para que un foco genere una contaminación sobre el suelo, se deben dar una serie de condiciones que se resumen en el siguiente cuadro.

#### CIRCUNSTANCIAS MÁS COMUNES QUE PROVOCAN CONTAMINACIÓN DE SUELOS

- Fugas de productos almacenados por fin de vida útil de las instalaciones (en paredes, juntas, conexiones, válvulas, etc.).
- Fugas por situaciones accidentales o fallos operativos (por incidentes en el transporte y mal uso de las instalaciones y almacenamiento).
- Derrames accidentales por sobrellenos o fallos en operaciones de trasvase de producto y transporte.
- Accidentes en el transporte de mercancías
- Falta de conocimiento y de mantenimiento de las partes subterráneas de la instalación, sobre todo de las instalaciones antiguas o fuera de uso (tanques subterráneos, sistema de drenaje, fosas sépticas, arquetas o separadores, etc.).
- Almacenamiento directo sobre el suelo de productos o residuos, de forma incorrecta
- Residuos, envases y escombros industriales enterrados
- Transporte de partículas o materiales pulverulentos por la acción del viento o por escorrentía de agua de lluvia y posterior deposición.

Para implementar técnicas de prevención de la contaminación del suelo, es necesario realizar una identificación exhaustiva de los focos potenciales de contaminación y evaluarlos de forma detallada, ya que en muchos casos el potencial de contaminación no es evidente a priori y no implementar las medidas de prevención necesarias podría conllevar unos costes de recuperación muy superiores al coste de dichas medidas.

### 7.1 Almacén de líquidos a granel

Hay una amplia variedad de almacenamiento de líquidos en instalaciones industriales, los cuales se diseñan en función del tipo de producto y el volumen a almacenar, y que se pueden agrupar en:



- Tanques subterráneos
- Tanques aéreos verticales
- Tanques aéreos horizontales
- Balsas

Un tanque es un recipiente, generalmente de gran tamaño y cerrado, que sirve para contener líquidos o gases.

Los almacenamientos de productos líquidos en grandes cantidades constituyen uno de los principales focos de contaminación del suelo en las industrias y por ello, la implementación de medidas preventivas es fundamental en este tipo de instalaciones. Muchas de estas medidas están ya recogidas en las propias características constructivas de los tanques, contempladas en las normas internacionales y requerimientos nacionales de construcción, de forma que se garantice la estanqueidad de los mismos, evitando los poros, las fracturas y la corrosión.

En los siguientes epígrafes se describen brevemente los grupos anteriores y se incluyen aquellos aspectos que pueden suponer una potencial afección al subsuelo.

#### 7.1.1 Tanques subterráneos

Los tanques subterráneos son aquellos en los que una parte o el total de su volumen (tanto del tanque como de las tuberías asociadas) se sitúa por debajo del nivel del suelo. Estos tanques son de distintos tamaños, pero por regla general suelen ser de más de 3.000 litros.



Extracción de tanque subterráneo en mal estado

Bocas de hombre de tanques enterrados para combustible

**Figura 7.1: Tanques subterráneos**

Se utilizan fundamentalmente para el almacenamiento en grandes cantidades de combustibles (fuel, gasoil, biocombustibles, etc.), de residuos líquidos acuosos o de productos químicos (tanto materias primas como productos terminados).

Los tanques enterrados objeto de la presente guía son aquellos que contengan sustancias peligrosas y en consecuencia, puedan suponer una fuente potencial de contaminación.

Estos tanques pueden estar fabricados de diferentes materiales como acero, aluminio, plástico o fibra de vidrio y generalmente suelen ser de forma cilíndrica y pueden estar contruidos con pared simple o doble. Las características constructivas de los tanques subterráneos están orientadas en su mayoría a garantizar su estanqueidad, por ello es fundamental que el material de que se hagan sea compatible con la sustancia a almacenar.

Existen una serie de factores que actuando aisladamente o combinados provocan alteraciones en las condiciones físicas originales, causando su degradación. Estos factores son:

- Asentamiento y sobretensión de materiales
- Corrosiones internas por el propio producto almacenado
- Corrosión interna y externa por factores externos

Estas alteraciones dan lugar a fugas de productos que junto con los sobrellenos son las principales causas de contaminación del suelo. La probabilidad de contaminación por fuga aumenta con determinadas características del tanque (edad, volumen, tipo de pared, recubrimiento), falta de mantenimiento y control, la localización y por el uso de materiales incompatibles (sustancia almacenada y material del tanque). Los tanques subterráneos constituyen uno de los principales focos de potencial contaminación del suelo, debido fundamentalmente a la dificultad de detección de los factores anteriores.

Los aspectos asociados con derrames en las operaciones de llenado de los tanques y a las fugas y derrames relacionados con las tuberías, se describen en los epígrafes 7.2.1 y 7.2.2.

### **7.1.2 Tanques superficiales**

Los tanques superficiales (verticales y horizontales) son recipientes cuya estructura se sitúa en su totalidad sobre el nivel del suelo, pudiendo ser fijos o móviles. Pueden contener combustibles, materias primas o residuos líquidos.

El material de construcción puede ser acero, polietileno, plástico reforzado con fibra de vidrio u otros materiales. Las formas son variables (cilíndricas, esféricas o en forma de paralelepípedo) y pueden ser de pared simple o doble.





Tanques superficiales verticales

Tanques superficiales horizontales

**Figura 7.2: Tanques superficiales**

Las principales causas de contaminación del suelo son:

- Fugas de las paredes del tanque
- Derrames por sobrellenados del tanque

La detección de las causas anteriores suele ser más rápida que en el caso de un tanque subterráneo y por lo tanto las posibles afecciones al suelo suelen ser menores. La probabilidad de que se produzca contaminación se ve aumentada por la edad del tanque, el volumen y el uso de materiales de fabricación incompatibles respecto a la sustancia que va a contener.

### 7.1.3 Balsas

Se entiende por balsas aquellas instalaciones de almacenamiento abiertas que se emplean para contener grandes cantidades de diferentes sustancias en estado líquido. Generalmente se utilizan para contener aguas residuales o lodos en fase de pretratamiento o tratamiento final.

En este tipo de focos se incluyen los sistemas de tratamiento de aguas residuales procedentes de zonas de carga/descarga, almacenamiento, aguas de proceso, zonas de talleres y mantenimiento, zonas de tratamiento de residuos, etc. Los recipientes de baños de tratamiento de superficies (desengrase, galvanizado, anodizado, etc.) no se consideran balsas sino que se incluyen dentro de las actividades de proceso (ver epígrafe 7.4).



**Figura 7.3: Ejemplos de balsas**

Las balsas suelen estar construidas mediante materiales impermeables pudiendo ser, entre otros, de hormigón reforzado, de obra o recubiertos con materiales para reducir su erosión y garantizar su estanqueidad (bentonita, láminas de plástico).

Debido al tamaño de estos focos, se les considera como focos potenciales de contaminación muy relevantes.

La contaminación en estos casos se genera por:

- Fugas en la estructura de la balsa por rotura o desgaste.
- Rotura de los diques de contención, consecuencia del uso de materiales de construcción no adecuados para el tipo de sustancias o debidas a un exceso en el volumen almacenado.

## 7.2 Trasiego de líquidos a granel

El trasiego es la operación consistente en la transferencia de productos entre cualquier tipo de almacenamiento, las unidades de transporte correspondientes y las unidades de proceso.

El trasiego de líquidos a granel se lleva a cabo generalmente entre los puntos siguientes:

- entre la zona de almacenamiento (tanques, balsas) y los vehículos/recipientes móviles para su transporte (cisternas, conducciones).
- entre los vehículos/recipientes móviles y las zonas de proceso

Asociados a esta actividad de trasiego de líquidos se identifican como focos de contaminación los puntos de carga y descarga de tanques, las tuberías superficiales y subterráneas asociadas a estos líquidos y los grupos de bombas necesarios para realizar la actividad de transvase.

### 7.2.1 Carga y descarga de tanques

La carga/descarga podrá disponer de un área dedicada específicamente para esta función (carga desplazada), o bien realizarse directamente en el lugar en donde se ubica la parte receptora (carga directa).



Punto de carga de tanque superficial

Bocas de carga de tanques subterráneo

**Figura 7.4: Zonas de carga y descarga de tanques**

Las operaciones de carga y descarga se pueden realizar mediante operaciones manuales, o bien con sistemas automatizados.

Las causas más frecuentes de contaminación se deben a derrames por sobrellenados por fallos de tipo humano o derrames por accidentes durante la manipulación de los envases y los medios de transporte. El sobrellenado de tanques con tubos de venteo puede generar contaminación del suelo por vertidos de líquidos a través de este sistema.

La probabilidad de contaminación aumenta con la frecuencia de la actividad de transvase, las distancias de transporte entre las unidades de transporte y los almacenamientos y la falta de mantenimiento de los mecanismos utilizados en el proceso de carga y descarga.

### 7.2.2 Tuberías y Grupos de bombas

Las tuberías (superficiales y subterráneas) y bombas forman parte del sistema de conducciones de una instalación. Las conducciones son el conjunto de conductos por los que pasa un fluido y están constituidas por sistemas de tuberías, bridas, juntas, válvulas, tornillos de sujeción y accesorios de tuberías.

Las conducciones aparecen en distintos puntos de las instalaciones industriales, entre zonas de carga y almacenamiento, zonas de almacenamiento y zonas de producción, zonas de producción y zonas de almacenamiento de productos elaborados. Deben adaptarse a los criterios definidos en la normativa existente, teniendo en cuenta la presión interna en régimen permanente, las sobrepresiones que puedan sufrir de forma intermitente, la carga del material de relleno (para tuberías enterradas) y la carga dinámica del material en tránsito.



Racks de tuberías asociados a parque de tanques



Bombas

**Figura 7.5: Tuberías y bombas**

Los episodios de contaminación relacionados con las conducciones se originan por las siguientes causas:

- Fugas por fallos de estanqueidad en el sellado de las bombas de impulsión o bridas de unión entre bombas y tuberías.
- Fugas en otros puntos como válvulas, arquetas, puntos toma muestras, etc.

- Fugas por roturas por desgaste de materiales, por exceso de carga sobre las conducciones (en caso de ser enterradas) o por el impacto de un vehículo u otro elemento mecánico (si son superficiales).

La probabilidad de contaminación aumenta con:

- Edad de las conducciones
- Falta de inspecciones y mantenimiento
- Uso de materiales inadecuados con el producto que transportan
- Cargas que deben soportar
- Desconocimiento de las condiciones y distribución de las tuberías enterradas (en uso y en desuso) fundamentalmente en instalaciones antiguas.

### **7.3 Almacenamiento y trasiego de sólidos a granel y de contenedores (sólidos y líquidos)**

Cuando se producen o procesan sólidos a granel, éstos pueden ser acopiados como materia prima, depositados como productos intermedios o almacenados como producto terminado. Los productos a granel deben ser descargados desde los respectivos recipientes y, en la mayoría de los casos conducidos al proceso siguiente, mediante un transportador mecánico. Hay que prestar atención a que los recipientes de almacenamiento y los sistemas de descarga y transporte sean diseñados adecuadamente teniendo en cuenta las propiedades de los productos a granel y los requisitos del proceso.

Los diferentes focos potenciales relacionados con el almacenamiento y trasiego de sólidos y de contenedores se han agrupado en:

- Almacenamiento de sólidos a granel
- Trasiego y manipulación de sólidos a granel
- Almacenamiento y manipulación de sólidos en contenedores
- Almacenamiento y manipulación de líquidos en contenedores

En los siguientes epígrafes se describen brevemente los grupos anteriores y se incluyen aquellos aspectos que pueden suponer una potencial afección al subsuelo.

### 7.3.1 Almacenamiento de sólidos a granel

Se refiere fundamentalmente al almacenamiento de sustancias sólidas sin envasar (materias primas, productos intermedios, productos finales y residuos sólidos) directamente sobre el suelo o sobre superficies impermeables.

La circunstancia más común de contaminación del suelo a partir del almacenamiento de sólidos a granel es consecuencia del contacto directo entre los materiales y el suelo, sobre todo si se sitúan a la intemperie expuestos a la lluvia y el viento.

Aunque la contaminación del suelo se reduce considerablemente mediante la utilización de superficies impermeables, éstas deben mantenerse adecuadamente de forma que se evite la contaminación a través de roturas o grietas.



Almacenamiento de sólidos sobre el terreno

Almacenamiento de sólidos en zonas de proceso

**Figura 7.6: Sólidos a granel**

### 7.3.2 Trasiego y manipulación de sólidos a granel

Esta actividad consiste en el traslado de materiales sólidos sin empaquetar. Los sistemas de transporte de estos materiales son:

- Sistema de transporte abierto mediante vehículos como camiones, cintas transportadoras, tornillos, etc.
- Sistema de transporte cerrado mediante transporte neumático o de vacío y cintas transportadoras cerradas (tubulares, helicoidales).

Las principales causas por las que las operaciones de transporte de materiales sólidos a granel pueden generar contaminación son:

- Utilización de equipos o vehículos inadecuados para el material a transportar
- Utilización de sistemas de transporte discontinuos
- Mal estado de carreteras y viales
- Fallos en los sistemas de sujeción o contención de los materiales
- Limpieza y mantenimiento incorrectos de los sistemas de transporte
- Uso inadecuado del sistema de transporte (sobrecargas)
- Distancias excesivas de transporte
- Falta de preparación de los operarios

En general, la extensión de la contaminación por el trasiego y manipulación de sólidos a granel es menor que la producida por el traslado de materiales líquidos. Sin embargo, el riesgo de contaminación es mayor que en el caso de sólidos en contenedores.



Transporte de sólidos en cinta transportadora abierta

Transporte de sólidos en cinta transportadora cerrada

**Figura 7.7: Ejemplos de trasiego de sólidos a granel**

### 7.3.3 Almacenamiento y manipulación de contenedores (sólidos y líquidos)

Los productos químicos pueden almacenarse en contenedores, entendiéndose éstos como recipientes móviles con volúmenes generalmente inferiores a los de los tanques. Se utilizan para contener líquidos o sólidos. Como potenciales focos de contaminación se deben tener en cuenta los envases individuales y su trasiego, así como los grupos de envases situados en las correspondientes zonas de almacenamiento.

El material del que están hechos los diferentes tipos de contenedores determina el tipo de sustancia que puede contener, existiendo en grandes rasgos, los siguientes grupos de contenedores:

- Contenedores metálicos: son los más utilizados en las actividades industriales, siendo el acero y el aluminio los materiales más comunes. La capacidad máxima de estos contenedores suele ser de 450 litros, aunque los más comunes son los de 200 litros.
- Contenedores de plástico: estos envases pueden igualmente alcanzar los 450 litros de volumen a almacenar y los materiales más utilizados para su fabricación son el polietileno, el cloruro de polivinilo y el polipropileno. Estos contenedores son menos resistentes que los metálicos sobre todo si están expuestos al sol y la lluvia.

Los contenedores plásticos más comunes son los bidones (con tapa fija o móvil), los jerricanes, las cajas y los envases compuestos.

- Contenedores de vidrio: se suelen emplear para pequeños volúmenes de producto y su principal inconveniente es su fragilidad.

El trasiego de los materiales sólidos y líquidos en contenedores (fundamentalmente los procesos de carga/ descarga) puede realizarse por medios manuales, mecanismos automáticos o semiautomáticos. El almacenamiento de productos químicos en contenedores, ya sean materias primas, productos intermedios o residuos, puede realizarse tanto en interior como en exterior, y debe cumplir siempre los requisitos recogidos en la legislación vigente.

Las principales causas de contaminación derivadas del almacenamiento y trasiego de los contenedores son las siguientes:

- Derrames por deficiencias en las aberturas o dispositivos de cierre inexistentes o inadecuados.
- Fugas por deterioro y/o poros en los contenedores por incompatibilidades químicas
- Fugas y derrames por manejo inadecuado
- Fugas y derrames por almacenamiento incorrecto, apilamientos excesivos, volúmenes inapropiados de almacenamiento, efectos de la exposición a la intemperie o falta de sujeción.
- Envejecimiento de los contenedores por incorrecto mantenimiento

Estas cuestiones pueden generar contaminación del suelo aunque la extensión de la misma se verá limitada en el caso de que los materiales contenidos se encuentren en estado sólido.





Almacén de líquidos en contenedores

Almacén de residuos peligrosos líquidos

Almacén de residuos peligrosos

Almacén de materias primas

**Figura 7.8: Almacenamiento en contenedores**

#### 7.4 Actividades y operaciones de proceso

En las áreas de producción se llevan a cabo diversas actividades u operaciones de proceso relacionadas con las tareas de pre-tratamiento, tratamiento y acabado de los diferentes productos a partir de las materias primas.

Es conveniente que todas estas tareas que se realizan en el área de producción estén debidamente especificadas mediante instrucciones de trabajo diseñadas bajo buenas prácticas de gestión. La inspección y el mantenimiento de la producción deben alertar de posibles deterioros de las instalaciones con la finalidad de reducir el riesgo de contaminación al suelo.

En función de las características de las instalaciones, donde se llevan a cabo las tareas de los procesos, se distinguen dos tipos asociados al potencial de contaminación del suelo:

- *Procesos abiertos o semiabiertos*: son aquellos que constan de instalaciones o partes de las instalaciones abiertas para las operaciones de carga y descarga fundamentalmente. En esta categoría también se incluyen las actividades como filtración, extrusión, moldeado por inyección, secado, esmaltado, calentamiento, enfriamiento, llenado automático, dosificación y pesado.
- *Procesos de producción cerrados*: en donde predominan los mecanismos de automatización, y que incluyen instalaciones que no son abiertas durante las operaciones regulares de funcionamiento (reactores, columnas cerradas, etc), y donde la carga y descarga se realiza mediante tuberías/conducciones propias de la instalación.



Zona de lavado (Proceso abierto)

Zona de lavado (Proceso abierto)



Proceso semi-abierto

Proceso cerrado

**Figura 7.9: Ejemplos de procesos**

En general, los procesos industriales abiertos son considerados como focos con alto riesgo de contaminación del suelo, mientras que los procesos cerrados como focos de riesgo medio.

El origen de la contaminación depende del tipo de actividad industrial, aunque pueden identificarse las siguientes situaciones como potenciales causantes de contaminación de suelos:

- Diseño inadecuado de los equipos e instalaciones integrantes del proceso, de forma que conlleve la liberación de sustancias peligrosas al medio, favoreciendo la corrosión o las fisuras o roturas.
- Fallos de funcionamiento en elementos relevantes desde el punto de vista de la contaminación del suelo, tales como bombas, compresores o válvulas y de los sistemas de control del proceso (sensores de nivel, de temperatura, de presión...).
- Mantenimiento inadecuado de las instalaciones
- Envejecimiento de los equipos y utilización de equipos fuera de su vida útil



Las anteriores causas dan lugar en la mayoría de los casos a:

- Derrames y fugas de elementos constructivos (cubas, balsas, fosas, conducciones, arquetas, etc.)
- Emisiones al aire y deposición de partículas y aerosoles en el suelo



Contenedores en zona de proceso de baños



Tanques de mezcla en proceso (producción cerrada)

Figura 7.10: Ejemplos de zonas de proceso

## 7.5 Actividades auxiliares

Existen otras actividades no relacionadas directamente con la producción industrial, que pueden considerarse como focos potenciales de la contaminación del suelo, entre las que se encuentran los sistemas de drenaje, estaciones de depuración de aguas residuales, los talleres de mantenimiento o los laboratorios.

### 7.5.1 Drenajes subterráneos y superficiales

El sistema de drenaje o saneamiento de una instalación industrial está constituido por el conjunto de conductos e instalaciones que sirven para la evacuación de las aguas residuales de la planta hasta el punto de vertido final (alcantarillado o cauce).

Los sistemas de saneamiento recogen las aguas residuales, aguas de lluvia, de proceso y de servicios contra incendios. Estos sistemas, incluyen los siguientes elementos:

- Conducciones y juntas
- Pozos y arquetas de registro
- Sistemas de ventilación
- Depósitos de retención

- Instalaciones de bombeo
- Aliviaderos
- Sifones
- Arquetas de registro y toma de muestras
- Sistemas de tratamiento propios: arquetas separadoras, estaciones de depuración de agua residual (EDAR).

