

**Informe monográfico de seguridad
y salud laboral**

en el
sector

E

Eco-
industria



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE EMPLEO

E

**Informe monográfico de seguridad
y salud laboral**

en el
sector

Eco- industria



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE EMPLEO

E

EDITA Y DIVULGA	Consejería de Empleo. Junta de Andalucía.
ELABORA	Consejería de Empleo. Junta de Andalucía.
PARTICIPA	Innovación y Desarrollo Internacional Consultores S.L.
DISEÑO	37grados
IMPRESIÓN	Coria Gráfica S.L.

DEPÓSITO LEGAL: XX-XXXXXXX

Recomendada la impresión en Papel Reciclado 

La Consejería de Empleo de la Junta de Andalucía prioriza la utilización de materiales y procesos respetuosos con el medio ambiente en la elaboración de sus productos. De esta manera mantiene los compromisos adquiridos en su Política de Calidad y Medio Ambiente y recogidos en su Manual de Gestión Integrado.

Copyright: © 2010
Consejería de Empleo. Junta de Andalucía

Todos los derechos reservados.

Esta publicación tiene fines exclusivamente educativos. Queda prohibida la venta de este material a terceros, así como la reproducción total o parcial de sus contenidos sin autorización expresa de los autores y del Copyright. El uso del lenguaje que no discrimine ni marque diferencias entre mujeres y hombres forma parte del ideario de la Consejería de Empleo.

Sector Eco-industria

Prólogo	01
1. Introducción.	03
2. Descripción del sector.	07
2.1 Control de la contaminación atmosférica.	9
2.2 Tratamiento de aguas residuales.	11
2.3 Tratamiento de residuos sólidos.	12
2.4 Limpieza de suelos y aguas de superficie.	14
2.5 Control de ruido y vibraciones.	15
2.6 Reciclaje de materiales.	16
2.7 Suministro de agua.	17
2.8 Gestión de espacios naturales. Protección de la naturaleza.	18
3. El sector de las eco-industrias en Europa.	19
3.1 Facturación de las eco-industrias en Europa.	23
3.2 Empleo generado por las eco-industrias en Europa.	24
4. El sector de las eco-industrias en España.	25
4.1 Reparto autonómico del empleo.	29
4.2 Tendencias del sector en España.	30
5. Las eco-industrias en Andalucía.	35
5.1 Volumen del sector en Andalucía.	38
5.2 El empleo en las eco-industrias andaluzas.	39
5.3 Inversiones en protección ambiental realizadas por las empresas andaluzas.	40
6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las eco-industrias en Andalucía.	45
6.1 Introducción	47
6.2 Control de la contaminación atmosférica	48
6.3 Tratamiento de aguas residuales	49
6.4 Tratamiento de residuos sólidos	61
6.5 Limpieza de suelos y aguas de superficie	66
6.5.1 Técnicas in situ de descontaminación de suelos	66
6.5.2 Técnicas de limpieza de suelos ex situ	69
6.6 Control de ruido y vibraciones	71
6.7 Reciclaje de materiales	72
6.8 Suministro de agua	76
6.9 Gestión de espacios naturales, protección de la naturaleza, Silvicultura.	81
7. Bibliografía	91
8. Glosario de términos	95

Prólogo

El presente informe monográfico de seguridad y salud laboral del sector de las eco-industrias forma parte de una serie de trabajos que viene realizando la Consejería de Empleo sobre las características fundamentales que presentan diversos sectores productivos emergentes en nuestra región, así como sobre cuestiones relativas a la seguridad y salud laboral en relación con los diferentes procesos y actividades que se desarrollan en ellos.

El sector de las eco-industrias engloba a todas las industrias que producen bienes o servicios destinados a prevenir, minimizar o corregir daños al medio ambiente. Andalucía está muy ligada históricamente a algunas de estas industrias, como es la de industria de conservación de espacios naturales y protección de la naturaleza. La concienciación de la sociedad andaluza y la actual regulación ha supuesto la activación de las ecoindustrias en nuestra región. La facturación generada por este sector en Andalucía se estimaba que ascendía en el año 2006 a 5.734,3 millones de euros y daba empleo a 91.517 trabajadores y trabajadoras.

Se trata de un sector en el que la aportación de las diferentes administraciones públicas es muy importante, pero en el que cada vez se realiza mucha más inversión de empresas privadas, inversiones que van destinadas a minorar los diferentes impactos ambientales generados por las empresas y la actividad humana.

Andalucía cuenta con el 33% de la superficie protegida nacional, aunque un dato mucho más significativo y que representa la importancia de la actividad de gestión de espacios protegidos es que el 20,17% de la superficie de la Comunidad Autónoma está protegida bajo alguna figura administrativa. Andalucía cuenta con 3.609 personas empleadas que trabajan en actividades relacionadas con la gestión de espacios naturales, lo que representa el 33% de los trabajadores y trabajadoras de esta actividad a nivel nacional.

La gestión de residuos emplea en Andalucía a más de 15.000 personas, dándose la circunstancia de ser una actividad que

en los últimos años se ha caracterizado por mantener el empleo, y que en los próximos años aumentará debido a la necesidad de incrementar la recogida selectiva de residuos en nuestra comunidad.

Otras actividades de las eco-industrias como pueden ser el tratamiento y la depuración de aguas residuales, emplean a un gran número de trabajadores y trabajadoras (8.703); en nuestra comunidad hay perspectivas de crecimiento, ya que aún queda por desarrollar infraestructuras para el tratamiento en nuestra comunidad.

El crecimiento demostrado y el desarrollo previsto de servicios relacionados con la eco-industria ponen de manifiesto la importancia para la economía y el empleo futuro de nuestra comunidad que este sector tendrá.

Con este informe se pretende difundir los aspectos más relevantes que presenta el sector y mostrar las cuestiones fundamentales que se deben considerar en relación con la seguridad y salud de los trabajadores y trabajadoras presentes en él.

El informe se estructura en seis capítulos. Los capítulos uno y dos presentan el sector, identificando las industrias incluidas en el mismo y realizando una descripción de cada una de ellas. Los siguientes tres capítulos se ocupan de la descripción del sector en Europa, España y Andalucía, respectivamente, exponiendo las principales magnitudes económicas de la industria cultural y detallando la distribución territorial de la producción, el volumen de facturación y empleo y la evolución de ambas magnitudes en los últimos años en las tres áreas, así como las perspectivas de futuro.