Estas instalaciones suelen ser subterráneas y en general su mantenimiento es limitado por lo que su potencial de contaminación del suelo es elevado.

Los sistemas de drenaje se pueden clasificar en:

- Sistemas unitarios: son aquellos sistemas que transportan tanto el agua residual como el agua pluvial en una misma red de conducciones.
- Sistemas separativos: son aquellos sistemas diseñados para transportar el agua residual y el agua pluvial por redes independientes.

Los materiales de construcción utilizados, dependiendo de si los sistemas son por gravedad o a presión, así como el tipo de agua residual a transportar, son:

- Hormigón en masa o armado
- Metálicos
- Plásticos (PVC, polietileno, polipropileno o plástico reforzado con fibra de vidrio – PRFV)
- Elementos cerámicos

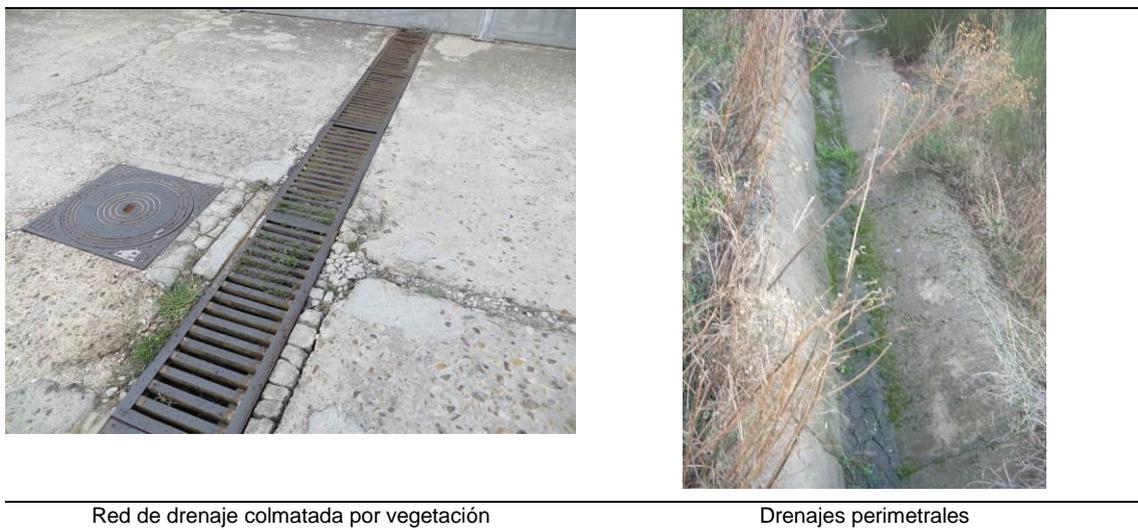
Dentro de los sistemas de drenaje existen elementos más susceptibles de generar contaminación del suelo, fundamentalmente aquellos que conlleven el almacenamiento o retención temporal de agua residual, tales como arquetas o separadores, pozos y, en especial, las fosas sépticas.

Estas instalaciones pueden considerarse focos de contaminación de suelo por sí mismas ya que pueden presentar fugas de producto/residuo debido a una mala instalación o falta de limpieza y mantenimiento.

Las principales causas de los episodios de contaminación son las siguientes:

- Fugas por la rotura de las conducciones u otros elementos, debido a: ataques químicos del agua residual, impactos puntuales, corrosión por ácidos, envejecimiento, resistencias a cambios de temperatura y exceso de carga por tráfico de vehículos.
- Fugas a través de uniones o juntas entre elementos.

Las fugas suelen producirse como resultado de un mantenimiento inadecuado, falta de limpieza o un diseño deficiente de la red.



**Figura 7.11: Ejemplos de redes de drenaje**

Generalmente las fugas de los sistemas de saneamiento son difíciles de detectar, sobre todo en instalaciones antiguas, ya que se desconoce en muchos casos el trazado y distribución de la red dificultando su control y aumentando la probabilidad de contaminación del suelo.

Adicionalmente, al no ser parte relevante del proceso de producción, no se les suele prestar atención a la hora de identificar estos sistemas de saneamiento como potenciales focos de contaminación, aunque en muchos casos, suelen recoger el producto procedente de fugas que con el efecto de movilización del agua de lluvia o residual, junto con el bajo mantenimiento de estas instalaciones, las convierten en importantes focos de contaminación del suelo, a veces durante años.

### 7.5.2 Talleres y Laboratorios

Los talleres son las instalaciones en las que se realizan tareas de reparación, limpieza y mantenimiento de maquinaria y/o vehículos de la instalación o servicios de reparación post-venta.

En ocasiones, a las actividades propias de un taller se suman las relacionadas con el suministro interno de carburantes o la limpieza de vehículos. Las zonas de lavado de vehículos en las instalaciones industriales son focos potenciales de contaminación. Estos puntos de lavado se suelen situar en las zonas de carga y descarga de materias primas y de residuos.

Muchas instalaciones industriales cuentan con laboratorios en sus plantas en los que se llevan a cabo tareas de control de calidad, así como de investigación.

Las causas de la contaminación del suelo relacionadas con los talleres y laboratorios son entre otras, las siguientes:

- El uso incontrolado de disolventes o aceites en las tareas de mantenimiento y de otros productos químicos en los laboratorios.
- La mala gestión de los residuos generados

La limpieza de vehículos y equipos puede generar contaminación del agua de lavado y, consecuentemente, contaminación de la zona y alrededores (por dispersión a través de la red de saneamiento).



Ejemplo de taller



Ejemplo de laboratorio

**Figura 7.12: Talleres y laboratorio**

### 7.5.3 Estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR)

Se considera que las Estaciones depuradoras de aguas residuales con las que cuentan muchas industrias, constituyen un conjunto de focos de contaminación del suelo, ya que suelen contener:

- Balsas
- Tanques de productos químicos para el tratamiento
- Tuberías y bombas
- Almacenamiento de reactivos en contenedores

Por ello, las causas de la contaminación del suelo de cada uno de los elementos anteriores han quedado recogidos en sus epígrafes correspondientes.

Cabe mencionar que muchas de estas instalaciones se encuentran cercanas a cauces y en zonas sin pavimentar, con lo que se aumenta el riesgo de contaminación del suelo.



Ejemplo de EDAR

Ejemplo de EDAR

**Figura 7.13 EDAR**

## 8 IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS PREVENTIVAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Tras realizar el análisis de los focos presentes en una instalación y de las características relevantes desde el punto de vista de posibles episodios de contaminación del suelo, se identifican las técnicas de prevención aplicables a cada foco.

**El objetivo de la selección de Técnicas de Prevención es reducir al máximo el posible contacto con el suelo de las sustancias potencialmente contaminantes, en función de las características de cada foco y la sensibilidad del entorno en que se encuentre.**

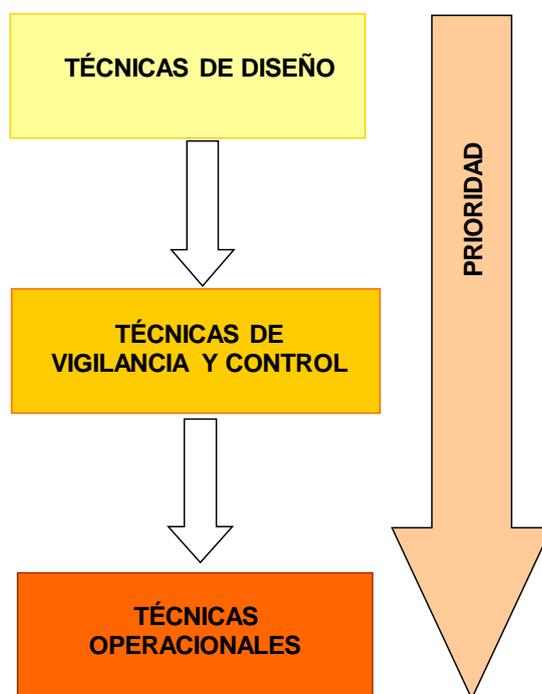
Para ello, cabe diferenciar las técnicas preventivas posibles en tres tipos:

1. **Técnicas Preventivas de Diseño:** son aquellas que afectan al diseño de las instalaciones y de los propios focos. Deben tenerse en cuenta en las fases preliminares de redacción del proyecto para aquellas instalaciones nuevas o en proyectos que implican obra o reforma de las instalaciones, para aquellas industrias ya existentes.
2. **Técnicas Preventivas de Vigilancia y Control:** son aquellas que implican la instalación de mecanismos de vigilancia y control de los focos de contaminación para poder evaluar que la instalación está funcionando correctamente. Permiten reaccionar en un periodo de tiempo corto en caso de detectar situaciones anómalas de funcionamiento que puedan dar lugar a la liberación de contaminantes al suelo, y adoptar las acciones necesarias.
3. **Técnicas Preventivas Operacionales y Organizativas:** son aquellas medidas que se centran en modificar o adaptar procesos organizativos de la actividad, incluyendo los programas de mantenimiento, de control de procesos, de formación de los empleados, etc.

Los tres tipos de técnicas son complementarias y para poder reducir el riesgo a niveles mínimos, que es el objetivo, se suelen **implementar los tres tipos de técnicas en cada foco**, de forma coordinada y optimizada.

En la selección de las técnicas, como regla general, se debe comenzar evaluando las medidas de diseño, ya que se consideran las más relevantes y las más fiables para prevenir la contaminación. Las de diseño van seguidas por las técnicas de vigilancia y control y, por último, las operacionales.

En caso de que por la tipología de instalación o por impedimentos técnicos y económicos no sea posible implementar técnicas de diseño, se deberá reforzar el resto de técnicas. En general, se deberán aplicar los tres tipos de técnicas por cada foco de contaminación existente.



**Figura 8.1 Prioridad en la aplicación de Técnicas**

En los siguientes capítulos (9, 10 y 11) se recogen las principales técnicas preventivas que aplican a los focos identificados, clasificándolas en los tres tipos definidos anteriormente.

La combinación de los distintos tipos de técnicas debe ser la suficiente para que se garantice la mayor prevención posible de contaminación del suelo en cada foco identificado.

En el Anexo 5 se incluye un listado de las técnicas preventivas aplicables a cada tipo de foco y que puede servir de orientación para la selección de técnicas en el diseño y operación, de las instalaciones.

## 9 TÉCNICAS DE DISEÑO

Las técnicas preventivas de diseño son aquellas que afectan al diseño de las instalaciones y de los propios focos.

Se recogen en los siguientes epígrafes las principales tipologías de técnicas preventivas de diseño:

1. Características constructivas de las instalaciones
2. Medidas de protección y contención
3. Localización de instalaciones

Estas técnicas deben tenerse en cuenta en las fases preliminares de redacción del proyecto para aquellas instalaciones nuevas o en proyectos que implican obra o reforma de las instalaciones, para aquellas industrias ya existentes.

### 9.1 Características constructivas de las instalaciones

Las características constructivas de las instalaciones industriales constituyen en sí mismas unas de las primeras medidas preventivas a considerar. Una instalación construida desde el origen incluyendo las medidas mencionadas en los siguientes epígrafes, contaría con las medidas preventivas consideradas como las más efectivas y duraderas a lo largo de su vida útil.

Las principales medidas preventivas relativas a las características constructivas de las instalaciones, se han recogido en los siguientes grupos:

- Cumplimiento de la normativa
- Medidas anti-corrosión
- Compatibilidad de sustancias y materiales
- Sistemas de control de sobrelLENADOS
- Sistemas de control de fugas
- Puntos de inspección

#### 9.1.1 Cumplimiento de la normativa

Esta medida aplica a todos los focos identificados y a todas las medidas que se citan en esta guía, como consecuencia de que toda medida preventiva de la contaminación que se

implemente en una instalación industrial debe, en primer lugar, cumplir con la normativa existente al respecto.

De hecho, algunas instalaciones ya recogen por normativa, parte de las medidas que se describen en este capítulo en relación a su diseño.

A modo de ejemplo, el reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (APQ), regulado mediante el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, modificado parcialmente por el Real Decreto 105/2010, de 5 de febrero, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias del Ministerio de Industria y Energía (en adelante ITC-MIE), indican las medidas de seguridad que los almacenes deben cumplir, así como el procedimiento de legalización y revisiones periódicas para este tipo de instalaciones. En función de la sustancia almacenada, existen 9 ITC-MIE que se detallan a continuación:

- ITC MIE APQ 01: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles
- ITC MIE APQ 02: Almacenamiento de óxido de etileno
- ITC MIE APQ 03: Almacenamiento de cloro
- ITC MIE APQ 04: Almacenamiento de amoniaco anhidro
- ITC MIE APQ 05: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
- ITC MIE APQ 06: Almacenamiento de líquidos corrosivos
- ITC MIE APQ 07: Almacenamiento de líquidos tóxicos
- ITC MIE APQ 08: Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno (publicada por el Real Decreto 2016/2004, de 11 de octubre).
- ITC MIE APQ 09: Almacenamiento de peróxidos orgánicos (publicada en el Real Decreto 105/2010, de 5 de febrero).

Esta normativa establece las condiciones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento, carga, descarga y trasiego de productos químicos peligrosos, entendiéndose por tales las sustancias o preparados considerados como peligrosos en el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, y posteriores modificaciones y el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, tanto en estado sólido como líquido o gaseoso, y sus servicios auxiliares en toda clase de establecimientos y almacenes, incluidos los recintos, comerciales y de servicios.

A las instalaciones afectadas por esta normativa se les exige su inscripción y un control técnico y administrativo, así como unas obligaciones y responsabilidades a los titulares.

En general, quedan incluidos dentro del ámbito de aplicación de este reglamento, además de los casos indicados en las diferentes instrucciones técnicas complementarias (ITCs), los almacenamientos de productos químicos de capacidad superior a la que se indica a continuación:

- a) Sólidos fácilmente inflamables: 1.000 kg
- b) Sólidos tóxicos: clase T+, 50 kg; clase T, 250 kg; clase Xn, 1.000 kg
- c) Comburentes: 500 kg
- d) Sólidos corrosivos: clase a, 200 kg; clase b, 400 kg; clase c, 1.000 kg
- e) Irritantes: 1.000 kg
- f) Sensibilizantes: 1.000 kg
- g) Carcinogénicos: 1.000 kg
- h) Mutagénicos: 1.000 kg
- i) Tóxicos para la reproducción: 1.000 kg
- j) Peligrosos para el medio ambiente: 1.000 kg

En las instalaciones excluidas, con independencia de lo que disponga otra normativa vigente que les sea de aplicación, se seguirán las medidas de seguridad propuestas por el fabricante de productos químicos, a cuyos efectos éste entregará, al menos, la correspondiente documentación (Fichas de Datos de Seguridad) al usuario de las instalaciones.

Existen muchas otras normas aplicables a la construcción y diseño de instalaciones industriales que deben cumplirse y que por su elevado número y variedad no se recogen en el presente documento.

Entre ellas cabe citar las Normas Españolas “UNE” (Una Norma Española) o conjunto de normas tecnológicas elaboradas por AENOR y por sus Comités Técnicos (CTN) de los que forman parte todas la entidades y agentes implicados e interesados en los trabajos del Comité.

En el Apéndice 1 de la ITC-MIE APQ 1 del Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, se establece una relación de normas de obligado cumplimiento citadas en la Instrucción Técnica Complementaria correspondiente.

En este capítulo se recogen de forma esquemática las principales medidas de diseño a tener en cuenta en instalaciones industriales, las cuales deben seleccionarse e implementarse siempre sin perjuicio de las que ya exija la normativa sectorial correspondiente.



### 9.1.2 Medidas anti-corrosión

La corrosión de los materiales puede suponer el origen de posibles fugas, por lo que para poder evitarla se utilizan en general diferentes sistemas, entre los cuales destacan: la protección catódica, los sistemas de recubrimiento y los de impermeabilización frente al agua.

Se incluye a continuación una breve descripción de cada sistema:

1. *Protección catódica*: Existen dos sub-clasificaciones, la protección catódica por ánodos de sacrificio y la protección catódica por corriente impresa. El sistema de ánodos es un sistema donde se protegerá la estructura sacrificando otra (los ánodos), creando una pila de corrosión donde el cátodo será la estructura protegida y el ánodo un electrodo especial enterrado a cierta distancia de la estructura en contacto con el medio corrosivo. El sistema de corriente impresa funciona bajo el mismo principio con la diferencia de que la corriente de protección catódica se obtiene de una fuente externa de corriente.
2. *Los sistemas de recubrimiento* constan básicamente de tres etapas: preparación de la superficie, fondo o imprimación, y el acabado. Se pueden distinguir dos tipos:
  - a. *Pinturas*: La pintura anticorrosiva es una base o primera capa de imprimación de pintura que se ha de dar a una superficie. Se aplica directamente a los cuerpos de acero, y otros metales, generalmente compuestas por óxido de hierro o silicatos. Para ello puede usarse un proceso de inmersión o de aspersión, (dependiendo del funcionamiento de la planta de trabajo y de la geometría de la estructura).
  - b. *Recubrimientos con elastómeros*: recubrimientos epóxicos o acrílicos, cintas poliméricas amorfas, polisiloxano acrílico, poliuretano o cintas de zinc.

Estos sistemas se aplican tanto por la parte exterior como por la interior de la estructura a proteger.

3. *Medidas preventivas de entrada de agua de lluvia* en cimientos de tanques e instalaciones: generalmente recubriendo con tela asfáltica, bordillos impermeables o plataformas de apoyo impermeables.
4. *Medidas preventivas de entrada de agua subterránea*: pantallas de gravilla, sistemas de control de la entrada de agua subterránea o capas que impidan el acceso de agua por capilaridad.



Tanque con pintura anti-corrosiva. Agua presente en cubeto. El potencial de corrosión depende del estado del recubrimiento bajo el agua.

Medidas preventivas de entrada de agua de lluvia. Faldas asfálticas en tanques verticales

**Figura 9.1 Medidas anti corrosión**

Estas medidas se aplican principalmente a los focos siguientes: almacenes y trasiego de líquidos a granel, actividades de proceso y auxiliares.

### 9.1.3 Compatibilidad de sustancias y materiales

La compatibilidad de los materiales, sobre todo en relación a la compatibilidad del producto y el material constructivo de la instalación de almacenamiento o trasiego o de la medida preventiva, es fundamental para garantizar el buen uso de la misma y que cumpla su función, al igual que garantizar una vida útil adecuada para la instalación en cuestión. Esta medida aplica a todos los focos identificados en la instalación.

En el caso de tanques, para optimizar el diseño se deben considerar los siguientes aspectos desde el punto de vista de contaminación potencial del suelo:

- Propiedades físico-químicas de las sustancias a almacenar
- Selección materiales constructivos resistentes al producto a almacenar

El material de fabricación de las tuberías para las conducciones debe ser el adecuado al producto que transporte y a las condiciones de presión y temperatura. Se recomienda que las

válvulas unidas a los recipientes de almacenamiento y sus conexiones, sean de acero o fundición nodular, salvo incompatibilidad del líquido almacenado con dichos materiales. Los materiales para sistemas de tuberías de bajo punto de fusión (aluminio, cobre, bronce) o que funden en caso de fuego (plástico) o que no sean dúctiles (hierro fundido, porcelana, etc.), podrán ser usados en instalaciones enterradas. También se podrán utilizar en el exterior en función de los líquidos que transporten y siempre que tengan protección contra exposición al fuego y puedan controlar rápidamente posibles fugas. En la siguiente tabla se recogen a modo de ejemplo la compatibilidad de algunos materiales para tanques y el producto a contener y que puede variar según el fabricante.

**Tabla 9.1: Compatibilidad de materiales y sustancias de acuerdo a los proveedores de tanques**

Materiales	Compatibilidad			
	A	B	C	D
<b>Acero al carbono</b>	Aceite hidráulico Ciclohexano MetilEtilCetona Pinturas y disolventes Tolueno	Aceites minerales Alcoholes (etanol, isopropanol, metanol) Petróleo refinado Propilenglicol Tricloroetileno Xileno	Disolventes clorados	Hipoclorito de sodio
<b>Fundición (Hierro)</b>	Ciclohexano Metiletilcetona Pinturas y disolventes Tolueno	Aceites (hidráulicos y minerales) Alcoholes (etanol, isopropanol, metanol) Propilenglicol Xileno	Petróleo refinado Disolventes clorados Tricloroetileno	Ácido sulfúrico Hipoclorito de sodio
<b>Acero inoxidable</b>	Aceites (hidráulicos y minerales) Hidróxido férrico Petróleo refinado Tolueno Xilenos	Alcoholes (etanol, isopropanol, metanol) Ciclohexano Metiletilcetona Pinturas y disolventes Disolventes clorados Tricloroetileno	--	Ácido sulfúrico Hipoclorito de sodio
<b>EPDM (1)</b>	Alcoholes (etanol, isopropanol, metanol)	Metiletilcetona Propilenglicol	--	Aceites (hidráulicos y minerales) Ciclohexano Petróleo refinado Pinturas y disolventes Disolventes clorados Tricloroetileno
<b>PTFE (2)</b>	Todos los anteriores	--	--	--

A: Excelente; B: Bueno; C: Pobre; D: No usar;

(1) Etileno propileno dieno (2) Polímero termoplástico de tetrafluoretileno



#### 9.1.4 Sistemas de control de sobrelLENADOS

Los sistemas de control de sobre-llenados son medidas de prevención orientadas a evitar los derrames o fugas producidos durante las operaciones de carga y descarga en distintos tipos de unidades de almacenamiento. Son fundamentales para prevenir este tipo de derrames y deben diseñarse en función del tipo de instalación y los procedimientos de trabajo y de emergencia que tenga cada instalación.

Aplica a los almacenamientos y trasiego de líquidos a granel y en contenedores en actividades de proceso con productos líquidos.

En general, existen tres tipos distintos de sistemas de control de sobre-llenados, siendo estos los siguientes:

1. *Instrumentos de medida y control de nivel máximo, combinados con sistemas de alarma automáticos*: en la mayoría de los casos, la protección contra sobre-llenados se consigue mediante la utilización de instrumentos de medida que detectan el sobre-llenado antes de que llegue a producirse, activándose un sistema de alarma o control cuando el tanque o contenedor alcanza un determinado nivel. La detección del nivel puede realizarse mediante varios sistemas, como por ejemplo con señales de radar o ultrasonidos. Dependiendo del diseño, se pueden utilizar diferentes puntos de control, como nivel alto y muy alto, de forma que se asocian a diferentes señales de alarma en cada caso.
2. *Sistemas de cierre de emergencia*: utilizando sistemas de cierre de emergencia (automáticos o manuales) las operaciones de carga y descarga se detendrán cuando parte de la instalación sufre un fallo. Por tanto, en caso de que se corte la carga de algún producto la cantidad derramada será limitada. La contribución de los sistemas de cierre en la reducción del riesgo de contaminación del suelo se basa en los siguientes aspectos:
  - a. El tiempo que requiere el sistema para activarse (antes de que se produzca un sobre-llenado o en los primeros segundos en los que se produce el primer derrame).
  - b. El elemento en el que se produce el cierre, sea una válvula, una bomba o un sistema completo.
  - c. La cantidad de líquido que puede llegar a derramarse hasta que se pone en marcha el sistema.



3. *Medidas de control de nivel y procedimientos de trabajo asociados:* otro tipo de medida es la implementación de sistemas de medida de nivel en los distintos elementos de almacenamiento, de forma que se conozca la cantidad de espacio libre para recarga. Los sistemas pueden ser automáticos (radar o ultrasonido) o manuales (visor de cristal u otros sistemas de control visual de niveles). Las medidas de control de nivel deben combinarse con la definición de procedimientos que regulen las operaciones de carga y descarga por parte del operario para evitar sobre-llenados de forma que se controle el nivel antes de cada operación.



Visores de cristal de nivel.



Sistema de cierre de emergencia (Botón rojo de accionamiento por el operario)

**Figura 9.2 Sistemas de control de sobrellenados**

### 9.1.5 Sistemas de detección de fugas

Este tipo de sistemas pretenden contener, prevenir y con ello reducir las emisiones por fugas de productos potencialmente contaminantes del suelo. Para detectar fugas en almacenamientos, los sistemas más utilizados son los siguientes:

1. *Detección de fluidos:* Los sensores de detección de fluidos o los indicadores visuales de fluidos se pueden utilizar como detectores de fugas o de fallos en la instalación. Cuando los fluidos se detectan por parte del sistema instalado, evidencia un fallo de la

instalación de almacenamiento y por tanto deben llevarse a cabo las correspondientes acciones de reparación o recogida.

2. *Detección de vapores*: la detección de vapores puede utilizarse igualmente para detectar fugas, ya que en función de las sustancias almacenadas, los vapores pueden constituir un síntoma de la pérdida de estanqueidad del sistema de almacenamiento.
3. *Drenajes*: los drenajes son medidas preventivas de contaminación que actúan cuando una posible fuga o derrame ya ha tenido lugar. Igualmente, en los drenes se deben localizar sistemas de control de fluidos (localización, presencia/ausencia) que detecten la presencia de líquidos en los mismos y se puedan implementar las medidas de reparación o recogida necesarias.
4. *Medidas de desviación de la presión*: este sistema de control de fugas se basa en la detección de una disminución de la presión en cavidades o depósitos, lo que indica la aparición de poros o fisuras en los sistemas de almacenamiento. En caso de que se detecte dicha bajada de presión, se deberán implementar las medidas de control o reparación necesarias.

Un claro ejemplo de este tipo de medidas, son las que se utilizan en los depósitos de doble pared con detección automática de fugas: un tipo de dispositivo de detección de fugas controla la presión del fluido presente en la cámara intersticial entre las dos paredes. En otros casos, el dispositivo controla el nivel del líquido en el interior del espacio entre las dos paredes. Un tercer sistema de detección detecta la presencia física del producto fugado, ya sea en forma de líquido o de vapor.



Sensores de fluidos con señalización por luz

Punto de detección de fluidos

**Figura 9.3 Sistemas de detección de fugas**

Este tipo de medidas se aplica a almacenamiento de tanques subterráneos, balsas, trasiego a través de tuberías subterráneas, actividades de proceso y auxiliares.

### 9.1.6 Puntos de inspección

La instalación de puntos de inspección es fundamental en aquellas instalaciones que albergan fluidos y que no están visibles, como pueden ser instalaciones cerradas o enterradas. El uso de los puntos de inspección pretende facilitar el control de las instalaciones para prevenir fugas, derrames o el fallo de las instalaciones antes de que la sustancia alcance el suelo.

Los puntos de inspección más comunes son las trampillas o huecos de acceso a tanques e instalaciones. Estos puntos de inspección suelen estar regulados por la normativa que afecta a tanques con lo que según el caso, se deberá seguir las especificaciones recogidas en dichas normas.



Trampilla de inspección en tanque vertical

**Figura 9.4 Puntos de inspección**

## 9.2 Medidas de protección y contención

La pérdida de contención originada por cualquier causa puede generar la fuga o vertido de sustancias peligrosas que pueden contaminar el suelo. Las medidas de contención deben evitar y prevenir en las instalaciones de almacenamiento, carga, descarga y trasiego de productos químicos peligrosos, posibles fugas que lleguen a afectar al suelo.

Tales sistemas van orientados a lograr la retención del derrame o fuga del producto almacenado en espacios concebidos específicamente para este fin, que a su vez facilitan su posterior tratamiento de eliminación.

Las principales técnicas preventivas relativas a las medidas de protección y contención, se clasifican en los siguientes tipos:

- Cubetos y otros sistemas de contención
- Sistemas de impermeabilización
- Sellados de bombas y conexiones

### 9.2.1 Cubetos y otros sistemas de contención

Los sistemas de contención constituyen métodos de seguridad utilizados para evitar la liberación accidental al medio de productos que potencialmente pudiesen contaminar el suelo. Estos sistemas deben diseñarse para poder contener el volumen total que se pueda liberar, sobre todo en aquellas instalaciones de almacenamientos relevantes dentro de las instalaciones.

Se consideran en general los siguientes sistemas de contención de cara a prevenir la contaminación de suelo:

1. Sistemas de doble pared, normalmente combinados con sistemas de detección
2. Sistemas de contención fijos impermeables
3. Sistemas de contención móviles (metálicos, plásticos, de hormigón y otro tipo de material).
4. Sistemas de drenaje combinados con alguna de las técnicas anteriores

1 - *Sistemas de doble pared*, normalmente combinados con sistemas de detección. Los sistemas de doble pared, generalmente utilizados en tanques, suelen ser normalmente de plástico o de metal o combinaciones de ambos, de forma que cuando la pared interna falla, la exterior evita la fuga. Este tipo de sistemas suelen emplearse en:

- Tanques enterrados o semi-enterrados
- Tanques superficiales verticales sobre losas
- Tanques superficiales horizontales elevados sobre el suelo
- Tuberías subterráneas

En el caso de fluidos muy tóxicos transportados por tuberías, ya sea en áreas muy transitadas o bien enterradas, es conveniente recurrir a la doble conducción de tal forma que la fuga quede confinada y pueda ser transportada a lugar seguro. En el primer caso, por tratarse de lugares en los que las personas pueden verse fácilmente expuestas a intoxicaciones, y en el segundo, en conducciones enterradas, porque las fugas no serían fácilmente detectables.



Sistema de doble pared

**Figura 9.5 Sistemas de doble pared**

2 - *Sistemas de contención fijos impermeables*: Este tipo de sistemas de contención se utilizan para evitar fugas tanto de grandes como de pequeños volúmenes de sustancias que puedan potencialmente contaminar el suelo. Los materiales más comúnmente usados son el hormigón, el metal y el plástico. Este tipo de sistemas suelen ser útiles para los siguientes focos:

- Tanques verticales superficiales
- Tanques horizontales superficiales montados sobre estructura portante
- Almacenamiento en arquetas y cubas
- Carga y descarga de líquidos a granel
- Bombas con sellados de cierre
- Manejo y almacenamiento de sólidos a granel
- Almacenamiento y manejo de materiales en procesos de envasado
- Llenados o repostajes
- Drenajes
- Transporte de envases abiertos
- Equipos de proceso abiertos con sustancias sólidas o de baja viscosidad
- Talleres y laboratorios

Los cubetos de retención constituyen un sistema para evitar la dispersión de derrames de líquidos y de gases licuados peligrosos. Aunque en España solamente están reglamentados los cubetos de retención para el almacenamiento de líquidos inflamables, debe considerarse

también una medida básica de seguridad para las áreas de almacenamiento de líquidos tóxicos y corrosivos. Los cubetos de retención deberían complementarse con un sistema de drenaje y bombeo del líquido derramado a lugar seguro.



Cubetos de retención. Contenedores pequeños incorrectamente almacenados sin cubeto u otro sistema de contención



Cubetos de retención

**Figura 9.6 Sistemas de contención fijos impermeables**

3. *Cubetos de contención móviles:* Pueden ser de metal, plástico u hormigón así como cualquier otro material que pueda contener el líquido correspondiente.



Bandejas antiderrames



Cubetos móviles

**Figura 9.7 Cubetos de contención móviles**

4. *Combinación de algunos de los métodos de contención previos junto con sistemas de drenaje:* Una combinación adecuada de las anteriores medidas de contención con un sistema de drenaje impermeable permite obtener un alto nivel de protección, ya que por un lado se contiene el derrame y por otro se canaliza adecuadamente hasta un punto de recogida y gestión de forma que evite acumulaciones que conlleven mayores riesgos de afección al suelo.



Drenajes adaptados y situados bajo o cerca de focos de contaminación para recoger potenciales fugas.

**Figura 9.8 Combinación de métodos de contención con sistemas de drenaje**

### 9.2.2 Sistemas de impermeabilización

Algunas instalaciones industriales pueden requerir la impermeabilización del suelo o pavimento sobre el que se sitúan almacenamientos, tuberías o lugares donde se realizan operaciones de carga y descarga.

Las técnicas disponibles de impermeabilización de suelos y pavimentos son muy variadas, aunque cabe destacar las siguientes:

- Láminas plásticas, tales como polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno de muy baja densidad (PEBD), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polipropileno (PP), etileno propileno dieno (EPDM), las cuales se pueden proteger del desgaste o rotura con otros materiales como láminas de geotextil. En la Tabla 9.2 se incluyen ejemplos de aplicación y características de estas láminas.
- Láminas de sellado mineral, tales como arcillas, arenas o bentonita (materiales geosintéticos - polímeros o en rollos).
- Pavimentos, tales como hormigón y asfalto (en plataforma o losas suspendidas sobre pilotes).



Suelo impermeable



Reparación de membranas impermeables

**Figura 9.9 Sistemas de impermeabilización**

La calidad de la barrera, la instalación y el mantenimiento o conservación influyen en el riesgo de contaminación del suelo. Si se almacenan disolventes clorados es recomendable proteger el hormigón con otro tipo de sustancias o resina. Igualmente, el asfalto no ofrece suficiente protección para fugas de disolventes o hidrocarburos. Por ello, la impermeabilización que tenga que implementarse debe ser compatible con la sustancia a contener y con el resto de sistemas de detección y los procedimientos de trabajo de cada instalación, de forma que sean adecuadas para cada caso.

**Tabla 9.2: Ejemplos de láminas plásticas para impermeabilización**

SISTEMAS	EJEMPLOS DE APLICACIÓN	PROPIEDADES
Lámina de polietileno de baja densidad (PEBD)	Para productos de agresividad química media	Es estable frente a la radiación UV, resistente a la perforación sobre soportes rígidos, resistente a asfalto, aceites o alquitranes, y ofrece una resistencia química media

SISTEMAS	EJEMPLOS DE APLICACIÓN	PROPIEDADES
<b>Lámina de polietileno de alta densidad (PEAD)</b>	Para productos de agresividad química más elevada	Es estable frente a la radiación UV, resistente a la perforación sobre soportes rígidos, resistente a asfalto, aceites o alquitranes, y ofrece una resistencia química media
<b>Lámina de caucho etilenopropileno tipo M (EPDM)</b>	Para productos que no presentan agresividad química.	No presenta resistencia química
<b>Lámina de PVC (cloruro de polivinilo)</b>	Para productos que no presentan agresividad química.	No presenta resistencia química
<b>Lámina de polipropilo TPO (poliolefinatermoplástico)</b>	Alcantarillado, riego, etc.	Elevada resistencia a los agentes atmosféricos y a las radiaciones UV. No tóxico Resistente a una amplia gama de ataques químicos Elevada resistencia mecánica Capacidad de adaptación a movimientos estructurales
<b>Geotextiles</b>	No apto para impermeabilizar. Apto para proteger láminas impermeables de presión o tensión en las aristas u objetos punzantes del terreno, evita perforaciones y desgaste de las láminas de impermeabilización.	El geotextil sirve como lámina separadora para la conducción de drenajes y la protección de las láminas impermeables. Se emplea en balsas, cubiertas de jardines, etc. Para separar, filtrar, drenar, reforzar y proteger.

### 9.2.3 Sellados de bombas y conexiones

Los sistemas de prevención de la contaminación del suelo incluyen también los métodos de sellado adecuados para las siguientes instalaciones:

1. Bombas y conexiones abiertas: este tipo de bombas o conexiones pueden estar equipadas con sellados y juntas, de forma que la inspección visual de las mismas podría indicar en principio signos de fugas o de rezume. Por ello, se puede barajar la implementación de pavimento o sistemas de contención impermeables combinados con medidas operacionales, diseñándolo y dimensionándolo de forma que se adapte a la liberación de producto más o menos permanente aunque en pequeñas cantidades.

2. Conexiones y bombas cerradas: en estos casos, las juntas y conexiones están completamente cerradas, por lo que no suelen ser necesaria la implementación de medidas de prevención de la contaminación. Tipos de conexiones y bombas cerradas pueden ser:
- Bombas: con sellado mecánico doble, con acoplamientos magnéticos, bombas encapsuladas.
  - Conexiones unidas mediante soldadura, por lo que durante su funcionamiento normal, no cabe esperar fugas o goteos.

Los sellados son un método de seguridad que evita las fugas accidentales de pequeñas cantidades de líquidos procedentes de tuberías, juntas o bombas y que tienen igualmente el potencial de contaminar el suelo.



Tuberías soldadas

Bombas con juntas con goteos

**Figura 9.10 Sellados de bombas y conexiones**

### 9.3 Localización de instalaciones

La localización de los distintos focos dentro de una instalación industrial puede facilitar o mejorar la efectividad de las medidas preventivas que se implementen. Como regla general, siempre que sea posible, aquellas medidas que se puedan implementar para varios focos a la vez, deberán tenerse en cuenta en la fase de diseño de nuevas instalaciones.

A la hora de localizar los distintos focos en las instalaciones industriales, se recomienda seguir una serie de pautas relativas a:

- Concentrar instalaciones eliminando incompatibilidades
- Considerar los posibles riesgos externos
- Instalar cubiertas

- Implementar protecciones frente a vehículos

En la medida de lo posible se centralizarán en una misma zona las actividades similares de forma que se optimicen las medidas preventivas. Igualmente se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Concentración de las instalaciones evitando incompatibilidades en función de la sustancia a almacenar: esto permite optimizar las medidas preventivas a instalar, pudiendo aprovecharlas o simultanearlas para varios focos, reduciendo adicionalmente los puntos de mantenimiento y de inspección y control.
- Selección de zonas sin riesgos externos, evitando posibles zonas inundables, dimensionando el drenaje para posibles tormentas torrenciales u otros tipos de riesgos existentes de forma natural en la zona donde se ubique la instalación. Para ello, es necesario igualmente tener buen conocimiento del entorno de la instalación.
- Instalación en zonas cubiertas: siempre que sea posible, aquellas instalaciones potencialmente contaminantes del suelo deben localizarse en instalaciones cerradas, de forma que se minimice en efecto de las condiciones atmosféricas, sobre todo la lluvia y el viento como vectores de movilización de contaminantes.
- Colocación de protecciones frente a vehículos: aquellas instalaciones que se localicen en zonas de tránsito de vehículos (como tanques o tuberías) deben estar debidamente protegidas, para evitar derrames o fugas por colisión.

Es importante aplicar criterios de racionalización en el entramado de tuberías y en la localización de diferentes elementos de control y de seguridad con la finalidad de facilitar los accesos a puntos en los que es preciso intervenir periódica u ocasionalmente. En tal sentido es necesario considerar los medios para acceder a los diferentes puntos de posible intervención (escaleras de servicio, pasarelas y plataformas en altura), en consonancia con lo recogido en referencia a los puntos de inspección.

En la tabla adjunta se presenta un resumen de las medidas preventivas de diseño mencionadas en este capítulo.

En el Anexo 5 se incluye un listado de las medidas preventivas aplicables a cada tipo de foco y que puede servir de orientación para la selección de medidas en el diseño y operación de las instalaciones.



Tabla 9.3: Técnicas Preventivas de Diseño

<b>TÉCNICAS PREVENTIVAS DE DISEÑO</b>		
<b>Características constructivas de las instalaciones</b>	Cumplimiento normativa	Protección catódica
	Medidas anti-corrosión	Sistemas de recubrimiento
		Medidas preventivas de entrada de agua de lluvia, en cimientos, tanques e instalaciones.
		Medidas preventivas de entrada de agua subterránea
	Compatibilidad de sustancias y materiales	
	Sistemas de control de sobrellenos	Instrumentos de medida y control de nivel máximo, combinados con sistemas de alarma automáticos.
		Sistemas de cierre de emergencia
		Medidas de control de nivel y procedimientos de trabajo asociados.
	Sistema detección fugas	Detección de fluidos
		Detección de vapores
Drenajes		
Medidas de desviación de la presión		
Puntos de inspección		
<b>Medidas de protección y contención</b>	Cubetos y otros sistemas de contención	Sistemas de doble pared
		Sistemas de contención fijos impermeables
		Cubetos de contención móviles
		Combinación de algunos de los métodos de contención previos junto con sistemas de drenaje.
	Sistemas de impermeabilización	Láminas plásticas
		Láminas de sellado mineral
		Pavimentos
Sellados de bombas y conexiones	Bombas y conexiones abiertas	
	Conexiones y bombas cerradas	
<b>Localización de las instalaciones</b>	Concentrar instalaciones y evitar incompatibilidades	
	Sin riesgos externos	
	Protecciones frente a vehículos	
	Cubiertas	



## 10 TÉCNICAS DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Las técnicas **preventivas de vigilancia y control** son aquellas que implican la instalación de mecanismos de vigilancia y control de los focos de contaminación para poder evaluar que la instalación está funcionando correctamente. Permiten reaccionar en un periodo de tiempo corto en caso de detectar situaciones anómalas de funcionamiento que puedan dar lugar a la liberación de contaminantes al suelo y adoptar las acciones necesarias.