El capítulo 6 se centra en el análisis de las diferentes actividades que las empresas del sector desarrollan, así como en las cuestiones relacionadas con las condiciones de trabajo y los aspectos de seguridad y salud laboral más destacados. Se realiza una descripción de las actividades y una identificación de

Prólogo

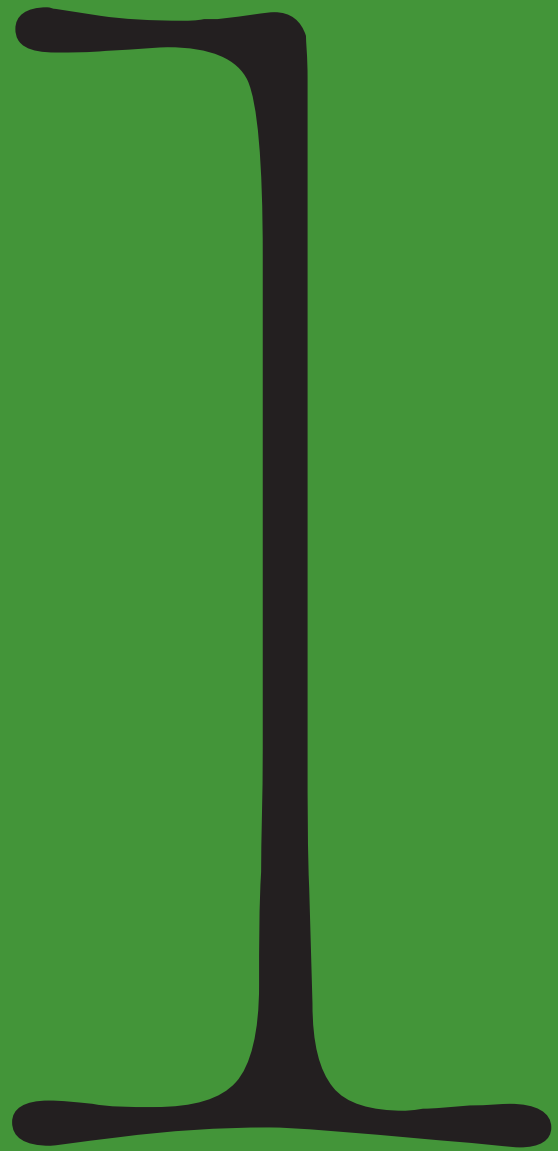
los riesgos laborales asociados a ellas, aunque sin pretender llevar a cabo una evaluación de riesgos, ni un catálogo exhaustivo de ellos. El objetivo no ha sido otro que el de resaltar los riesgos más importantes del sector y relacionarlos con la definición de tareas, diseño del entorno y puesto de trabajo, condiciones ambientales y otros factores relacionados con las enfermedades profesionales y muy específicos del sector.

Tenemos ante nosotros un informe introductorio para el análisis del sector que va a suponer una herramienta para el análisis y la definición de futuras actuaciones, tanto para la administración pública como para otros agentes interesados que busquen la mejora de las condiciones laborales de aquellos trabajadores y trabajadoras que, con su labor, quieren garantizar a futuras generaciones un desarrollo más sostenible.

Esther Azorit Jiménez

Directora General de Seguridad y Salud Laboral
Consejería de Empleo. Junta de Andalucía.

Introducción



Introducción

Desde los años 70 del siglo pasado ha crecido la preocupación por el impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente, sus consecuencias y las actividades encaminadas a minimizar estos impactos. Los sectores medioambientales que han recibido una mayor atención por parte de la sociedad y, por lo tanto, de las y los dirigentes, son aquéllos en los que los problemas de degradación ambiental son más visibles, por ejemplo: residuos, agua, contaminación del aire o tecnologías de procesamiento muy dañinas, como las de producción de acero o la generación de energía. Se une a esta circunstancia un interés político por el desarrollo de las industrias vinculadas a la protección y mejora del medio ambiente, que se han venido a denominar informalmente como “eco-industrias”.

Desde principios de este siglo, la demanda se está trasladando hacia la sustitución del producto y la modificación del proceso industrial, debido a un mayor énfasis en la reducción de los impactos y, en parte, a la planificación ambiental de las empresas. A ello hay que unir las nuevas políticas restrictivas derivadas del cambio climático, que adquieren un creciente protagonismo. Este cambio ha sido el motor de un nuevo desarrollo tecnológico y ha creado nuevos mercados para los bienes y servicios ambientales.

Como resultado, ha tenido lugar una considerable transformación en la estructura

de las actividades relacionadas con el medio ambiente, con un desplazamiento desde las actividades de limpieza y de corrección de los efectos ambientales adversos hasta las tecnologías limpias integradas. A largo plazo, este cambio afectará radicalmente a las actividades relacionadas con la investigación, la innovación, el diseño, la consultoría y otros servicios vinculados al tercer sector y a la sociedad civil.

La diversidad de actividades que pueden considerarse vinculadas con las eco-industrias hace difícil establecer los límites sobre qué industrias deben ser incluidas o no dentro de esta categoría. Distintos trabajos que han evaluado los impactos y la competitividad del sector de actividades medioambientales (Ecotec, 2002; Ernst&Young, 2006; Ecorys, 2009) presentan distintas clasificaciones no siempre coincidentes entre sí.

Esta indefinición de las actividades relacionadas con el medio ambiente es uno de los principales obstáculos para la medida de los efectos de las actividades ambientales sobre la economía y el empleo. A pesar de que distintos estudios han intentado definir, delimitar y describir las actividades relacionadas con el medio ambiente, hasta ahora no existe unanimidad de criterio.

La definición más aceptada de eco-industria la podemos encontrar en el manual

que la OCDE creó conjuntamente con Eurostat, para la recopilación de datos comparables a nivel internacional sobre la industria de producción de bienes y servicios medioambientales (OCDE/Eurostat, 1999). En el mismo se definen las eco-industrias como “aquellas actividades que producen bienes y servicios para medir, prevenir, limitar, minimizar o corregir los daños medioambientales sobre agua, aire y suelo, así como también los problemas relativos a los residuos, ruido y ecosistemas. Se incluyen igualmente aquellas tecnologías, productos y servicios limpios que reducen el riesgo medioambiental y minimizan la contaminación y la utilización de los recursos”.