Las técnicas de vigilancia y control de la contaminación del suelo a destacar son:

- *Programas de control y seguimiento* de las aguas subterráneas y de vapores en suelo, que permite identificar una posible afección desde las instalaciones industriales.
- *Sistemas de detección de fugas y alarmas* en caso de fuga y pérdida de estanqueidad en las distintas instalaciones de almacenamiento.
- *Inspecciones y Mantenimiento periódicas* de las instalaciones para prevenir la contaminación del suelo.
- *Planes de Emergencia*

### 10.1 Programas de control y seguimiento

El objetivo primordial de los Planes de Control y Seguimiento es la prevención de potenciales riesgos a las personas y al medio ambiente por medio de la detección temprana de procesos contaminantes al suelo y agua subterránea.

Los objetivos de los Planes de Control y Seguimiento son:

- Conocer la evolución de los contaminantes en el medio y en su caso, definir focos activos de contaminación y proceder a su eliminación.
- Detectar rápidamente procesos de contaminación
- Evaluar trabajos de limpieza y recuperación ejecutados
- Establecer la eficacia de los trabajos de descontaminación en el tiempo

Por medio de este sistema de prevención se podrá actuar con la celeridad suficiente, para o bien eliminar totalmente el riesgo o al menos limitarlo espacialmente a la zona de control.



De acuerdo al “Esquema general de gestión de los suelos contaminados en la Comunidad de Madrid”, podrá requerirse por parte de la Administración, la elaboración de un Plan de Control y Seguimiento en las siguientes circunstancias:

1. Cuando durante la caracterización analítica se hayan detectado indicios de afección aunque ésta no sea significativa (valores por debajo de los Niveles Genéricos de Referencia).
2. Cuando tras la caracterización analítica (parte de la Investigación Preliminar), se haya detectado una afección significativa (se superan los Niveles Genéricos de Referencia y/o la concentración de hidrocarburos totales de petróleo sea superior a 50 mg/kg) y mediante el Análisis Cuantitativo de Riesgos (parte de la Caracterización Detallada) se haya determinado que el Riesgo es aceptable.
3. Cuando exista una afección significativa y se determine que el Riesgo es inaceptable y por tanto, deban realizarse acciones de recuperación.

Adicionalmente, podrá requerirse dicho plan en los siguientes supuestos:

4. A la finalización de los Proyectos de Recuperación de la calidad del suelo con el objetivo de evaluar los trabajos de limpieza y recuperación.
5. En emplazamientos sin indicios de afección pero que por la alta vulnerabilidad del medio (p.e. nivel de agua subterránea muy próximo a la superficie, numerosos receptores, etc), se considere necesaria la “detección rápida” de procesos de contaminación.

Además de los criterios técnicos descritos anteriormente, y que justifican por si solos la ejecución de Planes de Seguimiento y Control, desde la entrada en vigor del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, existe base legal para su requerimiento por aplicación de su artículo 3, relativo a la presentación de informes de situación por parte de titulares de actividades potencialmente contaminantes y propietarios de suelos en los que se han desarrollado en el pasado dichas actividades potencialmente contaminantes.

Durante el diseño de los Planes de Control y Seguimiento es fundamental contar con un Modelo Conceptual del emplazamiento (focos de contaminación – rutas de migración – potenciales receptores) lo más ajustado a la realidad y que, por su variabilidad temporal, debe revisarse periódicamente. En este sentido, el Modelo Conceptual es la base para el diseño y revisión de los componentes principales del Plan de Control y Seguimiento:

- *Red de control*: la red de control está constituida por un número variable de piezómetros o pozos de control que debe cumplir el objetivo de monitorizar tanto los focos como las vías

de exposición, teniendo en cuenta la velocidad de transporte de cada vía y previendo una ubicación que permita la alerta temprana.

- *Programa analítico y niveles objetivo:* debe cumplir el objetivo de evaluar la evolución de los focos teniendo en cuenta las vías de transporte de cada contaminante, previendo la detección de compuestos esperables aunque anteriormente no se hayan detectado y sirviendo de alarma temprana de acuerdo a los niveles objetivo, los cuales pueden definirse en función de las necesidades, no sólo para el suelo objeto de estudio, sino también para el agua subterránea, e incluso para el medio gaseoso.
- *Periodicidad del muestreo:* se debe ajustar a los objetivos de alarma temprana, para lo cual se deben tener en cuenta tanto las velocidades de transporte de los contaminantes en las vías evaluadas como la variabilidad natural de las variables que condicionen las mismas (periodos de estiaje o de alta infiltración, modificaciones temporales de la dirección de flujo del agua subterránea, etc.).

Para una descripción detallada del diseño e implementación de Planes de Control y Seguimiento de la contaminación del suelo, se consultará la “Guía de planes de control y seguimiento de actividades potencialmente contaminantes” 2008, publicada por la Comunidad de Madrid ([www.madrid.org](http://www.madrid.org)).



Ejemplos de piezómetros de control

**Figura 10.1 Piezómetros de control**

## 10.2 Sistemas de detección de fugas y alarmas

Además de los sistemas de detección de fugas asociados al diseño de las instalaciones y que quedan recogidos en epígrafe 9.1.5, existen medidas de detección de fugas y alarmas asociadas a protocolos de trabajo propios de cada instalación. Por ejemplo, como procedimiento de trabajo se puede establecer que el operario encargado de las operaciones de carga y descarga esté siempre presente en todo momento durante el proceso. De ese modo, en caso de fugas o sobrellenos, el operario podrá tomar medidas con carácter inmediato para evitar que el producto llegue al suelo y activar los correspondientes sistemas de seguridad.

La supervisión de procesos sensibles por parte del personal, combinados con medidas de diseño adecuadas, reduce considerablemente la probabilidad de liberación de contaminantes.

## 10.3 Inspección y mantenimiento de las instalaciones

El mantenimiento se define como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible.

La misión del mantenimiento es implementar y mejorar de forma continua la estrategia para asegurar el máximo beneficio mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras.

Adicionalmente, un buen mantenimiento de las instalaciones constituye una medida preventiva de la contaminación del suelo muy eficaz, garantizando el correcto funcionamiento de las instalaciones evitando las posibles causas de dicha contaminación, sobre todo en el caso del mantenimiento preventivo, considerado como el conjunto de actividades programadas de antemano encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos.

Un programa de mantenimiento deberá incluir los siguientes puntos:

- Equipos e instalaciones objeto de mantenimiento
- La frecuencia de mantenimiento, control e inspección de la instalación
- Las acciones de mantenimiento previstas
- Quién es el responsable de realizar cada tarea
- Qué recursos son necesarios para llevarlas a cabo
- Libros de Registros



## 10.4 Planes de emergencia

De acuerdo al artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, toda actividad debe contar con un Plan de emergencia que contendrá el análisis de las posibles situaciones de emergencia, las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación, estableciendo dichas medidas, designando al personal en cargo de ponerlas en marcha y comprobando periódicamente su correcto funcionamiento.

Por otra parte, de acuerdo con el Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y en función del umbral de sustancias peligrosas almacenadas, los establecimientos deberán cumplir una serie de requisitos:

- Notificación al órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique.
- Política de Prevención de Accidentes Graves (definida e implantada así como plasmada en un documento escrito).
- Plan de Emergencia Interior (PEI) o de Autoprotección y consulta a los trabajadores.
- Informe de Seguridad, que deberá contener la Política de Prevención de Accidentes Graves, el Sistema de Gestión de la seguridad para aplicar tal política y la información necesaria para la elaboración del Plan de Emergencia Exterior (PEE) y consulta a la población.

Los PEI deben contemplar como mínimo los puntos que se indican a continuación:

1. Identificación de los accidentes que justifiquen la activación del PEI, basadas en el Estudio de Seguridad (E.S.) y en su caso en el Análisis Cuantitativo de Riesgos. Se describirán los criterios para el inicio de la emergencia.
2. Procedimientos de actuación: Definen las normas generales que deberán emplearse en caso de emergencia. Deberán considerarse, como mínimo, los siguientes casos:
  - Incendio.
  - Explosión.
  - Fuga de gases tóxicos, irritantes o corrosivos.
  - Vertido incontrolado o derrames de productos peligrosos.
3. Dirección de la emergencia: Será obligatoria la presencia continua en la instalación, del Director de la Emergencia, o persona en quien delegue, quien deberá ser consultado en todas las situaciones que involucren aspectos de la seguridad de ésta. Asimismo, el

Director de la Emergencia será el interlocutor del Plan de Emergencia Interior con el Exterior. En el Plan de Emergencia Interior, se describirá la cadena de mando operativa durante emergencias. Se hará relación de los cargos de las personas responsables y de los nombres de éstas y se incluirán las formas de entrar en contacto con ellas.

4. Operatividad: Describe las acciones que debe realizar cada grupo de personas involucradas en la organización de emergencia, en función, en su caso, del tipo de emergencia. Se considerarán los siguientes grupos de personas:

- Dirección del Plan
- Servicios de prevención y extinción de incendios de la propia planta
- Servicio sanitario
- Departamento de administración, en su caso:
  - Personal en turno de trabajo en instalación afectada
  - Personal en turno de trabajo en instalación no afectada
  - Talleres
  - Almacenes
  - Portería y centralita
  - Personal ajeno al industrial (visitantes y personal contratado)

5. Interfase con el Plan de Emergencia Exterior: recoge todos los accidentes que requieran la ayuda de medios externos para combatirlos. Para cada uno de estos accidentes se incluiría, como mínimo, la siguiente información:

- Descripción del accidente o los accidentes, de acuerdo con los resultados del Estudio de Seguridad, o en su caso del Análisis Cuantitativo de Riesgo.
- Instante o situación, durante la evolución del accidente, y medidas adoptadas. Tipo de ayuda que debe solicitarse. En particular, inventario de medios del Plan de Emergencia Exterior que podrían ser necesarios. Se especificarán también en este capítulo los procedimientos y canales para la notificación. En particular, se definirá el contenido de la comunicación para cada accidente. En cuanto a canales, se definirá, como mínimo, un medio de comunicación primario para la notificación y uno redundante o secundario. En general, se recomiendan sistemas de comunicación directos (líneas telefónicas punto a punto) como medio primario y se reservarán otros medios (teléfono convencional, radio, etc.) como secundarios. El capítulo correspondiente a la interfase entre Planes de Emergencia para cada una de las instalaciones objeto de planificación se incorporará al Plan de Emergencia Exterior, de acuerdo con la Autoridad responsable de éste.



6. Fin de la emergencia: Especifica las condiciones bajo las que puede considerarse terminada la situación de emergencia.
7. Inventario de medios disponibles: Medios técnicos móviles y fijos, equipos de protección respiratoria y primeros auxilios, detectores, red de alarmas y finalmente, medios humanos.
8. Mantenimiento de la operatividad del Plan: Programa de conocimientos básicos del personal adscrito al Plan. Programa de adiestramiento del personal de prevención y extinción de incendios. Revisiones. Incorporación de nuevos riesgos e instalaciones. Definición y normalización de ejercicios y simulacros de actividad del PEI.

Es recomendable que cada almacenamiento o conjunto de instalaciones de almacenamiento dentro de una misma propiedad, cuente con su plan de emergencia específico. El plan considerará las emergencias que pueden producirse, la forma precisa de controlarlas por el personal del almacenamiento y la posible actuación de servicios externos.

Para establecimientos que estuvieran afectados por la legislación vigente en materia de accidentes graves, este plan de emergencia se ajustará a los requerimientos del Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Para el resto de almacenamientos, será de aplicación lo dispuesto en el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia, siempre que las cantidades almacenadas superen las mínimas señaladas en dicha Norma Básica. En cualquier caso, será de aplicación lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en relación con el establecimiento de medidas de emergencia y, en particular, lo dispuesto en su artículo 20.

#### **10.4.1 Plan de Emergencia Ambiental**

Adicionalmente algunas actividades que cuentan con sistemas de gestión ambiental, incluyen en sus procedimientos un Plan de Emergencia Ambiental, que puede ser diseñado e implementado en todas aquellas actividades que incluyan focos potenciales de contaminación del suelo.

Una vez que se han identificado los focos potenciales de contaminación e implementado las técnicas de diseño y operacionales correspondientes, se recomienda elaborar un informe que recogerá el plan de emergencias ambientales en el que integran todas las actuaciones definidas con anterioridad. El Plan de Emergencia Ambiental elaborado podría contener, entre otra, la siguiente información:

- Definiciones
- Descripción de la empresa
- Análisis de riesgos: identificación de accidentes potenciales y de aspectos ambientales asociados a éstos.
- Análisis de la capacidad de respuesta necesaria y definición de instrucciones de actuación en caso de accidente.
- Estructuración de los recursos humanos disponibles
- Ubicación y señalización adecuada de los medios de actuación
- Programa de mantenimiento de los medios de actuación y programa de formación para los equipos humanos.
- Documentación relacionada

Esta documentación incluirá anexos con la siguiente información:

- Teléfonos de emergencia
- Plano del emplazamiento y localización de la empresa
- Fichas de datos de seguridad (sustancias peligrosas implicadas en los riesgos)
- Plano de detección y extinción de incendios
- Plano de generación y almacenamiento de residuos
- Plano de almacén de sustancias peligrosas y residuos peligrosos
- Instrucciones de uso de equipo de emergencia
- Instrucciones de actuación frente a emergencias

Una vez definido el Plan, se deberá comunicar el mismo por parte de la empresa a los empleados para su conocimiento.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de las medidas de vigilancia y control mencionadas en este capítulo.

En el Anexo 5 se incluye un listado de las medidas preventivas aplicables a cada tipo de foco y que puede servir de orientación para la selección de medidas en el diseño y operación de las instalaciones.



**Tabla 10.1: Técnicas Preventivas de Vigilancia y Control**

<b>TÉCNICAS PREVENTIVAS DE VIGILANCIA Y CONTROL</b>
<b>Programas de control y seguimiento</b>
<b>Sistemas de detección de fugas y alarmas</b>
<b>Inspección y Mantenimiento de las instalaciones</b>
<b>Planes de Emergencia</b>



## 11 TÉCNICAS OPERACIONALES Y ORGANIZATIVAS

Las técnicas preventivas operacionales y organizativas son, en su gran mayoría, medidas complementarias a las medidas preventivas de diseño y de control, que combinadas con ellas pueden reducir el riesgo de contaminación del suelo hasta niveles mínimos. Las combinaciones de medidas operacionales y de diseño son muy variadas, deben seleccionarse caso por caso y preferentemente en la fase de diseño de la instalación.

Existe una gran variedad de medidas operacionales y organizativas que pueden actuar como medidas preventivas de la contaminación del suelo, las cuales deberán diseñarse y adaptarse a cada instalación industrial. Se recogen las siguientes:

### 1. Minimización de procesos con sustancias peligrosas (potencialmente contaminantes del suelo y de las aguas subterráneas):

- Sustitución de productos químicos
- Minimización de almacenamientos intermedios (secundarios o dispersos en la instalación).
- Minimización de procesos con potencialidad de derrames o fugas
- Recirculación del agua de proceso
- Señalización

### 2. Gestión adecuada de sustancias y residuos peligrosos

- Almacenamiento y compatibilidad de sustancias y residuos
- Gestión de residuos

### 3. Formación del personal

### 4. Sistemas de Gestión Ambiental

Las medidas operacionales anteriores pueden estar orientadas a reducir la probabilidad de contaminación del suelo en los propios focos de contaminación o a reducir el efecto que se pueda producir en caso de fuga o derrame.

Aquellas medidas operacionales que están directamente relacionadas con los potenciales focos de contaminación suelen ser la sustitución de sustancias peligrosas por otras que no lo son, la minimización de productos almacenados o la utilización de sustancias de menor movilidad, entre otras.



Las medidas operacionales orientadas a reducir el efecto de la contaminación del suelo y/o de aguas subterráneas que se pueda producir en caso de fuga o derrame, son aquellas enfocadas a la adaptación de procedimientos de trabajo, al mantenimiento correcto de las medidas implantadas o a la formación del personal.

### 11.1 Minimización de procesos con sustancias peligrosas

La principal medida preventiva de carácter operacional es la minimización y, en la medida de lo posible, eliminación de productos químicos peligrosos y que potencialmente pueden contaminar el subsuelo. Se puede llevar a cabo de diferentes maneras, algunas de las cuales se recogen a continuación.

**Tabla 11.1: Medidas preventivas relativas a la minimización de sustancias y procesos contaminantes**

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA MINIMIZACIÓN DE SUSTANCIAS Y PROCESOS CONTAMINANTES
Sustitución de productos químicos peligrosos
Minimización de almacenamientos intermedios
Minimización de procesos que originen vertidos o fugas
Recirculación de aguas de proceso
Señalización

#### 11.1.1 Sustitución de productos químicos peligrosos

La sustitución de los productos químicos peligrosos (materias primas, combustibles, disolventes, etc.) por otros no peligrosos es la medida preventiva prioritaria frente a los riesgos derivados de la presencia de sustancias peligrosas contaminantes debido a que se eliminan los focos potenciales de contaminación del suelo. La sustitución de un producto químico implica resolver secuencialmente las siguientes cuestiones:

- a) la búsqueda de un sustituto técnicamente viable,
- b) la valoración de los riesgos de este sustituto y su comparación con los de la sustancia a sustituir, y
- c) la gestión de los cambios organizativos y técnicos de dicha sustitución.

Para poder prevenir los riesgos de contaminación del suelo asociados a sustancias peligrosas es necesario disponer de información sobre las sustancias implicadas, sus características y sus usos, a través de las etiquetas de los envases de los productos químicos que se utilizan y de



las fichas de datos de seguridad (FDS). Como consecuencia de la aplicación del Reglamento REACH (Reglamento (CE) 1907/2006, del Parlamento Europeo y del Consejo), relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos, la información de las FDS sobre las medidas preventivas necesarias para el uso seguro de sustancias y productos químicos será más completa y contendrá información adicional sobre los escenarios de exposición, lo que ayudará a mejorar la prevención en las empresas.

La normativa europea CLP (*Classification, Labelling and Packaging*), en vigor desde el 1 de diciembre de 2010 que se basa en el Sistema Global Armonizado (SGH) de las Naciones Unidas, unifica el sistema de clasificación y etiquetado a nivel mundial. El nuevo reglamento de clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas químicas peligrosas, introduce cambios en la información proporcionada en las fichas de seguridad química y en las etiquetas, como nuevos pictogramas para indicar el peligro y variaciones en las frases que describen, en mayor detalle, el tipo de peligro y los consejos de precaución.

Los productos etiquetados con estos códigos deben cumplir de igual forma con la legislación vigente en materia de clasificación y etiquetado de sustancias y preparados, armonizada a nivel europeo, y que en el estado español se rige por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, Real Decreto 1802/2008 de 3 de noviembre que modifica el Real Decreto 363/1995 para adaptarlo al Reglamento 1907/2006 (Reglamento REACH), Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos y sus sucesivas modificaciones y adaptaciones al progreso técnico.

En los Anexos V y VI del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero se incluyen los listados de contaminantes para la protección de la salud humana y de los ecosistemas, respectivamente. También en el Anexo 1 de las Instrucciones relativas a la solicitud y concesión de la AAI de la Comunidad de Madrid ([www.madrid.org](http://www.madrid.org)), se recoge un listado de sustancias peligrosas relevantes, teniendo en cuenta la posibilidad de contaminación del suelo y la contaminación de las aguas subterráneas en el emplazamiento.

### 11.1.2 Minimización del número de almacenamientos intermedios

Un almacenamiento intermedio es aquél que se ubica entre el almacén principal o de stock de la actividad y el lugar de consumo.

Mediante la minimización de los almacenamientos intermedios de sustancias peligrosas en una instalación se pretende reducir el almacenamiento, manejo y transporte interno de sustancias



potencialmente peligrosas, ya que estas operaciones aumentan el riesgo de fuga o derrame. Para ello, se recomienda tener en cuenta de forma orientativa, las siguientes pautas:

- Planificación del uso y manejo de las sustancias de forma coordinada con la ejecución de las actividades principales que se lleven a cabo en la instalación. La planificación del almacenamiento debe hacerse durante la fase de diseño de las instalaciones, de forma que se reduzcan los puntos dedicados a almacenar sustancias peligrosas.
- Reducción de los tiempos de producción ya que las zonas de procesos constituyen igualmente zonas de almacenamiento de productos, por lo que su reducción limita el tiempo de permanencia de los productos en tuberías, tanques, cubas, etc.
- Optimización general de procesos para reducir las posibilidades de que se produzcan fallos.

### 11.1.3 Minimización de procesos con potencial de derrames y/o fugas

La minimización de este tipo de procesos pretende optimizar el uso de sustancias peligrosas, reduciendo así el riesgo de fuga o derrame al suelo. Como posibles formas de minimización de estos procesos, se sugieren las siguientes medidas:

#### 1. *Sustitución de procesos abiertos por procesos cerrados o semi-cerrados.*

Aquellos procesos que sean cerrados o parcialmente cerrados (por ejemplo, utilización de cabinas de pintura cerradas o utilización de baños de tratamiento de superficies en equipos cerrados) en principio pueden requerir menos medidas preventivas ya que el riesgo de derrame o fuga es menor. Los procesos abiertos (por ejemplo, procesos de lavado directamente sobre el pavimento de la planta o prensas hidráulicas abiertas) suelen requerir por ejemplo cubetos de contención o impermeabilización completa del suelo para las sustancias utilizadas.

#### 2. *Externalizar procesos potencialmente contaminantes a empresas especializadas*

La externalización de un proceso y su viabilidad depende de las características de la empresa y de la relevancia que tengan los procesos potencialmente contaminantes en su actividad. Si no forman parte de su actividad principal puede ser recomendable externalizarlos.

#### 3. *Sustitución de procesos que utilicen productos líquidos, por procesos que utilicen productos sólidos o viscosos.*

Mediante la sustitución de productos líquidos por otros de mayor viscosidad se consigue reducir el riesgo de contaminación del suelo ya que se reduce la movilidad de la sustancia utilizada y por tanto la capacidad de llegar al suelo tras un derrame o fuga. Por ejemplo, se

puede dejar de almacenar y manejar productos disueltos y añadir la sustancia sólida y el agua necesaria para su disolución directamente en el proceso productivo, si la configuración del mismo lo permite.

#### 4. Automatización de procesos

La automatización de procesos pretende optimizar las condiciones en las que se realizan los mismos de forma que se reduzcan las posibilidades de errores humanos y se controlen de forma permanente y centralizada los posibles puntos de fugas que puedan tener lugar en el mismo.

Los procesos discontinuos ofrecen un mayor riesgo que los procesos continuos debido a la mayor incidencia del error humano. Por su parte los procesos continuos, con la ayuda de sistemas centralizados de control, permiten una mayor automatización y seguimiento de sus variables, llegando a conseguirse el autocontrol, de tal forma que al producirse ciertas alteraciones, el sistema además de informarnos, conduce el proceso a condición segura.

#### 11.1.4 Recirculación de aguas de proceso

La recirculación del agua de proceso reduce la cantidad de agua utilizada y de los productos peligrosos relacionados con la misma, de forma que se minimiza el riesgo de derrame. Puede realizarse de varias formas que deben adaptarse a las necesidades de cada proceso:

1. Recirculación directa, desde el final del proceso al principio del mismo, a través de circuitos cerrados de agua.
2. Recirculación o reutilización en cascada, de forma que se recircule el agua independientemente en las diferentes fases del proceso o allí donde sea posible, sin recircularla durante el proceso completo.
3. Reutilización tras un proceso de depuración: con la depuración del agua de proceso y su recirculación posterior, se permite la reducción del consumo del agua, aunque debe tenerse en cuenta que las propias instalaciones de tratamiento de aguas residuales son en sí, fuentes potenciales de contaminantes del suelo, debido a su capacidad de concentración de sustancias peligrosas extraídas del agua que depuran. Este tipo de procesos de recirculación deben valorarse de forma integral, valorando pros y contras respecto al potencial de contaminación.

#### 11.1.5 Señalización

Como apoyo fundamental a cualquier medida operacional o relacionada con protocolos de trabajo, una correcta señalización de las zonas de riesgo de contaminación y paneles



informativos sobre el uso y mantenimiento de las técnicas preventivas, permiten mantener y ejecutar correctamente las mismas, de forma que se garantice su eficacia. El personal de las instalaciones, tanto interno como externo, dispondrá de la señalización como indicador o recordatorio de las técnicas de prevención.

## **11.2 Gestión adecuada de productos y residuos peligrosos**

El correcto almacenamiento de los productos y residuos peligrosos, así como la posterior gestión de los residuos generados constituye una medida fundamental en las actividades industriales para la prevención de contaminación del suelo. Los principales aspectos de la gestión adecuada de sustancias y residuos son los siguientes:

- Compatibilidad de sustancias y residuos
- Gestión adecuada de residuos

### **11.2.1 Compatibilidad y almacenamiento de sustancias y residuos**

El almacenamiento y la compatibilidad de las sustancias y residuos se harán de manera segura, evitando derrames y cumpliendo la normativa en vigor. La segregación de las sustancias y residuos peligrosos se debe realizar atendiendo a los siguientes criterios:

- No se deben mezclar entre sí, sustancias y residuos (peligrosos y no peligrosos).
- Cada tipo de sustancia y de residuos se debe segregar y almacenar, evitando la mezcla entre ellos y teniendo en cuenta sus incompatibilidades. En el cuadro adjunto se indica de forma resumida las incompatibilidades de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos.



					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	○
	+	-	+	○	+
+ Se pueden almacenar conjuntamente. ○ Solamente podrán almacenarse juntos, si se adoptan ciertas medidas preventivas. - No deben de almacenarse juntos.					

Compatibilidad y almacenamiento de sustancias y residuos (Fuente: Universidad de Alicante)

**Figura 11.1 Compatibilidad y almacenamiento de sustancias y residuos**

Como regla general y principal, el envase de las sustancias y residuos peligrosos deberá estar homologado (marcado CE) y estar debidamente etiquetado. Sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evite cualquier pérdida y contruidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido, ni de formar con éste combinaciones peligrosas. Sus cierres deben ser resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias y mantenerse en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes.

### 11.2.2 Gestión adecuada de residuos

La gestión de los residuos peligrosos viene definida en su legislación sectorial específica, fundamentalmente en la Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos, el Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de residuos, y el Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.



### 11.3 Formación del personal

La formación y la sensibilización ambiental del personal, tanto interno como subcontratado, constituye uno de los principios básicos para una gestión ambiental adecuada y eficaz. Todos los individuos que realicen operaciones que puedan repercutir o generar algún efecto significativo sobre el suelo, deben recibir la formación para aplicar buenas prácticas en su trabajo y para adoptar las medidas de actuación en caso de posibles fallos humanos y accidentes.

Se deben planificar acciones de sensibilización para el cumplimiento de la política de la empresa, las cuales deben incluir procedimientos de actuación en caso de fugas o derrames y procedimientos de inspección y limpieza de instalaciones, entre otros.

### 11.4 Sistemas de Gestión Ambiental

Al objeto de mejorar el comportamiento ambiental global de las instalaciones, se considera como una medida relevante, la implantación de un sistema de gestión ambiental (SGA) con las siguientes características:

- a) compromiso de la Dirección, incluida la dirección ejecutiva
- b) definición de una política ambiental que promueva la mejora continua de las instalaciones por parte de la Dirección.
- c) planificación y establecimiento de los procedimientos y objetivos necesarios, junto con la planificación financiera y las inversiones.
- d) aplicación de los procedimientos, prestando atención especialmente a:
  - i) la organización y la asignación de responsabilidades
  - ii) la formación, la concienciación y las competencias profesionales
  - iii) la comunicación
  - iv) la participación de los empleados
  - v) la documentación
  - vi) el control eficaz de los procesos
  - vii) los programas de mantenimiento
  - viii) la preparación para las emergencias y la capacidad de reacción
  - ix) la garantía del cumplimiento de la legislación ambiental

e) comprobación del comportamiento y adopción de medidas correctoras, haciendo especial hincapié en lo siguiente:

- i) la monitorización y la medición
- ti) las medidas correctivas y preventivas
- ili) el mantenimiento de registros
- iv) la auditoría independiente, tanto interna como externa, dirigida a determinar si el SGA se ajusta o no a las disposiciones previstas, y si se ha aplicado y mantenido de la manera correcta.

f) revisión del SGA por parte de la dirección ejecutiva para comprobar que siga siendo oportuno, adecuado y eficaz.

g) seguimiento del desarrollo de nuevas tecnologías más limpias.

h) análisis, tanto en la fase de diseño de una planta nueva como durante toda su vida útil, de las repercusiones medioambientales que podría acarrear el cierre de la instalación.

i) realización periódica de evaluaciones comparativas con el resto del sector.

El alcance (por ejemplo, el grado de detalle de la información manejada) y las características del SGA (por ejemplo, normalizado o no) dependerá, por regla general, de las características, dimensiones y nivel de complejidad de la instalación, y del rango de los impactos ambientales.

Actualmente coexisten dos sistemas para la implantación en una empresa de un sistema de gestión ambiental (SGA):

- UNE-EN ISO 14001:2015. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso, se habla en este caso de certificación.
- Reglamento (CE) nº 1221/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS: Eco-Management and Audit Scheme), se habla en este caso de verificación.

La implantación de un Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 14001, ofrece la posibilidad de sistematizar, de manera sencilla, los aspectos ambientales que se generan en cada una de las actividades que se desarrollan en la organización, además de promover la protección ambiental y la prevención de la contaminación desde un punto de vista de equilibrio con los aspectos socioeconómicos.

Entre otras ventajas ambientales, optimizará la gestión de recursos y residuos, reducirá los impactos ambientales negativos derivados de su actividad y aquellos riesgos asociados a situaciones accidentales.

El EMAS, al igual que ISO 14001, propone una sistemática para ayudar a las organizaciones a gestionar y mejorar, de manera continua, su labor ambiental. Un factor fundamental que distingue a EMAS es el suministro periódico de información ambiental, a través de una Declaración Ambiental (documento público que debe incluir información fiable y contrastada sobre el comportamiento ambiental de la organización y el resultado de sus acciones, constituyendo un instrumento de comunicación y transmisión de información ambiental).

En la tabla siguiente se presenta un resumen de las técnicas operacionales y organizativas mencionadas en este capítulo.

En el Anexo 5 se incluye un listado de las medidas preventivas aplicables a cada tipo de foco y que puede servir de orientación para la selección de medidas en el diseño y operación de las instalaciones.



**Tabla 11.2: Técnicas preventivas operacionales y organizativas**

TÉCNICAS OPERACIONALES Y ORGANIZATIVAS	
<b>Minimización de procesos con sustancias peligrosas</b>	Sustitución de productos químicos peligrosos
	Minimización del número de almacenamientos intermedios
	Sustitución de procesos abiertos por procesos cerrados o semi-cerrados
	Externalizar procesos potencialmente contaminantes a empresas especializadas
	Sustitución de procesos que utilicen productos líquidos, por procesos que utilicen productos sólidos o viscosos
	Automatización de procesos
	Recirculación de aguas de proceso
<b>Gestión adecuada de sustancias y residuos peligrosos</b>	Señalización
	Compatibilidad y almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos
	Gestión adecuada de residuos
<b>Formación del personal</b>	Formación continua y asignación de responsabilidades
<b>Sistemas de gestión ambiental</b>	EMAS e ISO 14001



## 12 BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Beth W. Palma and Chris Albers, Progress Fuels Corporation and Nick Mayfield and Doug Mitchell, , 2003	Low-Cost Spill Prevention Measures, Winchester Production Company
Comisión Europea, 2006	Estrategia temática para la contaminación del suelo
Comunidad de Madrid, 2007	Atlas de medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid
Comunidad de Madrid, 2001	Plan Regional de Actuaciones en Materia de Suelos Contaminados en la Comunidad de Madrid
Comunidad de Madrid, 2002	Determinación de niveles de fondo y niveles de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos de la Comunidad de Madrid
Comunidad de Madrid, 2004	Guía de Investigación de la Calidad del Suelo. Dirección General de Promoción y Disciplina Ambiental. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad Autónoma de Madrid (2001 – 2006)
Comunidad de Madrid, 2004	Guía de Análisis de Riesgos para la Salud Humana y los Ecosistemas. Dirección General de Promoción y Disciplina Ambiental. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad Autónoma de Madrid (2001 – 2006)
Comunidad de Madrid, 2004	Guía de Tecnologías de Recuperación de Suelos Contaminados. Dirección General de Promoción y Disciplina Ambiental. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad Autónoma de Madrid (2001 – 2006)
Comunidad de Madrid, 2006	Plan Regional de Suelos Contaminados de la Comunidad de Madrid (2006 – 2016)
Comunidad de Madrid, 2008	Guía de Planes de Control y Seguimiento del Suelo de Actividades Potencialmente Contaminantes  Dirección General de Medio Ambiente. Consejería de Medio Ambiente Vivienda y Ordenación del Territorio. Comunidad Autónoma de Madrid
Comunidad de Madrid, 2010	El Medio Ambiente en la Comunidad de Madrid. Contaminación de Suelos (Capítulo IV)
Consejo Europeo, 1972	Carta de los Suelos
Consejo Europeo, 2000	COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL CONSEJO Y AL PARLAMENTO EUROPEO  Sobre Políticas y medidas de la UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC)
Convención Marco Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 1997	Protocolo de Kioto
CUR 1996	CUR/PBV-Rapport <i>Handboek 'Ontwerp Bodembeschermende Voorzieningen'</i> , commissie D40 van het PBV, [ <i>Handbook 'Design of Soil Protection Facilities'</i> ]
CUR 1997	CUR/PBV -Aanbeveling. Milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen [Environmental design criteria for company sewers].
CUR 1998	CUR/PBV -Aanbeveling. Ontwerp en aanleg van bodembeschermende voorzieningen. Uitvoering door middel van een vloeistofdichte betonvoer of –verharding of het aan brengen van een beschermlaag op een draagvloer van



	beton.[Design and construction of soil protection facilities. Execution by means of an impermeable cement floor or pavement or protective layer on a cement load-bearing floor]
NRB	Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (2012) (Dutch Soil protection Guidelines)
BRL 1149	Verwerken van kunststoffolie (2002) (Handling impermeable foils)
BRL K908	Beoordelingsrichtlijn voor aanleg van kunststof geomembraanbaksystemen (2004) (Assessment guidelines for the application of geomembranes for soil protection)
BRL K905	Beoordelingsrichtlijn voor tankreiniging Kiwa N.V. Certificatie en Keuringen (Guidelines for qualifying tank clean up)
BRL K903	Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa procescertificaat voor de regeling Erkenning Installateurs Tankinstallaties; (guidelines for qualifying tank installers)
BRL K902	Beoordelingsrichtlijn voor tanksanering HBO/diesel Kiwa N.V. Certificatie en Keuringen (Assessment guideline for putting storage tanks for diesel oil and fuel oil out of order)
BRL 7700	Aanleg of herstel van een vloeistofdichte voorziening (2012) (Design and repair of impermeable facilities)
BRL 2825	Voegvullingsmassa voor vloeistofdichte constructies in bodembeschermende voorzieningen (2011) (Applying materials for the filling of joints in impermeable facilities)
BRL K904	Beoordelingsrichtlijn voor tanksaneringen Kiwa N.V. Certificatie en Keuringen (Assessment guidelines for putting storage tanks for other fuel out of order)
BRL 2373	Het ontwerpen van vloeistofdichte voorzieningen (2006) (Design of impermeable facilities)
BRL SIKB 2000	Beoordelingsrichtlijn voor het SIKB procescertificaat voor veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek; (Assessment criteria for the sampling of soil for environmental soil investigation)
Generalitat de Catalunya, 2008	Guía de Prevención de la contaminación del suelo para las actividades potencialmente contaminantes situadas en el puerto de Barcelona. Agencia de Residuos de Cataluña. Departamento de medio Ambiente. Generalitat de Catalunya.
Generalitat de Catalunya, 2009	Guía de Prevención de la Contaminación del Suelo para las Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo bajo el epígrafe CCAE 50500: venta al detalle de carburantes para la automoción. Agencia de Residuos de Cataluña
INSHT, 1994	NTP 362 Fugas en recipientes y conducciones: emisión en fase líquida
INSHT, 1995	NTP 381 Envases Plásticos: condiciones generales de seguridad (I)
INSHT, 1995	NTP 382 Envases Plásticos: condiciones generales de seguridad (II)
INSHT, 1995	NTP 378: Recipientes metálicos para líquidos inflamables
IHOBE, 2008	Guía Técnica de Identificación de Medidas Preventivas contra la Contaminación del Suelo. Departamento de Ordenación del territorio y Medio Ambiente. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Gobierno Vasco
Ministerio de Medio Ambiente (2006)	II Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados (2007 – 2015)



Rioned, 1992	Leidraad Riolerig [Sewer Guide].Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment
U.S. Environmental Protection Agency, 1995	Pollution Prevention Concepts and Principles. National Pollution Prevention Center for Higher Education (University of Michigan)
U.S. Environmental Protection Agency, 2001	Organizational Guide to Pollution Prevention Office of Research and Development. National Risk Management Research Laboratory Center for Environmental Research Information
<a href="http://www.eea.europa.eu/">www.eea.europa.eu/</a>	Web oficial European Environmental Agency
<a href="http://www.igme.es">www.igme.es</a>	Web oficial de Instituto geológico y Minero de España
<a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a>	Web oficial Instituto geográfico nacional
<a href="http://www.madrid.org">www.madrid.org</a>	Web oficial de la Comunidad de Madrid
<a href="http://www.magrama.gob.es">www.magrama.gob.es</a>	Web oficial de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
<a href="http://www.rivm.nl">www.rivm.nl</a>	Web oficial National Institute for Public Health and the Environmental



***ANEXO 1: Listados de actividades potencialmente contaminantes del suelo (APCS) y de actividades afectadas por la normativa IPPC***

---



**ANEXO 1: LISTADO DE ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES DEL SUELO (APS) Y DE ACTIVIDADES AFECTADAS POR LA NORMATIVA IPPC**

<b>ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES SEGÚN Real Decreto 9/2005</b>	
<b>CNAE 93-Rev 1 (*)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1110	Extracción de crudos de petróleo y gas natural.
1120	Actividades de los servicios relacionados con las explotaciones petrolíferas y de gas, excepto actividades de prospección.
1320	Extracción de minerales metálicos no férricos, excepto minerales de uranio y torio.
1540	Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales).
1730	Acabado de textiles.
17542	Fabricación de tejidos impregnados, endurecidos o recubiertos en materias plásticas.
18301	Preparación, curtido y teñido de pieles de peletería.
1910	Preparación, curtido y acabado del cuero.
2010	Aserrado y cepillado de la madera, preparación industrial de la madera.
2020	Fabricación de chapas, tableros, contrachapados, alistonados, de partículas aglomeradas, de fibras y otros tableros de paneles.
211	Fabricación de pasta papelera, papel y cartón.
2124	Fabricación de papeles pintados.
222	Artes gráficas y actividades de los servicios relacionados con las mismas (1).
2310	Coquerías.
2320	Refino de petróleo.
241	Fabricación de productos químicos básicos.
2420	Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos.
2430	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares; tinta de imprenta y masillas.
244	Fabricación de productos farmacéuticos.
245	Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza y abrillantamiento. Fabricación de perfumes y productos de belleza e higiene.
246	Fabricación de otros productos químicos.
2470	Fabricación de fibras artificiales y sintéticas.
251	Fabricación de productos de caucho.
261	Fabricación de vidrio y productos de vidrio.
2621	Fabricación de artículos cerámicos de uso doméstico y ornamental.
263	Fabricación de azulejos y baldosas de cerámica.
2665	Fabricación de fibrocemento.
268	Fabricación de productos minerales no metálicos diversos.