Atendiendo a la demanda de la actividad de la eco-industria, los bienes y servicios ambientales comenzaron en mercados tradicionales movidos por la demanda de servicios básicos, como el tratamiento de aguas o la recogida de residuos. Hoy en día, el desarrollo de actividades relacionadas con el medio ambiente está cada vez más condicionado por las necesidades creadas por la legislación ambiental. Esto incluye tanto la conformidad con los objetivos ambientales y otros requerimientos legales a nivel nacional (calidad de las aguas o producción de energías renovables) como distintos procesos urbanos y rurales relacionados con las iniciativas de sostenibilidad local. La financiación pública y privada de proyectos innovadores ha crecido enormemente, apoyada en la pre-

1. Introducción

sión social y en los cambios en los estilos de vida de las y los consumidores, que cada vez son más conscientes de la disponibilidad y los beneficios de los nuevos productos y tecnologías ambientales.

En resumen, los principales factores que actúan como fuerzas motrices y que afectan a la demanda y la oferta de bienes y servicios ambientales son los marcos normativos, las regulaciones y los objetivos de las políticas públicas, el desarrollo tecnológico, la emergencia de nuevos segmentos de mercado y el progresivo desplazamiento hacia instrumentos económicos que permiten competir con las industrias tradicionales mediante la mejora de la productividad y eficiencia en el consumo de recursos.

Otra característica del sector es el importante papel que desempeña el sector público. Esta presencia responde a la necesidad de dar respuesta a las diversas y crecientes competencias estatales, autonómicas y locales en materia de medio ambiente: política ambiental, desarrollo de un marco jurídico, control y vigilancia del cumplimiento de la legislación ambiental y ejecución directa de determinadas actividades y programas de contenido ambiental en los distintos niveles de la administración pública (ministerios, consejerías, diputaciones y municipios).

En este trabajo no se pretende abordar de forma exhaustiva todas las actividades relativas a la amplia definición de eco-industrias, ya que muchas de estas actividades pertenecen a sectores económicos tan relevantes como el turismo (eco-turismo), construcción (eco-construcción) y agricultura (agricultura y ganadería ecológica) y, a pesar de ser actividades realizadas de forma sostenible, no están directamente relacionadas con actividades medioambientales.

Descripción del Sector



Descripción del Sector

Partiendo de la definición de eco-industrias realizada por la OCDE, podemos decir que el sector de las eco-industrias se ocupa de la gestión de desechos, la contaminación del aire, los problemas del agua y los servicios y equipos ambientales. Se trata de un sector con una estructura en continuo cambio y crecimiento.

Mientras que Canadá, Japón y Estados Unidos han adoptado definiciones de carácter amplio, Italia, Alemania y Noruega se han dotado de definiciones restrictivas. Como es lógico, estas diferencias repercutirán en la recolección de datos sobre el sector.

El amplio panorama de las eco-industrias queda clasificado de forma cada más generalizada siguiendo el siguiente esquema:

■ **Gestión de la contaminación:** industrias que producen bienes y servicios diseñados únicamente con objetivos medioambientales y que tienen un impacto significativo en la reducción de emisiones contaminantes de todo tipo (atmosféricas, agua, etc.).

■ **Gestión de los recursos:** producción de bienes y servicios asociados directamente con la protección del medio ambiente, aunque sus fines pueden ser otros (por ejemplo, energías renovables o reciclaje de materiales).

■ **Industrias vinculadas:** se dedican a actividades que tienen cierta conexión con el medio ambiente y pueden contribuir a

la reducción de emisiones o a una mejor utilización de los recursos (eco-turismo, vehículos no contaminantes, construcción eficiente energéticamente, etc.). Se trata de un conjunto muy diverso, y en muchos casos es difícil separar qué actividades dentro de una misma empresa estarían asociadas con el concepto de eco-industria y qué otras pertenecen al ámbito de la producción convencional de bienes y servicios más respetuosos con el medio ambiente y la gestión más eficiente de los recursos.

Las dos primeras categorías (gestión de la contaminación y gestión de los recursos) constituyen el núcleo principal de las eco-industrias, fundamentalmente porque son aquellas más fácilmente identificables y medibles desde un punto de vista estadístico. El objeto de este estudio se centrará en éstas, no teniendo en cuenta la tercera categoría (industrias vinculadas), ya que la vinculación de estas con el medio ambiente es indirecta, como puede ser el caso del eco turismo, el transporte sostenible, la construcción sostenible y otras. En el caso de las energías renovables, incluidas dentro de la categoría de gestión de recursos, al tratarse de una industria relacionada con el sector energético no será tratada en este documento.

Las actividades que se incluyen dentro de las dos primeras categorías serían:

- **1. Gestión de la contaminación:**
- Control de la contaminación atmosférica.

- Tratamiento de aguas residuales.
- Tratamiento de residuos sólidos.
- Limpieza de suelos y aguas de superficie.
- Control de ruido y vibraciones.

■ **2. Gestión de los recursos:**

- Reciclaje de materiales.
- Suministro de agua.
- Gestión de espacios naturales.
- Protección de la naturaleza.

A continuación se realiza un desarrollo de cada una de las actividades enumeradas con anterioridad.

2.1 Control de la contaminación atmosférica

Se trata de servicios destinados al control de las emisiones a la atmósfera, emisiones de gases o partículas sólidas o gaseosas provenientes de la actividad humana y que provocan contaminación atmosférica. En este sentido, se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables (Martínez Ataz y Díaz de Mera Morales, 2004).

Los principales factores de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones

2. Descripción del Sector

residenciales e industriales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre y metales en suspensión, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado una combustión completa.

El principio básico de las políticas de protección del medio ambiente es el de prevención. Este principio rector de la actuación medioambiental se traduce, respecto a la salvaguarda de la calidad del aire, en minimizar las emisiones a la atmósfera de sustancias contaminantes. Se trata de abandonar la actitud tradicional, de reaccionar ante los problemas de la contaminación después de que se hayan producido las emisiones y sustituirla por la de prevenir estos problemas y evitar que se produzcan.

Las ventajas de este enfoque son bastante evidentes, porque se basan en la prevención y previsión, comportando, además de un ahorro de recursos, el que se puedan evitar daños que, en algunos supuestos, pueden tener incluso carácter irreversible.

Las medidas de prevención de la contaminación atmosférica se basan fundamentalmente en:

- Identificación de focos emisores y sustancias contaminantes.

- Cuantificación de los contaminantes y comparación con los requisitos legales de emisión.

- Acciones correctoras si fueran necesarias.

- Control metrológico y sistemas de vigilancia.