<b>ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES SEGÚN Real Decreto 9/2005</b>	
<b>CNAE 93-Rev 1 (*)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
2710	Fabricación de productos básicos de hierro, acero y ferroaleaciones.
2721	Fabricación de tubos de hierro.
2722	Fabricación de tubos de acero.
273	Otros procesos de primera transformación del hierro y del acero.
2741	Producción y primera transformación de metales preciosos.
2742	Producción y primera transformación de aluminio.
2743	Producción y primera transformación de plomo, cinc y estaño.
2744	Producción y primera transformación de cobre.
2745	Producción y primera transformación de otros metales no féreos.
275	Fundición de metales.
281	Fabricación de elementos metálicos para la construcción.
282	Fabricación de cisternas, grandes depósitos y contenedores de metal. Fabricación de radiadores y calderas para calefacción central.
283	Fabricación de generadores de vapor.
2840	Forja, estampación y embutición de metales; metalurgia de polvos.
285	Tratamiento y revestimiento de metales. Ingeniería mecánica general por cuenta de terceros
286	Fabricación de artículos de cuchillería y cubertería, herramientas y ferretería.
2863	Fabricación de cerraduras y herrajes.
287	Fabricación de productos metálicos diversos, excepto muebles.
291	Fabricación de máquinas, equipos y material mecánico.
292	Fabricación de máquinas, equipo y material mecánico de uso general.
293	Fabricación de maquinaria agraria.
294	Fabricación de máquinas-herramienta.
295	Fabricación de maquinaria diversa para usos específicos.
296	Fabricación de armas y municiones.
2971	Fabricación aparatos electrodomésticos.
300	Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos.
311	Fabricación de motores eléctricos, transformadores y generadores.
312	Fabricación de aparatos de distribución y control eléctricos.
313	Fabricación de hilos y cables eléctricos aislados.
314	Fabricación de acumuladores y pilas eléctricas.
315	Fabricación de lámparas eléctricas y aparatos de iluminación.
316	Fabricación de otro equipo eléctrico.



<b>ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES SEGÚN Real Decreto 9/2005</b>	
<b>CNAE 93-Rev 1 (*)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
321	Fabricación de válvulas, tubos y otros componentes electrónicos.
322	Fabricación de transistores de radiodifusión y televisión y de aparatos para la radiotelefonía y radiotelegrafía con hilos.
323	Fabricación de aparatos de recepción, grabación y reproducción de sonido e imagen.
331	Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos y de aparatos ortopédicos.
332	Fabricación de instrumentos y aparatos de medida, verificación, control, navegación y otros fines, excepto equipos de control para procesos industriales.
333	Fabricación de equipos de control de procesos industriales.
3410	Fabricación de vehículos de motor.
3420	Fabricación de carrocerías para vehículos de motor, de remolques y semirremolques.
3430	Fabricación de partes, piezas y accesorios no eléctricos para vehículos de motor y sus motores.
351	Construcción y reparación naval.
3520	Fabricación de material ferroviario.
3530	Construcción aeronáutica y espacial.
354	Fabricación de motocicletas y bicicletas.
361	Fabricación de muebles.
3663	Fabricación de otros artículos que utilicen sustancias peligrosas.
3710	Reciclaje de chatarra y desechos de metal.
3720	Reciclaje de desechos no metálicos.
401	Producción y distribución de energía eléctrica.
402	Producción de gas, distribución de combustibles gaseosos por conductos urbanos, excepto gasoductos.
5020	Mantenimiento y reparación de vehículos de motor.
5040	Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y ciclomotores y de sus repuestos y accesorios (2).
5050	Venta al por menor de carburantes para la automoción, cuando posean instalaciones de almacenamiento.
5112	Intermediarios del comercio de combustibles, minerales, metales y productos químicos industriales.
5151	Comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y productos similares.
5152	Comercio al por mayor de metales y minerales metálicos.
51532	Comercio al por mayor de pinturas y barnices.
51551	Comercio al por mayor de fertilizantes y productos químicos para la agricultura.



<b>ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES SEGÚN Real Decreto 9/2005</b>	
<b>CNAE 93-Rev 1 (*)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
51553	Comercio al por mayor de productos químicos industriales.
5157	Comercio al por mayor de chatarra y productos de desecho.
52486	Comercio al por menor de combustibles.
6010	Transporte por ferrocarril.
602	Otros tipos de transporte terrestre.
603	Transporte por tubería.
63122	Depósito y almacenamiento de mercancías peligrosas.
6322	Otras actividades anexas de transporte marítimo.
6323	Otras actividades anexas de transporte aéreo.
74811	Laboratorios de revelado, impresión y ampliación fotográfica (1).
9001	Recogida y tratamiento de aguas residuales.
9002	Recogida y tratamiento de otros residuos.
9003	Actividades de saneamiento, descontaminación y similares (3).
9301	Lavado, limpieza y teñido de prendas textiles y de piel (1).

(\*) De conformidad con el Real Decreto 475/2007, de 13 de abril, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNA-2009), el instituto de Estadística, en función de las competencias que dicha norma le atribuye de garantizar el mantenimiento de la CNAE-2009, publica en su página web cuadros de equivalencia entre la CNAE-93 Rev.1 y la CNAE-2009.

(4) Excepto comercio al por menor

(5) Excepto venta

(6) Excepto los terrenos en los que se realicen labores de descontaminación a terceros



**ACTIVIDADES INCLUIDAS EN LA NORMATIVA IPPC**  
(Ley 16/2002 de 1 de julio modificado por Ley 5/2013 de 11 de junio)

**1.-INSTALACIONES DE COMBUSTIÓN**

<b>Categoría IPPC</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES</b>
1.1	Instalaciones de combustión > 50 MW.
1.2	Refinerías de petróleo y gas.
1.3	Coquerías.
1.4	Instalaciones de gasificación y licuefacción de carbón.

**2.- PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE METALES**

<b>Categoría IPPC</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES</b>
2.1	Instalaciones de calcinación o sinterización de minerales metálicos incluido el mineral sulfurado.
2.2	Producción de fundición o aceros brutos (fusión primaria o secundaria), incluidas las correspondientes instalaciones de fundición continua (capacidad > 2,5 t/h).
2.3	Instalaciones para la transformación de metales ferrosos siguiendo algunos de los procesos siguientes:
a)	Laminado en caliente (capacidad > 20 t acero bruto/h).
b)	Forjado con martillos (energía de impacto > 50 kJ por martillo y potencia térmica > 20 MW).
c)	Galvanización (capacidad > 2 t acero bruto/h).
2.4	Fundiciones de metales ferrosos (capacidad producción > 20 t/día).
2.5	Instalaciones:
a)	Producción de metales en bruto no ferrosos.
b)	Fusión de metales no ferrosos (> 4 t/día plomo y cadmio ó > 20 t/día resto de metales).
2.6	Tratamiento de superficie por procedimiento electrolítico o químico (vol. de cubetas o líneas completas > 30 m3).

**3.- INDUSTRIAS MINERALES**

<b>Categoría IPPC</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES</b>
3.1	Instalaciones:
a)	Fabricación de cemento o clinker en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 500 t/día o en hornos de otro tipo con una capacidad de producción superior a 50 t/día
b)	Fabricación de cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 t/día.
c)	Fabricación de cemento, clinker o cal en hornos de otro tipo con una capacidad de producción superior a 50 t/día.
3.2	Instalaciones para la obtención de amianto y productos a base de amianto.
3.3	Instalaciones para la fabricación de vidrio incluida la fibra de vidrio (capacidad de fusión > 20 t/día)
3.4	Instalaciones para la fundición de materiales minerales, incluida la fabricación de fibras



**ACTIVIDADES INCLUIDAS EN LA NORMATIVA IPPC  
(Ley 16/2002 de 1 de julio modificado por Ley 5/2013 de 11 de junio)**

minerales (capacidad de fundición > a 20 t/día).

3.5

Instalaciones para la fabricación de productos cerámicos mediante horneado (capacidad de producción >75 t/día y/o capacidad de horneado >4m<sup>3</sup> y >300 kg/m<sup>3</sup> densidad carga por horno).

**4.-INDUSTRIA QUÍMICA**

**Categoría IPPC DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES**

4.1 Instalaciones químicas para la fabricación a escala industrial mediante transformación química, de productos químicos orgánicos de base, en particular:

- a) Hidrocarburos simples.
- b) Hidrocarburos oxigenados.
- c) Hidrocarburos sulfurados.
- d) Hidrocarburos nitrogenados.
- e) Hidrocarburos fosforados.
- f) Hidrocarburos halogenados.
- g) Compuestos orgánicos metálicos.

h) Materias plásticas de base (polímeros, fibras sintéticas, fibras a base de celulosa).

i) Cauchos sintéticos.

j) Colorantes y pigmentos.

k) Tensioactivos y agentes de superficie.

4.2 Instalaciones químicas para la fabricación, a escala industrial mediante transformación química, de productos químicos inorgánicos de base como:

- a) Gases.
- b) Ácidos.
- c) Bases.
- d) Sales.
- e) No metales, óxidos metálicos u otros comp. Inorgánicos.

4.3 Fabricación de fertilizantes a base de fósforo, de nitrógeno o de potasio.

4.4 Fabricación de productos de base fitofarmacéuticos y biocidas.

4.5 Procedimiento químico o biológico para fabricación de medicamentos de base.

4.6 Fabricación de explosivos.

**5.-GESTIÓN DE RESIDUOS (Excluidas las actividades e instalaciones en las que, en su caso, resulte de aplicación lo establecido en el artículo 14 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos).**

**Categoría IPPC DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES**

5.1 Valorización o eliminación de residuos peligrosos (capacidad >10 t/día).

5.2 Incineración de residuos en plantas de incineración o coincineración (capacidad >3 t/h de residuos no peligrosos y > 10t/día para residuos peligrosos).



**ACTIVIDADES INCLUIDAS EN LA NORMATIVA IPPC  
(Ley 16/2002 de 1 de julio modificado por Ley 5/2013 de 11 de junio)**

5.3	Eliminación de residuos no peligrosos con capacidad > 50 t/día que incluyan: tratamiento biológico, tratamiento físico-químico, tratamiento previo a la incineración, de escorias y cenizas o en trituradoras de residuos metálicos)
5.4	Valorización de residuos no peligrosos con una capacidad >75 t/día que incluyan: tratamiento biológico, tratamiento previo a la incineración, de escorias y cenizas o en trituradoras de residuos metálicos)
5.5	Vertederos (recepción >10 t/día o capacidad total >25.000 t, excluidos residuos inertes).
5.6	Almacenamiento temporal de residuos peligrosos de más de 50 toneladas
5.7	Almacenamiento subterráneo de residuos peligrosos de más de 50 toneladas

**6.- INDUSTRIA DERIVADA DE LA MADERA**

<b>Categoría IPPC</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES</b>
6.1	Instalaciones industriales destinadas a la fabricación de:
a)	Pasta de papel
b)	Papel y cartón (capacidad >20 t/día).
6.2	Producción y tratamiento de celulosa (capacidad >20 t/día).
6.3	Instalaciones dedicadas a la fabricación de tableros de virutas de madera, tableros aglomerados o de cartón comprimido con una capacidad > 600m3/d

**7.- INDUSTRIA TEXTIL**

<b>Categoría IPPC</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES</b>
7.1	Instalaciones para el tratamiento previo o tinte de fibras o productos textiles (capacidad >10 t/día).

**8.- INDUSTRIA DEL CUERO**

<b>Categoría IPPC</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES</b>
8.1	Instalaciones para el curtido de cueros (capacidad >12 t producto acabado/día).

**9.- INDUSTRIA AGROALIMENTARIA Y GANADERA**

<b>Categoría IPPC</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES</b>
9.1	Instalaciones para:
a)	Mataderos (capacidad producción canales >50 t/día).
b)	Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de:
b.1)	Materia prima animal (que no sea la leche) (capacidad producción producto acabado >75 t/día).
b.2)	Materia prima vegetal (capacidad producción producto acabado >300 t/día o 600 t/día en caso de que la instalación funcione durante un periodo no superior a 90 días consecutivos).
b.3)	Materia prima animal y vegetal con una capacidad productiva de producto acabado > 75 si A



**ACTIVIDADES INCLUIDAS EN LA NORMATIVA IPPC  
(Ley 16/2002 de 1 de julio modificado por Ley 5/2013 de 11 de junio)**

es igual o superior a 10 o (300-(22,5xA)) en cualquier otro caso siendo A la porción de materia animal (en porcentaje del peso) de la capacidad de producción de productos acabados.

c) Tratamiento y transformación de leche (leche recibida >200 t/día).

9.2 Eliminación o aprovechamiento de canales o desechos animales (capacidad >10 t/día).

9.3 Instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos que dispongan de más de:

a) Cría intensiva de aves de corral (>40.000 emplazamientos).

b) Cría intensiva de cerdos (>2000 plazas para cerdos de más de 30 kg).

c) Cría intensiva de cerdas: 750 plazas para cerdas reproductoras.

**10.- CONSUMO DE DISOLVENTES ORGÁNICOS**

**Categoría Ley  
IPPC DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES**

10.1 Tratamiento de superficies de con disolventes orgánicos (capacidad de consumo de 150 kg de disolvente por hora o más de 200 t/año).

**11.- INDUSTRIA DEL CARBONO**

**Categoría Ley  
IPPC DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES**

11.1 Fabricación de carbono sinterizado o electrografito por combustión o grafitación.

**12.- INDUSTRIA DE CONSERVACIÓN DE LA MADERA**

**Categoría Ley  
IPPC DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES**

12.1 Conservación de la madera con una capacidad de producción superior a 75m3 diarios, excluyendo los tratamientos para combatir la albura exclusivamente

**13.- TRATAMIENTO DE AGUAS**

**Categoría Ley  
IPPC DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES**

13.1 Tratamiento independiente de aguas residuales, no contemplado en la legislación sobre aguas residuales urbanas, y vertidas por una instalación contemplada en el Anexo de esta ley.

**14.- CAPTURA DE CO<sub>2</sub>**

**Categoría Ley  
IPPC DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES**

14.1 Captura de flujos de CO<sub>2</sub> procedentes de instalaciones incluidas en el Anexo de esta ley con fines de almacenamiento geológico con arreglo a la Ley 40/2010, de 29 de diciembre, de almacenamiento geológico de dióxido de carbono.



## ***Anexo 2: Mejores Tecnologías Disponibles (MTD)***

---



## Anexo 2: Mejores Tecnologías Disponibles (MTD)

Se define como Mejores Técnicas Disponibles aquellas tecnologías utilizadas en una instalación junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada, y siempre que sean las más eficaces para alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto y que puedan ser aplicadas en condiciones económica y técnicamente viables.

Los documentos que recogen estas MTD en el ámbito europeo son los denominados documentos BREF. Actualmente hay 33 aprobados por la Comisión Europea, 14 de ellos se están actualizando en un proceso de revisión y 6 cuyas revisiones están planificadas para comenzar a partir de 2012.

El mecanismo para la definición de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) se realiza mediante un intercambio de información entre los distintos agentes (industria y administración), proceso que es impulsado desde la Comisión Europea.

La coordinación y redacción de estos trabajos, se realiza por el Buró Europeo de IPPC, organismo designado por la Comisión Europea, dentro del Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS) del Joint Research Center (JRC) cuya sede está en Sevilla. El denominado “proceso de Sevilla” da como resultado los llamados BREF (“BAT Reference Documents”) o Documentos de Referencia sobre las Mejores Técnicas Disponibles.

Al final de los trabajos técnicos, es propuesto un documento "BREF" europeo, cuyo capítulo 5 denominado “conclusiones de MTD” es recibido por el Foro al que se refiere el Artículo 13 de la Directiva 2010/75/UE, de 24 de noviembre, sobre emisiones industriales y posteriormente aprobado por el Comité citado en el art. 75 de la Directiva de emisiones industriales, donde se tiene en cuenta la opinión del Foro y finalmente es adoptado como Decisión por la Comisión Europea.

La Directiva de Emisiones Industriales establece que las conclusiones sobre las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) deben constituir la referencia para el establecimiento de las condiciones del permiso para la explotación de una instalación y pueden complementarse con otras fuentes. En todo caso la Comisión debe tratar de actualizar los documentos de referencia MTD a más tardar a los 8 años de la publicación de la versión anterior.

Actualmente el Buró Europeo IPPC se encuentra en proceso de revisión y actualización de muchos de los BREF ya elaborados para recoger las experiencias que se han ido

desarrollando en el ámbito europeo desde el comienzo de la aplicación de la Directiva IPPC y la nueva información disponible. El mayor reto es la definición de las “conclusiones sobre MTD” para todos los sectores. El calendario de revisiones y los trabajos ya desarrollados en este sentido se pueden consultar en EIPPCB (European IPPC Bureau).

A nivel nacional, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente tiene el compromiso y la obligación de facilitar la información disponible sobre MTD para la concesión de la AAI, tanto a las autoridades ambientales como a la industria, de acuerdo con lo establecido en la Ley 16/2002.

A continuación, se relacionan todos los documentos publicados:

#### **Documentos de conclusiones MTD (decisiones DEI)**

- D. 2014/738/UE Conclusiones MTD - Refino de petróleo y gas
  - D. 2014/738/UE BAT Conclusions - Refining of mineral oil and gas
  - D. 2014/687/UE Conclusiones MTD - Producción de pasta, papel y cartón
  - D. 2014/687/UE BAT Conclusions - Production of pulp, paper and board
  - D.2013/732/UE Conclusiones MTD – Producción de cloro-álcali
  - D.2013/732/UE BAT Conclusions – Production of chlor-alkali
  - D.2013/163 Conclusiones MTD - Fabricación de cemento, cal y óxido de magnesio
  - D.2013/163 BAT Conclusions - Production of cement, lime and magnesium oxide
  - D.2013/84 Conclusiones MTD - Curtido de cueros y pieles (ES)
  - D.2013/84 BAT Conclusions - Tanning of hides and skins
  - D.135/2012 Conclusiones MTD - Siderurgia (ES)
  - D.2013/135 BAT Conclusions - Iron and steel production
  - D.134/2012 Conclusiones MTD - Sector vidrio (ES)
  - D.2013/134 BAT Conclusions - Manufacture of glass
  - D.2012/119 Guía para la elaboración de BREF y MTD (ES)
  - D.2013/119 BAT implementing Decision
- 

#### **Documentos BREF (revisados según DEI)**

- BREF DEI Pulp, paper and board 2015
  - BREF DEI Vidrio 2013
  - BREF DEI Cloro-álcali 2014
  - BREF DEI Iron and steel production
  - BREF DEI Tanning of hides and skins
  - BREF DEI Production of cement, lime and magnesium oxide
-

### **Documentos BREF**

BREF Aguas y Gases residuales Ind. Química

BREF Aguas y Gases residuales Ind. Química (cast. NIPO 770-10-185-7)

BREF Cemento y Cal

BREF Cerámica

BREF Cerámicas (cast. NIPO 770-11-374-0)

BREF Cloro-sosa

BREF Cross-Media

BREF Curtidos

BREF Eficiencia energética

BREF Emisiones en Almacenamientos

BREF Emisiones en Almacenamientos (cast. NIPO 280-13-214-4)

BREF Especialidades Químicas Inorgánicas

BREF Especialidades Químicas Inorgánicas (cast. NIPO 280-12-126-4)

BREF Fabricación de Polímeros

BREF Fabricación de Polímeros (Ver. castellano NIPO: 770-09-359-X)

BREF Forja y Fundición

BREF Forja y fundición (Ver. castellano NIPO: 770-09-358-4)

BREF Grandes Instalaciones de Combustión

BREF Grandes Instalaciones de Combustión (cast. NIPO 280-13-215-5)

BREF Granjas

BREF Granjas (versión en castellano)

BREF Incineración de Residuos

BREF Incineración de Residuos (cast. NIPO 770-11-323-6)

BREF Industria Alimentaria

BREF Ind. Quím. Inorg. GVP (Amoniaco, ácidos y abonos)

BREF Ind. Quím. Inorg. GVP (Amon, ác, abonos)(cast, NIPO 770-09-314-5)

BREF Ind. Quím. Inorgánica GVP (Sólidos y otros)

BREF Industria Textil

BREF IPPC. Efectos econ. y cruzados

BREF IPPC. Efectos econ. y cruzados (Ver. castell., NIPO: 770-09-247-9)