La normativa vigente sobre calidad del aire exige su evaluación en todo el territorio y, en los casos en que se superen los valores límite establecidos, la obligación de llevar a cabo planes de mejora de la calidad del aire. En el caso de España esta competencia corresponde a las comunidades autónomas.

La vigilancia de la contaminación atmosférica se lleva a cabo mediante las redes de vigilancia y previsión de la contaminación atmosférica. Estas redes se extienden según las necesidades que se manifiesten en los diferentes puntos o zonas que se encuentren sometidos a algún problema relacionado con la contaminación atmosférica, ya sea de origen industrial, doméstico o del tránsito rodado.

Además de las redes, existen industrias que tienen sus propios puntos de control de emisiones en las fuentes de emisión.

La obligación del control de las emisiones y la realización de acciones correctoras han estado impulsadas por el cambio realizado en la legislación ambiental, que cada

vez es más restrictiva en cuanto a las emisiones atmosféricas. No obstante, algunos procesos productivos o actividades no pueden realizarse sin la producción de determinados contaminantes, de ahí que sea necesario modificar los procesos productivos o realizar actividades para la no emisión de estos contaminantes a la atmósfera. Por ello, se han desarrollado en las últimas décadas diferentes sistemas para la eliminación de estos contaminantes, basados en procesos de retención física o química, que han llevado a desarrollar diferentes tecnologías como son: filtros, precipitadores electrostáticos, absorbedores, técnicas de combustión, desulfuración, reducción de nitritos, etc.

Las organizaciones dedicadas al control de la contaminación atmosférica van desde empresas dedicadas a la consultoría de mejora o rediseño de procesos, consultoría para la elaboración de planes de mejora de calidad del aire, control metrológico, empresas dedicadas a la monitorización del control de la contaminación en ciudades o industrias y empresas dedicadas a la fabricación, instalación y mantenimiento de sistemas de control de emisión.

Los focos emisores fijos tienen un mayor control y una mejor gestión, ya que las tecnologías para reducir estos contaminantes se encuentran en un considerable nivel de madurez: sistemas de filtración de gas, depuradores, plantas de tratamiento de gas (desnitrificación, la desulfuración...), los colectores de polvo y otros. El reto se

encuentra en las fuentes emisoras móviles como vehículos de transporte por carretera y transporte marítimo. Por tanto, los avances tecnológicos deben encaminarse hacia la reducción de escala de las tecnologías aplicadas a las fuentes contaminantes fijas y desarrollar tecnologías para el control de las fuentes contaminantes móviles.

Proyectos de investigación recientes se centran en la reducción de gases de efecto invernadero, como la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CAC). Esta tecnología se considera una opción para reducir en la atmósfera las concentraciones de CO₂ producidas por las actividades humanas.

2.2 Tratamiento de aguas residuales

En este epígrafe se incluyen todas las actividades relacionadas con la gestión, recuperación y vertido de aguas residuales, definiendo aguas residuales como los líquidos utilizados en las actividades diarias de una comunidad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios). Comúnmente las aguas residuales suelen clasificarse como:

■ **Aguas Residuales Municipales:** residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y procesados en una planta de tratamiento en muchos casos perteneciente al municipio.

■ **Aguas Residuales Industriales:** las aguas residuales provenientes de las descargas de industrias.

Hace décadas, las aguas residuales eran vertidas de forma incontrolada a los lagos, mar o corrientes naturales de agua. No obstante, el desarrollo de la sociedad junto con el crecimiento de las ciudades y las áreas urbanizadas, el aumento de la población y el desarrollo industrial pusieron de manifiesto la problemática del vertido incontrolado de estas aguas.

El contenido en las aguas residuales de gran cantidad de materia orgánica las hace demandantes de oxígeno, ya que la descomposición de la misma se produce mediante oxidación, provocando una importante reducción del oxígeno disuelto en la misma, haciendo a ésta menos apta para la vida vegetal y animal. Es decir, la materia orgánica compite por el oxígeno con los seres vivos presentes en ríos, lagos y mares.

Otros contaminantes muy comunes en las aguas residuales son los detergentes, ricos en fosfatos que actúan como fertilizantes, produciendo la estimulación del crecimiento de plantas acuáticas, lo que provoca el desequilibrio de los ecosistemas.

Agentes contaminantes presentes también en las aguas y con efectos contaminantes e incluso venenosos son: basuras, hidrocarburos, pesticidas, plaguicidas, minerales, sedimentos inorgánicos y otros

productos químicos o biológicos procedentes de la actividad humana. El calor, como proceso físico de intercambio de energía, también es considerado un contaminante físico del agua, ya que determinadas actividades generan como producto residual aguas calientes que, al entrar en contacto con otras masas de agua, elevan su temperatura, produciendo un cambio físico que puede alterar los ecosistemas.

La legislación entorno a la calidad y salubridad de las aguas ha regulado su recogida, tratamiento y vertido, creando por lo tanto actividad económica en torno a esta gestión. Las infraestructuras relacionadas con esta recogida y tratamiento de las aguas residuales, y la actividad económica relacionada con su construcción y puesta en funcionamiento, no están incluidas en este informe, ya que son actividades relacionadas con la construcción, la fabricación y suministro de bienes de equipo. Sí se tendrán en cuenta, sin embargo, las actividades económicas que surgen de la gestión de las aguas.

Una vez recogidas las aguas residuales mediante los sistemas de alcantarillado, son conducidas a las plantas de tratamiento de aguas residuales. De forma resumida, el tratamiento al que son sometidas las aguas residuales se divide en tres procesos:

■ **Tratamiento primario o tratamiento físico-químico:** destinado a eliminar del agua los residuos sólidos, aceites, grasas, sólidos

2. Descripción del Sector

dos suspendidos, partículas coloidales y sustancias disueltas.

■ Tratamiento secundario o tratamiento biológico: utilizado para bajar la carga orgánica del agua y reducir así la demanda de oxígeno, realizándose tratamientos aeróbicos (bombeo de aire) y anaeróbicos (utilización de bacterias para la degradación de la materia orgánica).

■ Tratamiento terciario o filtrado del agua para la eliminación de las partículas más pequeñas no decantadas o eliminadas en procesos anteriores.

■ Desinfección: tratamientos con ozono, hipocloritos u otras sustancias desinfectantes.