BREF Mataderos

BREF Mataderos (versión en castellano en edición)

BREF Metalurgia Férrica

BREF Metalurgia Férrica (versión en castellano)

BREF Metalurgia no Férrica I

BREF Metalurgia no Férrica II

BREF Metalurgia no Férrica I (versión en castellano)

BREF Metalurgia no Férrica II (versión en castellano)

BREF Monitorización de Emisiones



### **Documentos BREF**

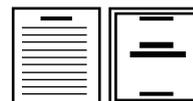
BREF Monitorización de Emisiones (versión en castellano)  
BREF Pasta y Papel  
BREF Pasta y Papel (versión en castellano)  
BREF Química Orgánica GVP  
BREF Química Orgánica GVP (versión en castellano en edición)  
BREF Química Orgánica Fina  
BREF Refinerías  
BREF Refrigeración y Vacío  
BREF Residuos de Minería  
BREF Siderurgia  
BREF Tratamiento de Residuos  
BREF Tratamiento de Residuos (versión en castellano)  
BREF Tratamientos Superficiales  
BREF Tratamiento de superficies con disolventes orgánicos  
BREF Tratamiento de superficies con disolventes orgánicos (cast. NIPO 280-13-203-7)  
BREF Vidrio  
BREF Vidrio (versión en castellano)

---

### **Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España, por sectores (MAGRAMA)**

Guía MTD Sector Avicultura de Carne  
Guía MTD Sector Avicultura de Puesta  
Guía MTD Sector Azucarero  
Guía MTD Sector Cárnico  
Guía MTD Sector Cemento  
Guía MTD Sector Cervecerero  
Guía MTD Sector Curtidos  
Guía MTD Sector DCE, CVM y PVC  
Guía MTD Sector Lácteo  
Guía MTD Sector elaboración Malta (NIPO: 770-09-190-1)  
Guía MTD Sector Mataderos y Transf. Pollo/Gallina  
Guía MTD Sector Platos Preparados Ultracongelados (NIPO: 770-09-085-9)  
Guía MTD Sector Porcino  
Guía MTD Sector Productos del Mar  
Guía MTD Sector Química Fina Orgánica (NIPO: 310-06-113-8)  
Guía MTD Sector Refino  
Guía MTD Sector Textil  
Guía MTD Sector Transformados Vegetales  
Guía MTD Sector Tratam superf metálicas/plásticas (NIPO: 770-09-346-1)  
Guía MTD Sector Vidrio (NIPO: 310-07-051-0)

---



### **Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España, por sectores (MAGRAMA)**

Guía MTD del Vino y el Cava (idioma Catalán)

---

### **Resúmenes Ejecutivos de los Documentos BREF, disponibles en español**

Resumen Ejecutivo BREF Aguas y Gases residuales en Ind. Química

Resumen Ejecutivo BREF Almacenamiento

Resumen Ejecutivo BREF Cemento y cal

Resumen Ejecutivo BREF Cerámica

Resumen Ejecutivo BREF Cloro-sosa

Resumen Ejecutivo BREF Cross-Media

Resumen Ejecutivo BREF Curtidos

Resumen Ejecutivo BREF Eficiencia energética

Resumen Ejecutivo BREF Especialidades Químicas Inorgánicas

Resumen Ejecutivo BREF Fabricación de Polímeros

Resumen Ejecutivo BREF Forja y Fundición

Resumen Ejecutivo BREF Grandes Instalaciones de Combustión

Resumen Ejecutivo BREF Granjas

Resumen Ejecutivo BREF Incineración de Residuos

Resumen Ejecutivo BREF Industria Textil

Resumen Ejecutivo BREF Industria Química Inorgánica de gran volumen de producción (Amoniaco, ácidos y abonos)

Resumen Ejecutivo BREF Industria Química Inorgánica de gran volumen de producción (Sólidos y otros)

Resumen Ejecutivo BREF Industrias Alimentarias

Resumen Ejecutivo BREF Mataderos

Resumen Ejecutivo BREF Metalurgia Férrica

Resumen Ejecutivo BREF Metalurgia no Férrica

Resumen Ejecutivo BREF Monitorización de Emisiones

Resumen Ejecutivo BREF Pasta y Papel

Resumen Ejecutivo BREF Química Orgánica Fina

Resumen Ejecutivo BREF Química Orgánica de gran volumen de producción

Resumen Ejecutivo BREF Refinarias

Resumen Ejecutivo BREF Refrigeración y Vacío

Resumen Ejecutivo BREF Tratamiento de Residuos Industriales

Resumen Ejecutivo BREF Tratamientos Superficiales

Resumen Ejecutivo BREF Tratam Superf con disolventes orgánicos

---



### Otros Documentos Técnicos

Guía Tecnológica Azulejos y Baldosas  
Guía Tecnológica Cerámica Sanitaria  
Guía Tecnológica Fabricación de Cal  
Guía Tecnológica Fabricación de Carbono  
Guía Tecnológica Fabricación de Vidrio  
Guía Tecnológica Ferroaleaciones  
Guía Tecnológica Fibras Minerales  
Guía Tecnológica Forjado con martillos  
Guía Tecnológica Galvanización  
Guía Tecnológica Laminado en caliente  
Guía Tecnológica Materiales Cerámicos de Construcción  
Guía Tecnológica Materiales Refractarios  
Guía Tecnológica Metalurgia del Aluminio  
Guía Tecnológica Metalurgia del Cobre  
Guía Tecnológica Metalurgia del Plomo  
Guía Tecnológica Metalurgia del Zinc  
Guía Tecnológica Tratamiento de Superficies con disolventes orgánicos en el sector automoción  
Guía Tecnológica Tratamiento Electrolítico o Químico de superficies (general)  
Guía Tecnológica Tratamiento Electrolítico o Químico de superficies (Sector automoción)  
La industria cárnica  
La industria cervecera  
La industria de elaborados vegetales  
La industria de subproductos de origen animal  
La industria láctea  
Tratamiento de superficies con disolventes orgánicos en el sector metalgráfico  
Tratamiento de Superficies con disolventes orgánicos. Fabricación de cintas adhesivas  
Tratamiento de superficies con disolventes orgánicos. Fabricación de espejos

---



### ***Anexo 3: Vulnerabilidad del entorno de la instalación***

---



## ANEXO 3: Vulnerabilidad del ENTORNO DE LA INSTALACIÓN

La contaminación de los suelos depende no sólo de las características de los procesos industriales y sus instalaciones, en resumen, de sus potenciales focos de contaminación, sino también de la vulnerabilidad del entorno en el que se sitúa la actividad y fundamentalmente de las características del subsuelo.

El conocimiento del medio físico en el que se ubica la instalación es importante para identificar los posibles mecanismos de movilización de los contaminantes desde los focos identificados, y por tanto las posibles vías de comunicación entre la fuente de contaminación y los potenciales receptores.

**El conocimiento de las características del medio físico del emplazamiento permite definir los siguientes aspectos:**

- los mecanismos de movilización de los potenciales contaminantes que se liberan
- el alcance potencial de la afección al suelo por la movilización de contaminantes
- el grado de vulnerabilidad del entorno

**Estos datos influyen en el diseño y la prioridad de implantación de las medidas preventivas a adoptar en cada uno de los focos identificados en cada instalación.**

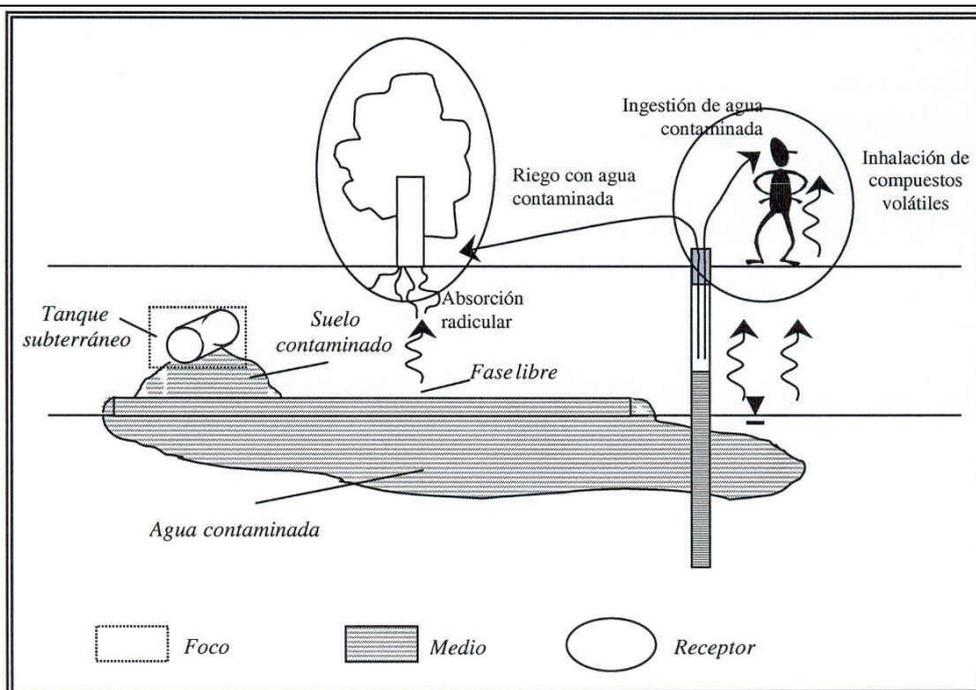
En este contexto, las características relevantes del medio físico son las relativas a las características del suelo y la configuración del agua subterránea. La migración de los contaminantes y las dimensiones de la zona afectada, dependen igualmente de otros parámetros tales como la climatología y la hidrología superficial. Por otra parte, las posibles afecciones al entorno dependen de variables territoriales relativas a los usos del suelo, la cercanía a núcleos sensibles, ecosistemas protegidos, etc.

### Principales características del medio físico

- Encuadre geológico e hidrogeológico del entorno en el que se sitúan las instalaciones, destacando:
  - Características litológicas del subsuelo
  - Hidrología e hidrogeología local, en los terrenos de la instalación y alrededores
  - Usos de las aguas subterráneas y los terrenos propios y alrededores
- Relación entre las aguas subterráneas y las aguas superficiales (masas o cursos de agua cercanos)
- Climatología local

El conjunto de características y parámetros antes mencionados definen la vulnerabilidad del entorno en las áreas de implantación de cada instalación. La vulnerabilidad representa el grado de sensibilidad (o debilidad) del entorno frente a la agresión de los agentes contaminantes.

Es recomendable tener conocimiento de la vulnerabilidad del entorno para poder identificar y priorizar las medidas preventivas a implantar. En la siguiente figura se recoge un ejemplo que muestra la migración de la contaminación, en concreto para un tanque enterrado de combustible que presenta fugas. El combustible fugado percola en el suelo, moviéndose en vertical hasta alcanzar el agua subterránea. En el agua subterránea se disuelve parcialmente o puede llegar a producir producto sobrenadante (fase libre) una vez alcanzada su solubilidad máxima. El agua subterránea moviliza los contaminantes pudiendo alcanzar receptores (usuarios de la zona, pozos de extracción de agua, ecosistemas, etc.) localizados fuera de los terrenos de las instalaciones industriales.



**Figura A3.1: Ejemplo de Modelo conceptual de movimiento de los contaminantes. Fuente: *Guía de Análisis de Riesgos para la salud humana y los ecosistemas, Comunidad de Madrid (2004)*.**

A continuación se incluye una breve descripción de las principales características del medio en relación a la contaminación del suelo, las cuales suponen las principales vías de movilización de los contaminantes así como los potenciales receptores. Dichas características son las siguientes:

- Climatología de la zona (temperatura, precipitación, evapotranspiración, régimen de vientos).
- Geología e hidrogeología regional y local: acuíferos de interés regional o local, niveles piezométricos, flujos subterráneos preferentes, parámetros hidráulicos (permeabilidad, gradiente hidráulico, etc.), porosidad, caracterización de la zona no saturada.
- Hidrología superficial: cauces receptores, caudales característicos, parámetros de calidad.
- Usos actuales y futuros del suelo en el emplazamiento y su entorno, incidiendo en la situación de los receptores potenciales más sensibles respecto a los focos.
- Relación potencial de los ecosistemas de la zona con otros sistemas naturales adyacentes.

Cabe destacar que independientemente de las características geológicas, hidrogeológicas e hídricas del propio medio físico que condicionan su vulnerabilidad intrínseca o natural, las propiedades fisicoquímicas de los contaminantes influyen en la migración de los mismos, así como en la capacidad de atenuación del suelo ante la carga contaminante, de manera que se puede hablar de una vulnerabilidad específica para cada tipo de contaminación. Entre las propiedades de los contaminantes a tener en cuenta en este sentido se encuentran la densidad, viscosidad, solubilidad, presión de vapor, difusión, vida media específica, etc.

## 1 Climatología

Los principales parámetros meteorológicos son: la temperatura, precipitación, evapotranspiración y régimen de vientos, aunque entre ellos, destaca la precipitación en cuanto a su relevancia por la capacidad del agua de lluvia de movilizar contaminantes al suelo y desde el suelo. El agua de lluvia puede arrastrar contaminantes de las instalaciones a zonas desprotegidas o fuera de la instalación. Igualmente puede infiltrarse en el terreno y actuar como vector de movilización de contaminantes ya presentes en el subsuelo, en profundidad hasta el agua subterránea.

## 2 Geología, Hidrología e Hidrogeología

Los aspectos geológicos, hidrogeológicos e hidrológicos del medio físico son los de mayor relevancia a la hora de valorar la vulnerabilidad del mismo respecto a posibles episodios de contaminación del suelo. Es por tanto fundamental caracterizar adecuadamente la geología, hidrogeología e hidrología superficial del área de interés, así como la relación e interacciones existentes entre estos elementos.

La estructura de los materiales geológicos que integran el subsuelo condicionará la migración de los contaminantes en el mismo. El perfil litológico del suelo presenta, de manera conceptual, la estructura del suelo bajo el área de interés. En este sentido aspectos relevantes de la estratigrafía del medio son la homogeneidad o heterogeneidad de los materiales, el esquema

de disposición de estos (capas, plegamientos, discontinuidades, fallas), secuencias verticales u horizontales de los materiales, presencia de un sustrato rocoso y profundidad del techo del mismo, etc.

## 2.1 Relieve, topografía y geomorfología

La estructura superficial del suelo, representada por el relieve o topografía de la zona y la geomorfología del terreno, constituye un factor de importancia en la evaluación de la vulnerabilidad del medio, condicionando el grado de movilización de contaminantes en superficie a través de la escorrentía o verticalmente a través de la infiltración al subsuelo. Pendientes del terreno bajas favorecerán la infiltración de contaminantes, mientras que pendientes más elevadas favorecerán la escorrentía en superficie.

Adicionalmente la topografía del terreno influye en el desarrollo edafológico de los suelos, y por tanto en la capacidad de atenuación de la contaminación de estos.

Entre las características a tener en cuenta en relación con la topografía del área de interés se encuentran las siguientes: elementos singulares del relieve o geomorfológicos (laderas, vaguadas, barrancos, etc.), así como el grado y dirección de las pendientes del terreno.

## 2.2 Características geológicas e hidrogeológicas

La caracterización del medio físico en el área de interés debe incluir información acerca de las propiedades geológicas como la litología del subsuelo, la composición mineralógica y geoquímica del suelo / roca y la textura de los mismos. Estas propiedades geológicas del suelo a su vez condicionan sus propiedades hidrogeológicas, que influyen en el movimiento de las aguas subterráneas, como son la densidad del suelo, porosidad, permeabilidad, humedad (contenido en agua), etc.

Por otro lado, la hidrogeología de la zona se refleja en las características del acuífero subyacente, entendiéndose por acuífero aquella formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua. Las características del acuífero consideradas más relevantes en relación a su vulnerabilidad son las siguientes:

- *Tipología del acuífero en función del régimen hidráulico del mismo:* En base al grado de confinamiento de las aguas contenidas en un acuífero se diferencian distintos tipos de acuífero: libres, confinados y semiconfinados.

En los acuíferos de tipo libre existe una superficie libre y real del agua contenida en la formación, la cual está en contacto con el aire y a presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se extiende la zona no saturada, en la cual los



poros o fisuras de los materiales del suelo no se encuentran totalmente saturados de agua. Por tanto en este caso el nivel freático define el límite de saturación del acuífero. La vulnerabilidad de los acuíferos libres vendrá por tanto condicionada en gran medida por el espesor de la zona no saturada, o, dicho de otra forma, la profundidad de las aguas subterráneas. A mayor espesor de la zona no saturada mayor será el tránsito de los contaminantes antes de alcanzar las aguas subterráneas, y por tanto existirán mayores posibilidades de que la carga contaminante se atenúe.

En los acuíferos confinados o cautivos, la formación acuífera presenta materiales impermeables por encima de su techo, por lo que el agua en la misma se encuentra en carga, sometida a una presión superior a la presión atmosférica. La vulnerabilidad de los acuíferos confinados es menor a la de los acuíferos de tipo libre, debido a la presencia de materiales de tipo impermeable sobre ellos, que actúan como barrera o “freno” ante el paso de sustancias contaminantes. A mayor espesor de los materiales impermeables que confinan un acuífero menor será la vulnerabilidad del mismo.

- *Estacionalidad del acuífero.* En relación con la profundidad de las aguas subterráneas, cabe destacar que, especialmente para el caso de los acuíferos libres, la superficie freática presenta oscilaciones temporales en función de la recarga del acuífero a través de las precipitaciones. Esta variación de la profundidad de las aguas subterráneas debe ser tenida en cuenta para la evaluación de la vulnerabilidad de un acuífero, especialmente en regiones climáticas donde exista un marcado contraste entre las épocas secas y lluviosas.
- *Recarga y descarga del acuífero:* La entrada de agua en un acuífero (recarga) principalmente se produce a partir de la infiltración de la precipitación a través del suelo o desde aguas superficiales (ríos, lagos, etc.) conectadas al acuífero. La descarga principal suele llevarse a cabo hacia cursos fluviales conectados con la formación. Adicionalmente, los acuíferos pueden a su vez ser recargados o descargar en otras formaciones acuíferas con las que exista conexión hidráulica.

La vulnerabilidad de un acuífero, y de los medios asociados al mismo como por ejemplo cauces fluviales, estará condicionada con estas relaciones de conectividad hidráulica, debiendo tenerse en consideración para su evaluación la localización de las áreas de recarga y descarga y los volúmenes de agua de entrada (recarga neta) y salida (descarga neta).

- *Patrón de movimiento de las aguas subterráneas:* El movimiento de las aguas subterráneas en el acuífero viene definido principalmente por su dirección y sentido así

como por el gradiente hidráulico, que indica la velocidad de traslación de las aguas subterráneas. El patrón de movimiento por tanto, condicionará la movilización de los contaminantes en el medio, y en consecuencia las áreas del acuífero afectadas y la velocidad de propagación de los contaminantes.

### 2.3 Captaciones de agua subterránea y superficial

Si bien no está intrínsecamente relacionada con el medio físico, la presencia de captaciones de agua subterránea y superficial es considerada de gran relevancia para la evaluación de la vulnerabilidad del medio. A continuación se describen los aspectos más importantes a tener en cuenta en relación con los aprovechamientos de agua:

- *Presencia de captaciones / puntos de agua*, especialmente en el propio emplazamiento y aguas abajo del mismo, que pueden suponer puntos de contacto directo con los contaminantes presentes en el agua. Cabe conocer la distancia a las mismas, localización respecto a la dirección y sentido de movimiento de las aguas subterráneas (aguas arriba o aguas abajo), etc. Adicionalmente, la existencia de captaciones de agua subterránea en activo puede afectar al patrón de flujo de las aguas subterráneas en el entorno de las mismas, creando flujos preferentes de movilización.
- *Cursos de agua superficial* (manantiales, humedales, arroyos, ríos, lagos, embalses, etc.), de las que cabe conocer los caudales característicos de los cursos de agua, la relación / conectividad entre ellos y con formaciones acuíferas y la estacionalidad de los cursos, que condicionan la variación de los mismos (caudal, superficie, conectividad) en función de si nos encontramos en época de lluvias o de estiaje.
- *Calidad de las aguas*: Otro factor a tener en cuenta en la evaluación del medio físico es la calidad de los recursos de aguas superficiales y subterráneas en el área de interés y su entorno, que permitirá establecer los valores de fondo del medio. Los usos de estos recursos, y por tanto los potenciales receptores, vendrán condicionados de la propia calidad del recurso.