Las industrias dedicadas a la gestión de aguas residuales realizan la explotación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Las tecnologías empleadas en los tratamientos primarios y secundarios de las aguas residuales se encuentran en un estado maduro, muy desarrolladas. Es por ello en el tratamiento terciario donde se están realizando el mayor número de investigaciones. Se están desarrollando nuevos sistemas de filtrado mediante membranas, en algunos casos muy selectivas, para determinadas sustancias. Se busca con ello la mejora en la eficiencia del filtrado y el ahorro energético en un proceso de gran consumo de energía.

2.3 Tratamiento de residuos sólidos

Como tratamiento de residuos entendemos la recogida, transporte, clasificación y tratamiento de los residuos generados por la actividad humana. Entendiendo por residuo aquel producto, material o elemento que después de haber sido generado, manipulado o usado, no tiene valor para su poseedor y se deshace de él o tiene intención u obligación de hacerlo.

Existe una tipología muy diversa de residuos en función del origen, la peligrosidad o el grado de recuperación del mismo. Una clasificación dependiendo del origen puede ser:

- Residuos sólidos urbanos.
- Residuos industriales.
- Residuos mineros.
- Residuos radiactivos.
- Residuos forestales.
- Residuos agrícolas y ganaderos.
- Residuos sanitarios o clínicos.
- Residuos de construcción y demolición.

Atendiendo a su peligrosidad sobre el ser humano y el medio ambiente se clasifican en: inertes o no peligrosos, si son inocuos

al medio y a la salud; o tóxicos y peligrosos, si pueden suponer daño para el medio ambiente o las personas.

Los residuos constituyen uno de los problemas ambientales más graves de las sociedades modernas, en particular de las más avanzadas e industrializadas. Se trata de un problema en aumento, que no deja de agravarse debido al creciente volumen generado y a la estrecha relación entre los niveles de renta y de calidad de vida y el volumen de residuos generados.

Como es sabido, de la mala gestión de los residuos y del vertido incontrolado de los mismos, se pueden derivar efectos colaterales dañinos para la mayoría de los medios receptores, como la contaminación de las aguas y el suelo, riesgos a la salud pública, etc. Si, además, se trata de un residuo peligroso, estos riesgos pueden llegar a constituir una seria amenaza, no sólo para el entorno sino también para la salud pública.

A la problemática anterior se une el incremento paulatino, y hasta ahora imparable, de la generación de residuos como fenómeno generalizado en todos los países avanzados, todo lo cual conduce a la necesidad de regular con rigor ecológico, planificando la puesta en práctica de dicha regulación de manera racional y realista.

La necesidad de una gestión adecuada plasmada en las diferentes políticas de los países desarrollados ha hecho que la ges-

tión de los residuos genere una gran actividad económica en el mundo, desarrollando actividades que abarcan desde la recogida, el transporte, el almacenamiento, la clasificación, la reutilización y la valorización, hasta el tratamiento y/o eliminación de los residuos.

Las actividades de recogida incluyen actividades muy estructuradas e industrializadas como la recogida de residuos de origen domiciliario, en la que encontramos sistemas de recogida automatizados (recogida neumática a través del subsuelo); la recogida de residuos sanitarios; o sistemas de recogida que se están poniendo en marcha y estructurando en la actualidad, como por ejemplo los sistemas de recogida de aparatos eléctricos y electrónicos, teléfonos móviles, etc., con las diferencias en cuanto al nivel de implantación que se pueden encontrar entre países.

Según datos del Ministerio de Medio Ambiente, casi el 80% en peso del residuo urbano tipo cuenta con materiales que pueden separarse y valorizarse y/o reciclarse, lo que permitiría reducir en gran medida los residuos que tienen como fin la eliminación. Así, por ejemplo, mientras el papel y el cartón pueden reciclarse hasta una decena de veces, el vidrio o el acero puede reciclarse infinitamente.

Las políticas de los países desarrollados fomentan la aplicación de la jerarquía de residuos: prevención (evitando la producción), preparación para la reutilización,

reciclaje (incluido el compostaje de la materia orgánica), valorización energética y, como última opción, la eliminación en vertedero. No obstante, en realidad hay poca prevención, poca reutilización, algo de reciclaje y mucho de valorización y eliminación en vertedero.

La reutilización y valoración avanza a pasos agigantados a la vez que avanzan las tecnologías para la separación de componentes; un ejemplo es la recuperación de materiales muy valiosos en el campo de los residuos electrónicos. La valorización de estos residuos y la obtención a partir de ellos de materiales con valor en el mercado ha provocado la aparición de industrias dedicadas específicamente a ello. Un ejemplo son los diferentes sistemas integrados de gestión (SIG), que se encargan de valorizar los principales residuos: el papel/cartón, el vidrio, los envases, los neumáticos, los vehículos fuera de uso, los residuos de construcción y demolición y los aparatos eléctricos y electrónicos.

A continuación detallamos varias formas de valorización de los residuos orgánicos:

■ Mediante el compostaje, es decir, el tratamiento por el cual los residuos son convertidos en abonos.

■ El aprovechamiento del biogás generado por estos residuos en los vertederos. Este gas combustible (mezcla de alcanos y otros gases) puede ser sometido a combustión para aprovechar su poder calorí-

fico y generar electricidad mediante una turbina.

■ Mediante la incineración directa de los mismos, en plantas incineradoras, con objeto de aprovechar el poder calorífico para la generación de energía eléctrica, no estando libre de polémica por la repercusión ambiental que supone la generación de contaminación atmosférica durante el proceso, con la aparición de diferentes gases entre los que se encuentra el CO₂ y otras sustancias tóxicas como los furanos y las dioxinas. En algunos casos, la incineración es una actividad necesaria para eliminar el problema de espacio que generan los residuos, sobre todo en concentraciones humanas que se encuentran situadas en islas.

La obtención de energía calórica como sistema de valorización a partir de residuos ha sido usada de forma común en determinadas actividades industriales con grandes requerimientos energéticos, industrias cementeras, caldererías industriales, etc.

Un sector de alta actividad y, por lo tanto, con alta producción de residuos, es el sector de la construcción, generando residuos procedentes tanto de la construcción de infraestructuras y edificaciones de nueva planta como de la demolición de inmuebles antiguos. El problema ambiental que plantean estos residuos se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos.

2. Descripción del Sector

Entre los impactos ambientales que ello provoca, cabe destacar la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos incontrolados, el deterioro paisajístico y la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables. Esta grave situación debe corregirse, con el fin de conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva.

Siguiendo la aplicación de la jerarquía de residuos (reducción, reutilización, valoración y eliminación), como último recurso para la adecuada gestión del residuo se cuenta con el vertido controlado. Se trata de la forma más barata de eliminar residuos, pero que provoca problemas ambientales importantes como la contaminación de suelos y aguas, olores y modificación del paisaje. El depósito controlado consiste en almacenar residuos en capas en lugares excavados. Cada capa se prensa con máquinas hasta alcanzar una altura de tres metros; entonces se cubre con una capa de tierra y se vuelve a prensar. Es fundamental elegir el terreno adecuado para que no se produzca contaminación ni en la superficie ni en aguas subterráneas. Para ello se nivela y se cultiva el suelo encima de los residuos, se desvía el drenaje de zonas más altas, se seleccionan suelos con pocas filtraciones y se evitan zonas expuestas a inundaciones o cercanas a manantiales subterráneos. La descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos genera gases. Si se concentra una cantidad considerable de metano pueden producirse explo-

siones, por lo que el vertedero debe tener buena ventilación. Como ya se ha referido anteriormente, técnicas más recientes apuestan por el aprovechamiento de estos gases procedentes de la descomposición como recurso energético.

2.4 Limpieza de suelos y aguas de superficie

El suelo y las aguas superficiales constituyen los medios receptores de la contaminación más sensibles y vulnerables. Ya en la Cumbre de Río, en 1992, 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 humano.

Al igual que otros aspectos ambientales, la preocupación social ha propiciado el marco ideal para el desarrollo de políticas proteccionistas en el ámbito de los países desarrollados, insistiendo en la idea de adoptar medidas que eviten, limiten o reduzcan el impacto sobre el suelo de las actividades humanas.

Unas de las primeras acciones que tomaron los diferentes gobiernos fue la definición de actividades potencialmente contaminadoras y el establecimiento de determinadas obligaciones que afectan a los titulares de las actividades y a los pro-

pietarios de las fincas en las que tenga o haya tenido lugar alguna de las actividades reseñadas. Entre estas obligaciones se cuenta la realización de un informe de situación, que remitido a la autoridad competente servirá de punto de partida para un seguimiento posterior de la actividad y su incidencia en el suelo.

Tomando en consideración la información recibida en el informe inicial y, si lo estimara oportuno, de otras fuentes de información, la administración competente puede declarar un suelo como contaminado. Así mismo, la administración se reserva la realización de estudios más detallados para suelos de determinadas características ambientales, edafológicas, de uso, etc.

La declaración de un suelo contaminado obligará al titular del mismo a la realización de las actuaciones necesarias para proceder a su recuperación ambiental en los términos y plazos dictados por la administración competente. Las actuaciones de recuperación tendrán el alcance suficiente de forma que se garantice que la contaminación se encuentre en niveles de riesgo aceptables de acuerdo con el uso del suelo.

Esta recuperación de un suelo contaminado se llevará a cabo aplicando las mejores técnicas disponibles, garantizando soluciones permanentes, priorizando, en la medida de lo posible, las técnicas de tratamiento in situ que eviten la genera-

ción, el traslado y la eliminación de residuos, e intentando, siempre que sea posible, la recuperación, la eliminación de los focos de contaminación y la reducción de la concentración de los contaminantes en el suelo.

Estas obligaciones a los titulares de actividades potencialmente contaminantes y/o titulares de suelos contaminados o potencialmente contaminados, ha impulsado la actividad industrial en este ámbito. En este sentido, han crecido las ingenierías o consultoras especializadas en la evaluación del riesgo de contaminación, especialistas en la prevención de la contaminación, realización de sondeos y análisis de laboratorio, y las actividades propias de la descontaminación y recuperación de suelos ejecutadas por empresas de servicios especializados en obra civil.

Entre las técnicas más empleadas para la recuperación de los suelos contaminados tenemos:

- Técnicas de descontaminación físico-químicas.

- Técnicas biológicas.

- Técnicas térmicas.

Se están realizando nuevos desarrollos tecnológicos que se centran en nuevos métodos para inyectar aire en el suelo (para estimular la actividad microbiana). Otra de las tecnologías más recientes son

las barreras reactivas permeables, para la descontaminación de aguas subterráneas, que son económicamente más ventajosas que el bombeo y filtrado; aprovechando la corriente del agua, se coloca agua abajo una barrera permeable que contienen elementos reactivos, de modo que, cuando el agua subterránea contaminada pasa por esta barrera, los elementos reactivos retienen las sustancias contaminantes por medio de procesos físico-químicos o bioquímicos.

2.5 Control de ruido y vibraciones

Un sonido es un fenómeno físico que consiste en la alteración mecánica de las partículas de un medio elástico, producida por un elemento en vibración, que es capaz de provocar una sensación auditiva. Las vibraciones se transmiten en el medio, generalmente el aire, en forma de ondas sonoras, se introducen por el pabellón del oído haciendo vibrar la membrana del tímpano, de ahí pasa al oído medio, luego, al oído interno y, finalmente, excita las terminales del nervio acústico que transporta al cerebro los impulsos neuronales que generan la sensación sonora.

Las ondas sonoras se atenúan con la distancia y pueden ser absorbidas o reflejadas por los obstáculos que encuentran a su paso.

El ruido se define como aquel sonido no deseado. Es aquella emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia.

Un ruido es un sonido complejo, y puede ser caracterizado por la frecuencia de los sonidos puros que lo componen y por la amplitud de la presión acústica correspondiente a cada una de esas frecuencias. Existen multitud de variables que permiten diferenciar unos ruidos de otros: su composición en frecuencias, su intensidad, su variación temporal, su cadencia y ritmo, etc.

La percepción del sonido, además de depender de una componente objetiva que es la onda sonora o ente físico capaz de producir la sensación de sonido, depende también de la sonoridad o sensación subjetiva producida por ciertas variaciones de presión en el oído.

Diariamente inciden sobre el ambiente múltiples focos de emisiones sonoras, con lo que se aprecia la necesidad de considerar el ruido ambiental como producto de múltiples emisiones que contribuyen a generar niveles de contaminación acústica poco recomendables desde el punto de vista sanitario, del bienestar y de la productividad. Definimos la “contaminación acústica” como la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las

2. Descripción del Sector

personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, que perturben el disfrute de los sonidos de origen natural o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente.