### 2.4 Características edafológicas

Las características o propiedades edafológicas (relativas a la composición y naturaleza de la porción de suelo más superficial o zona edáfica), pueden condicionar en gran medida la vulnerabilidad del medio. En función básicamente del contenido en materiales finos (limos y arcillas) y de materia orgánica, la capacidad de atenuación del suelo de la carga contaminante podrá ser mayor (suelos con alto contenido en finos y en materia orgánica) o menor (suelos con bajo contenido en finos y materia orgánica).



### 3 Usos del suelo en el entorno: receptores humanos y ecológicos

De acuerdo a la *Guía de Análisis de Riesgos para la Salud Humana y los Ecosistemas* publicada por la Comunidad de Madrid (2004), la identificación de los potenciales receptores de la contaminación durante la elaboración del modelo conceptual debe llevarse a cabo teniendo en cuenta que la exposición puede producirse tanto en los propios focos de contaminación como en su entorno. Esta tarea se encuentra condicionada, en primera instancia, por los objetivos de protección concretos definidos en cada caso, existiendo diferencias al respecto entre el análisis de riesgos para la salud humana y para los ecosistemas.

En el análisis de riesgos para la salud humana, los receptores pertenecen a una única especie por lo que los objetivos de protección se traducen en determinados grupos de población potencialmente expuesta, cuyas características pueden definirse con limitados márgenes de incertidumbre. En el caso de que los objetivos de protección sean los ecosistemas, la variabilidad de especies y sistemas naturales suponen una mayor complejidad para su posible caracterización.

La identificación de los receptores se aborda habitualmente a partir de una zonificación del territorio basada en los usos del suelo existentes o previstos en el escenario temporal objeto de análisis. Conviene que la zonificación y la concreción de los usos del suelo sean lo más detalladas posible a fin de establecer los tipos de receptores expuestos y precisar sus patrones de actividad en cada zona. El planeamiento urbanístico y las inspecciones sobre el terreno suelen ser las principales fuentes de información para acometer esta labor.

#### 3.1 Receptores humanos

En la definición de los receptores actuales se debe analizar, además de los usos del suelo, la distancia al emplazamiento a la que se encuentran las poblaciones identificadas en los alrededores.

Como principales fuentes de información en este punto del análisis están las siguientes:

- Inspección de los alrededores
- Información topográfica, de usos del suelo y otros mapas temáticos, datos catastrales, fotografía aérea.

Los usos del suelo más comúnmente definidos son el uso residencial, el comercial / industrial y el recreativo. Sin embargo, algunos usos del suelo identificados pueden no encajar fácilmente con alguno de estos tres usos propuestos (por ejemplo el uso agrícola). En estos casos resulta

más apropiado utilizar más de una categoría de uso del suelo para cubrir todas las posibilidades.

Después de identificar el uso del suelo es necesario determinar el tipo de actividad humana que se puede asociar a él. Esta tarea es básicamente una evaluación de “sentido común” y no está basada en fuentes de datos específicas sino en una aproximación general de qué tipo de actividades se llevan a cabo en un área residencial, industrial o recreativa.

Para la caracterización del patrón de actividad se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- Definir si el emplazamiento puede ser realmente utilizado por los receptores potenciales, en particular si el acceso no está restringido o limitado (por ejemplo por una distancia excesiva). Por ejemplo, los niños que residan cerca del emplazamiento jugarán en las inmediaciones y los residentes locales podrán cazar o hacer senderismo junto al emplazamiento.
- Identificar cualquier característica específica de los receptores potenciales que pueda tener un efecto en la exposición.
- Determinar si las actividades realizadas se llevan a cabo en el exterior, en espacios cerrados o en ambos. Por ejemplo, los trabajadores de oficinas pasarán la mayor parte de su tiempo en interior mientras que un trabajador de la construcción estará la mayor parte de su tiempo en el exterior.
- Determinar la variabilidad estacional de las actividades. Por ejemplo, algunas actividades en el exterior o recreativas típicas del buen tiempo (natación, pesca...) disminuyen su frecuencia o incluso desaparecen en invierno.

A título de ejemplo se incluye a continuación una tabla con los principales receptores que pueden aparecer:

**Tabla A3.1: Potenciales receptores humanos de contaminación del suelo**

Receptor tipo	Receptores potenciales teniendo en cuenta la actividad
Residencial (adultos y niños)	Residentes en vivienda con jardín y/o piscina
	Residentes en vivienda con pozo de extracción
	Otros usos residenciales (usuarios de instalaciones deportivas, centros educativos, residencias...)
Industrial / Comercial (adultos)	Trabajador de la construcción
	Trabajador agrícola

Receptor tipo	Receptores potenciales teniendo en cuenta la actividad
Recreativo (adultos y niños)	Paseantes
	Pesca recreativa
	Usuarios de parque
	Usuarios de río

### 3.2 Receptores ecológicos

En el análisis de riesgos para los ecosistemas la concreción de los objetivos de protección específicos de cada caso constituye una labor previa a la elaboración del modelo conceptual. En función de los objetivos establecidos se identificarán los receptores objeto de protección, así como los parámetros de evaluación y medida del riesgo.

Existen diversos criterios que permiten identificar los grupos de receptores de especial importancia, teniendo en cuenta el nivel al que se desarrolla el análisis. Entre dichos criterios cabe señalar los siguientes:

- **Relevancia ecológica**, es decir, posición clave que ocupa el receptor en la estructura y función del ecosistema. La relevancia ecológica está relacionada con aspectos como la abundancia y la dominancia, el grado de diversidad biológica y la tasa de renovación.
- **Potencial de exposición**. Los receptores con alto potencial de exposición son aquellos que debido a su metabolismo, hábitos alimenticios, localización o estrategia reproductiva son más sensibles o pueden sufrir un mayor grado de exposición a los contaminantes. Por ejemplo, las tasas metabólicas de los receptores de pequeño tamaño son generalmente mayores que las de los receptores de mayor tamaño, resultando en una tasa unitaria de ingestión mayor.
- **Vulnerabilidad**. Los receptores altamente susceptibles suelen ser poco tolerantes a los compuestos tóxicos. En general, los organismos más sensibles (con un pequeño margen de aclimatación a las condiciones cambiantes del medio) o con requisitos estrictos de hábitat o tipo de alimentación, presentan una mayor vulnerabilidad.
- **Importancia económica y social**. La selección de un receptor biológico también puede estar basada en un criterio económico o social (por ejemplo, las especies cinegéticas). Para estos receptores, los parámetros más importantes estarían relacionados con la supervivencia, la productividad y el éxito reproductivo.

Dada la diversidad de especies que pueden estar presentes, en la práctica puede ser útil determinar en primer lugar los hábitats existentes en la zona de estudio (tanto terrestres como acuáticos) para a continuación identificar y seleccionar los receptores ecológicos representativos de cada hábitat afectado.

Se deberá tener en cuenta también la existencia de figuras de protección ecológica como espacios naturales (parques regionales, parques naturales, reservas naturales, refugios de fauna, parajes pintorescos, lugares de interés comunitario (LICs) o zonas de protección de las aves (ZEPAS) o aquellas para diferentes poblaciones de interés ecológico, fundamentalmente especies catalogadas (vulnerable, en peligro de extinción) o de relevancia ecológica en el sistema natural de interés.

#### 4 Estrategia de obtención de datos

Las estrategias de obtención de datos para la caracterización del medio físico son las que describen brevemente a continuación:

- Obtención de datos in situ, en la propia instalación industrial: inspección visual del medio (topografía y geomorfología, materiales geológicos que afloran en superficie, presencia de cursos de agua superficial, pozos de extracción, zonas inundadas, etc.), recopilación de información disponible (estudios geotécnicos realizados, investigaciones de la calidad del suelo y/o las aguas subterráneas, datos constructivos de pozos de extracción, resultados analíticos de las aguas subterráneas extraídas, etc.).
- Consulta fuentes cartográficas y bibliográficas: Cartografía temática (topográfica, geológica, hidrogeológica, vulnerabilidad de acuíferos, etc.), fotografía aérea, datos teóricos, cualitativos o cuantitativos de estudios del medio físico realizados en la zona, etc.
- Estudios / investigaciones del medio físico. Pueden incluir, según el grado de detalle de los mismos: métodos de investigación no intrusivos (geofísicos, etc.), métodos intrusivos (perforación de sondeos o calicatas de investigación, instalación de piezómetros, etc.), toma de muestras de suelo y/o aguas subterráneas y análisis en laboratorio, ensayos hidrogeológicos (infiltración, bombeo y recuperación, etc.), ensayos de propiedades geológicas y/o fisicoquímicas en laboratorio (densidad, permeabilidad, propiedades químicas, etc).
- Modelos de evaluación de la vulnerabilidad: Entre estos modelos se encuentran los de simulación, estadísticos y de superposición e índices (también denominados paramétricos).

En la siguiente tabla se incluyen las fuentes de información más habituales para la obtención de datos relacionados con el medio físico de un emplazamiento.



**Tabla A3.2. Posibles fuentes de información**

Fuente de información	Aspectos/temas
Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid <a href="http://www.madrid.org">www.madrid.org</a>	<i>Áreas Temáticas:</i> - Suelos - Residuos - Atmósfera - Agua - Biodiversidad y paisaje - Educación ambiental - Protección ciudadana - Asentamientos humanos - Cartografía Ambiental - Documentación ambiental - Atención e información ambiental - EIONET (red europea de información y observación medioambiental <a href="http://www.eionet.europa.eu">www.eionet.europa.eu</a> ). - GEOMADRID (Visor Geográfico y Territorial <a href="http://www.geomadrid.org">www.geomadrid.org</a> )
Confederación Hidrográfica del Tajo	- Información hidrológica e hidrogeológica - Aspectos físicos y datos socioeconómicos de la cuenca - Usos y aprovechamiento de las aguas subterráneas - Inventario de puntos de aprovechamiento de agua
Instituto Geológico y Minero de España	- Información hidrogeológica - Recursos minerales, riesgos geológicos y geoambiente. Visor Geológico <a href="http://www.madrid.org/cartografia/visorGeologico/html/visor.htm">http://www.madrid.org/cartografia/visorGeologico/html/visor.htm</a> - Geología y geofísica - Sistemas de información geográfica
Registro de la propiedad - Situación jurídica de las empresas y de los bienes inmuebles <a href="http://www.registradores.org">www.registradores.org</a>	- Propietarios, evolución histórica
Dirección General de Urbanismo y Estrategia Territorial Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio <a href="http://www.madrid.org">www.madrid.org</a>	- Servicio Cartográfico (planos y fotografías aéreas). Visor PLANEA: <a href="http://www.madrid.org/cartografia/visorCartografia/html/visor.htm">http://www.madrid.org/cartografia/visorCartografia/html/visor.htm</a> - Ordenación del territorio (instrumentos y planificación) - Gestión urbanística
Dirección General del Catastro <a href="http://www.sedecatastro.gob.es">www.sedecatastro.gob.es</a>	- Cartografía e Información catastral
Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente <a href="http://www.aemet.es">www.aemet.es</a>	Información climatológica básica de las series de datos climatológicos. Atlas Climático Ibérico (1971-2000). Intensidades de precipitación y rachas máximas de viento entre otros.



Fuente de información	Aspectos/temas
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Atlas Eólico de España <a href="http://atlaseolico.idea.es">http://atlaseolico.idea.es</a>	Datos de vientos. Herramienta de evaluación del recurso eólico existente en cualquier área del territorio nacional.
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente – Geoportal <a href="http://sigpac.mapa.es/fega/visor/">http://sigpac.mapa.es/fega/visor/</a>	Cartografía relacionada con la protección del patrimonio natural, del mar, del agua, biodiversidad, desarrollo rural, recursos agrícolas y ganaderos, pesqueros y alimentarios.
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente – SIGPAC <a href="http://sigpac.mapa.es/fega/visor/">http://sigpac.mapa.es/fega/visor/</a>	Visor de parcelas declaradas por agricultores y ganaderos. Incorpora capas de ámbito medioambiental como la Red Natura (LICs y ZEPAS).
Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid <a href="http://www.madrid.org/iestadis/">www.madrid.org/iestadis/</a>	Diversos bancos de datos (estructurales, municipales, territoriales, de coyuntura económica y de vivienda)

***Anexo 4: Listado de Comprobación para la identificación de focos potencialmente contaminantes del suelo***

---



## ANEXO 4: LISTADO DE COMPROBACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES

FOCO	SUBFOCO	Existe	Tipo (*)	Observaciones (localización en plano, incidentes, sustancias manejadas)
Almacén de líquidos a granel	Tanques subterráneos	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
	Tanques superficiales verticales	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
Tanques superficiales horizontales	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
Balsas	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
Trasiego de líquidos a granel	Carga y descarga de tanques	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
	Tuberías superficiales	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
Tuberías subterráneas	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
Grupos de bombas	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
Almacenamiento de sólidos a granel y de contenedores	Almacenamiento de sólidos a granel	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
	Trasiego y manipulación de sólidos a granel	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
	Manipulación de sólidos en contenedores	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
Almacenamiento de líquidos en contenedores	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
Manipulación de líquidos en contenedores	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
Actividades de proceso	Procesos y operaciones cubiertas	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
	Procesos y operaciones parcialmente cubiertos	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>	
<input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
Procesos con productos líquidos	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		
	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Actual. Nº <input style="width: 40px;" type="text"/>		



FOCO	SUBFOCO	Existe	Tipo (*)	Observaciones (localización en plano, incidentes, sustancias manejadas)
	Procesos con productos sólidos	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Actual Nº <input type="text"/>	
Actividades auxiliares	Drenajes subterráneos	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Actual Nº <input type="text"/>	
	Drenajes superficiales	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Actual Nº <input type="text"/>	
	Talleres	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Actual Nº <input type="text"/>	
	Laboratorio	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Histórico. Nº <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Actual Nº <input type="text"/>	

(\*) Histórico: Fuera de uso, inertizado.



***Anexo 5: Listado de Técnicas Preventivas de la contaminación del suelo aplicables a los focos de contaminación del suelo.***

---



		MEDIDAS PREVENTIVAS DE DISEÑO													
		Características Constructivas de las Instalaciones						Medidas de protección y contención							
FOCO	SUBFOCO	Cumplimiento normativa	Medidas anti-corrosión	Compatibilidad de materiales	Sistemas de control de sobllenados	Sistema de detección de fugas	Puntos de Inspección	Cubetos y otros sistemas	Impermeabilización	Sellos de bombas y conexiones	Concentrar Instalaciones	Evitar incompatibilidades	Sin riesgos externos	Protecciones frente a Vehículos	Cubiertas
Almacén de líquidos a granel	Tanques subterráneos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tanques superficiales verticales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tanques superficiales horizontales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Trasiego de líquidos a granel	Balsas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Carga y descarga de tanques	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tuberías superficiales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tuberías subterráneas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Almacenamiento de sólidos a granel y de contenedores	Grupos de bombas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Almacenamiento de sólidos a granel	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Trasiego y manipulación de sólidos a granel	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Manipulación de sólidos en contenedores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Almacenamiento de líquidos en contenedores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Actividades de proceso	Manipulación de líquidos en contenedores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Procesos y operaciones cubiertas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Procesos y operaciones parcialmente cubiertos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Actividades auxiliares	Procesos con productos líquidos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Procesos con productos sólidos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Drenajes subterráneos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Drenajes superficiales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Talleres y Laboratorio	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Depuradoras de aguas residuales (EDAR)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓



		MEDIDAS PREVENTIVAS DE VIGILANCIA Y CONTROL			
FOCO	SUBFOCO	Programas de control y seguimiento	Sistemas de detección de fugas y alarmas	Inspección y mantenimiento de las instalaciones	Planes de emergencia
Almacén de líquidos a granel	Tanques subterráneos	✓			
	Tanques superficiales verticales	✓			
	Tanques superficiales horizontales	✓			
	Balsas	✓			
Trasiego de líquidos a granel	Carga y descarga de tanques				
	Tuberías superficiales	✓	✓		
	Tuberías subterráneas	✓	✓		
	Grupos de bombas				
Almacenamiento de sólidos a granel y de contenedores	Almacenamiento de sólidos a granel	✓	✓		
	Trasiego y manipulación de sólidos a granel		✓	✓	
	Manipulación de sólidos en contenedores		✓	✓	
	Almacenamiento de líquidos en contenedores	✓	✓		
	Manipulación de líquidos en contenedores	✓	✓	✓	
	Procesos y operaciones cubiertas	✓	✓	✓	✓
Actividades de proceso	Procesos y operaciones parcialmente cubiertos	✓	✓	✓	✓
	Procesos con productos líquidos	✓	✓	✓	✓
	Procesos con productos sólidos	✓	✓	✓	✓
	Drenajes subterráneos	✓	✓	✓	
Actividades auxiliares	Drenajes superficiales	✓	✓	✓	
	Talleres	✓	✓	✓	
	Laboratorio	✓	✓	✓	



TÉCNICAS PREVENTIVAS OPERACIONALES Y ORGANIZATIVAS													
FOCO	SUBFOCO	Minimización de procesos con sustancias peligrosas						Gestión adecuada de productos y residuos peligrosos		Formación		Sistemas de Gestión Ambiental	
		Sustitución de productos químicos	Minimización de almacenamientos intermedios	Minimizar procesos que originen vertidos o fugas	Recirculación de aguas de proceso	Señalización	Compatibilidad y almacenamiento de sustancias y residuos	Gestión adecuada de residuos	Formación continua	Asignación de responsabilidades	ISO 14,001	EMAS	
Almacén de líquidos a granel	Tanques subterráneos	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Tanques superficiales verticales	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Tanques superficiales horizontales	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Balsas	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Carga y descarga de tanques	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Trasiego de líquidos a granel	Tuberías superficiales	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Tuberías subterráneas	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Grupos de bombas	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Almacenamiento de sólidos a granel	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Almacenamiento de sólidos a granel y de contenedores	Trasiego y manipulación de sólidos a granel	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Manipulación de sólidos en contenedores	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Almacenamiento de líquidos en contenedores	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Manipulación de líquidos en contenedores	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Procesos y operaciones cubiertas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Actividades de proceso	Procesos y operaciones parcialmente cubiertos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Procesos con productos líquidos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Procesos con productos sólidos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Actividades auxiliares	Drenajes subterráneos	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Drenajes superficiales	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Talleres y Laboratorio	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Depuradoras de aguas residuales (EDAR)	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	





La prevención es uno de los principios básicos que debe contemplar toda política de protección del suelo. Su objetivo es evitar la contaminación desde su origen antes de que sea necesaria la minimización de sus efectos o la restauración de recursos afectados. Por esta razón, la política ambiental española y la de la Comunidad de Madrid, de acuerdo con los sucesivos programas y Directivas de la Unión Europea sobre medio ambiente, han insistido en la importancia crucial de este principio de prevención, como base para evitar, reducir y, en la medida de lo posible, eliminar la contaminación derivada de las actividades industriales

El problema de la contaminación del suelo debe combatirse desde dos frentes: la prevención, para evitar nuevos suelos contaminados, y la recuperación de aquellos que ya se encuentran en esta situación.

La prevención de la contaminación del suelo constituye una clara ventaja en relación al ahorro de costes y a la mejora de la estrategia empresarial, reduciendo los riesgos ambientales, por un lado, y los posibles gastos asociados a la recuperación de suelos, por otro.

La contaminación de los suelos, además de la degradación de los mismos, puede afectar a otros medios por transmisión de los contaminantes: aguas superficiales y subterráneas, sedimentos en cauces fluviales y aire. Esta contaminación produce riesgos para la salud de las personas y los ecosistemas por exposición a los contaminantes químicos.

El principal objetivo de esta guía es orientar a los titulares y responsables de actividades potencialmente contaminantes del suelo, en el proceso de prevenir la contaminación del mismo, teniendo en cuenta el proceso integral de prevención, el cual se basa en el conocimiento de la instalación industrial, su entorno y los riesgos potenciales de afección al suelo.