Según la OCDE 130 millones de personas, se encuentran con nivel sonoro superior a 65 decibelios, el límite aceptado por la OMS, y otros 300 millones residen en zonas de incomodidad acústica, es decir entre 55 y 65 decibelios. Por debajo de 45 decibelios no se perciben molestias. Con sonidos de 55 decibelios, un 10% de la población se ve afectada y con 85 decibelios todos los seres humanos se sienten alterados.

Esta contaminación acústica de nuevo ha hecho reaccionar a la sociedad que está dispuesta a combatirla y reducirla. La legislación que se está desarrollando en los países europeos, emanada de la Directiva sobre Ruido Ambiental, ha obligado a la puesta en marcha de herramientas de evaluación de la contaminación acústica como son los mapas de ruido, a dotar a la población de información sobre los niveles de ruido a los que están expuestos y a la puesta en marcha de planes de acción con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos para la salud humana, así como a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.

Estas obligaciones hacia las administraciones públicas, en primer término, y a los y las responsables de actividades provocadoras de ruido, en segundo término, ha hecho crecer las actividades relacionadas con el control del ruido y vibraciones.

Las actividades que comprende este sector son las relacionadas con la elaboración de mapas de ruido mediante la medición de los niveles de presión sonora que se dan en las diferentes zonas de las poblaciones. Esta obligatoriedad ha activado el sector de las empresas dedicadas a la medición de ruido y evaluación del mismo.

Una segunda actividad está relacionada con prevención y corrección de la contaminación acústica, relacionadas con la planificación territorial y el planeamiento urbanístico. Estas actividades han sido asumidas en gran parte por los estudios de arquitectura e ingeniería dedicados a la planificación urbanística y del territorio, pero ha activado sin duda el asesoramiento a estas empresas por especialistas en contaminación acústica.

En las zonas en la que se defina la existencia de contaminación acústica es necesario adoptar medidas adecuadas para la reducción de la misma, por lo que se deberá actuar sobre los emisores acústicos. Esta obligatoriedad pone de manifiesto la necesidad de estudiar las mejores alternativas para la reducción de emisiones acústicas, el proyectado de estas medidas y la instalación de las mismas,

por lo que son actividades que han hecho crecer el sector dedicado a la ingeniería acústica, la fabricación de aislantes y las respectivas empresas instaladoras.

2.6 Reciclaje de materiales

Las políticas de los países desarrollados establecen como prioridad la prevención en la generación de residuos, en particular para los residuos peligrosos y aquellos producidos en grandes cantidades, y considera que únicamente allí donde la generación de residuos es inevitable, debe fomentarse el reciclaje y reutilización de dichos residuos. De este modo, se ha modificado la consideración de los residuos como "materia inservible", pasando estos a constituir un stock de recursos recuperables para los procesos productivos, que la sociedad no puede permitirse el lujo de desaprovechar.

En los últimos años las sociedades de los países desarrollados se han ido concienciando sobre el problema y, por ello, se han ido dotando de infraestructuras para el reaprovechamiento de materiales, aunque queda mucho camino por recorrer en el ámbito del aprovechamiento de recursos; de ahí que no se haya obtenido todo el rendimiento esperado de las infraestructuras puestas en marcha.

El ecodiseño introduce la variable ambiental en el diseño de producto, es decir, se

diseñan productos que en su elaboración utilicen monomateriales, se eliminan las sustancias tóxicas y peligrosas, se efectúa una fabricación modular fácil de desmontar, se emplean materiales compatibles, se identifican los materiales difíciles de reconocer mediante código, etc., todo ello con el objeto de un mejor reciclado, buscando el mejor rendimiento y la mayor rentabilidad.

El reciclado de materiales es el eslabón posterior a la recogida, separación, o bien recogida selectiva de residuos, es decir, forma parte de la gestión de residuos. No tendremos en cuenta en la descripción de esta actividad, por lo tanto, las actividades de recogida, transporte, almacenamiento, etc., sino solo las relacionadas con el reciclaje de los productos.

En la actualidad existen procesos de reciclaje de numerosos materiales:

- Papel y cartón.
- Vidrio.
- Plásticos.
- Residuos orgánicos (compost).
- Residuos agrícolas.
- Residuos forestales.
- Neumáticos.

- Vehículos.
- Maderas.
- Metales.
- Aparatos eléctricos y electrónicos.
- Aceites y grasas.
- Pilas y acumuladores.
- Consumibles informáticos.
- Residuos procedentes de construcción y demolición de edificios.
- Textiles.
- Farmacéuticos.
- Etc.

El tratamiento de cada uno de estos residuos es una industria en sí misma, con procesos y actividades muy diferenciados para cada tipo de residuo.

2.7 Suministro de agua

El agua dulce es uno de los recursos más escasos del planeta, siendo igual de relevantes los problemas relacionados con la funcionalidad de los ecosistemas fluviales y la sobreexplotación de las cuencas y acuíferos subterráneos.

Como media, a nivel mundial el 65% del agua es usada en la agricultura, el 25% en la industria y un 10% para consumo humano. El crecimiento de la población mundial hace crecer la demanda de agua. El mal uso del agua, el poco aprovechamiento de este recurso y la regeneración de esta, se está convirtiendo en un problema a nivel mundial; son muchos los que afirman que el acceso al agua será en un futuro no muy lejano el precursor de conflictos sociales.

La gestión del agua se ha convertido en una actividad crucial en muchas sociedades, de ahí que de nuevo los gobernantes de diferentes áreas geográficas hayan legislado buscando la protección, el buen uso y la adecuada gestión de este recurso.

Los indicadores fundamentales de la gestión del agua son la eficiencia en el uso y, por otro lado, la generación de recursos hídricos a través de la reutilización y la desalinización del agua de mar.

La eficiencia en el uso está relacionada con la obtención de los recursos hídricos del agua, de forma que se afecte lo menos posible a los ecosistemas en los que el agua de calidad es necesaria. Por otro lado, la eficiencia está también relacionada con el ahorro de recursos hídricos en los ámbitos de mayor uso (agrícola e industrial); en este punto cobra vital importancia el estado de las infraestructuras de regadío, concretamente los sistemas de regadío que obtienen un mayor rendimiento del agua.

2. Descripción del Sector

La reutilización del agua una vez recuperada es una de las actividades que deberán tener un mayor desarrollo futuro, ya que en la actualidad los índices de reutilización son muy bajos y los índices de recuperación de aguas residuales están siendo muy altos en los países desarrollados.

La desalinización de aguas salobres fundamentalmente procedentes del mar es otra de las actividades con mayor desarrollo futuro, sobre todo en zonas geográficas con escasos recursos hídricos. Al tratarse de una tecnología relativamente joven, el desarrollo tecnológico futuro está asegurado, sobre todo en la mejora de los sistemas de filtrado y en la reducción del alto consumo energético que esta actividad supone.

La gestión compleja, integrada, eficiente y con un enfoque ecosistémico del agua como recurso estratégico puede proporcionar nuevas actividades y empleos más allá de los generados en actividades tradicionales de gestión del agua.

2.8 Gestión de espacios naturales. Protección de la naturaleza

La biodiversidad ocupa ahora un lugar más importante que nunca entre las prioridades de los países desarrollados y en concreto de la UE. Por ello, las actividades relacionadas con la conservación de

la biodiversidad y el fomento de la misma presentan un futuro muy prometedor.

Entre las actividades que se desarrollan dentro de esta eco-industria se encontrarían: la reforestación, el mantenimiento y mejora de superficies forestales, la recuperación de vías verdes y el cuidado de espacios naturales.

El cuidado de las masas forestales existentes, así como de su ampliación mediante el fomento de las actividades de repoblación forestal, tiene un alto interés, por un lado, por la escasa masa forestal que existe en determinadas regiones, en las cuales a la vez hay muchos terrenos ya no utilizados para explotaciones agrícolas por ser de calidad media o baja; y, por otro lado, porque una actuación potente de repoblación forestal permitiría, a medio y largo plazo, una reducción de las emisiones de CO₂ mediante el efecto de captación por parte de la masa forestal.

Otro aspecto importante de fomentar el desarrollo de nuevas masas forestales es la explotación maderera de estas, siendo ya esta actividad objeto de inversiones privadas, lo cual demuestra su viabilidad económica para determinados tipos de explotaciones forestales (maderas de calidad o especies de rápido crecimiento). El desarrollo de los servicios medioambientales ligados a la reforestación y cuidado de montes tiene adicionalmente una conexión directa con el ámbito de las energías renovables, a través de la biomasa. La

creación de centrales de generación de electricidad a partir de combustibles naturales debería considerar el potencial que tiene el aprovechamiento de los residuos procedentes de las labores de limpieza de montes y talas parciales.

Los espacios naturales sujetos a alguna figura de protección, a nivel regional (parque natural, reserva natural, etc.), nacional (parque nacional) o internacional (reserva de la biosfera), necesitan de servicios relacionados con el mantenimiento de las masas forestales, prevención y extinción de incendios, control de vertidos, gestión de los recursos hídricos, servicios de educación ambiental, gestión de especies, servicios veterinarios, etc.

Otro de los activos que se pueden explotar en relación a los espacios naturales es la marca de los mismos, es decir, asociar a productos de consumo la marca de procedencia relacionada con un entorno protegido, ya que se trata de productos elaborados por comunidades que viven dentro de espacios naturales y que son obtenidos teniendo en cuenta el respeto al medio ambiente. Son ya muchos los espacios protegidos que están explotando esta "denominación de procedencia".

El sector de las
Eco-industrias en Europa



El sector de las Eco-industrias en Europa

La Unión Europea ha adoptado importantes iniciativas para lograr el objetivo de integrar la sostenibilidad en las estrategias de crecimiento de los países miembros. Por ello impulsa políticas que buscan modelos de producción más sostenibles energéticamente, consumo responsable, limitación de la contaminación y uso de recursos y materiales de forma más eficiente. Los esfuerzos por mejorar la sostenibilidad podrían convertirse en una fecunda fuente de innovación y un importante factor de competitividad industrial, definidos como prioridades en las acciones políticas de la Unión Europea.

El primer hito en cuanto a integración medioambiental de las políticas comunitarias fue el V Programa de Política y Actuación en Materia de Medioambiente y Desarrollo Sostenible 1993-2000. El objetivo del V Programa era transformar el modelo de crecimiento comunitario, a fin de fomentar el desarrollo sostenible e intentar remediar los problemas medioambientales (cambio climático, contaminación de las aguas, gestión de los residuos, etc.), además de perseguir el establecimiento de nuevas relaciones entre los agentes que intervienen en el sector del medio ambiente. Para este programa, el esfuerzo medioambiental debía centrarse en la integración de las consideraciones medioambientales en cinco sectores prioritarios: industria, energía, transporte, agricultura y turismo.

En 1998, la Comisión Europea presentó al Consejo de Jefes de Estado y de Gobierno la “Estrategia para la integración del medio ambiente en las políticas de la Unión Europea”. Esta comunicación establece que la integración del medio ambiente en las diferentes políticas comunitarias debe ser una realidad, por tratarse de un instrumento de progreso, que crea valor añadido y empleo, por lo que los Estados miembros deben establecer sus propias estrategias en el marco de la estrategia común.

Otro hito clave fue la Estrategia de Lisboa, que, puesta en marcha en 2000, tenía como objetivo que Europa se convirtiera en la economía del conocimiento más competitiva y más dinámica del mundo para el año 2010, capaz de un crecimiento económico sostenible, acompañado de una mejora cuantitativa y cualitativa del empleo y de una mayor cohesión social.

El Plan de Actuación a favor de las Tecnologías Ambientales (PATA) fue adoptado por la Comisión Europea en enero de 2004, a fin de impulsar la innovación, el crecimiento y el desarrollo sostenible en Europa. El objetivo es mejorar la competitividad europea en este ámbito y obtener para la Unión Europea un papel reconocido de liderazgo mundial. El PATA pretende superar los numerosos obstáculos que dificultan el desarrollo de las tecnologías ambientales; en particular, la complejidad del paso de las tecnologías tradicionales a las nuevas y la falta de acceso a la financiación.

Para ello, el Plan generará un marco dinámico, destinado a mejorar las características energéticas y medioambientales de los productos y potenciar la utilización eficiente de estos por parte de los consumidores. Se pretende crear un “círculo virtuoso”: mejorar las características medioambientales generales de los productos durante todo su ciclo de vida, promoviendo y estimulando la demanda de mejores productos y tecnologías de producción y ayudando a las y los consumidores a elegir mejor, gracias a un etiquetado más coherente y simplificado.

Entre las acciones puestas en marcha destacan:

La Directiva sobre diseño ecológico

La Directiva sobre diseño ecológico establece normas para la definición de requisitos de diseño ecológico de los productos que consumen energía, desde la perspectiva del ciclo de vida. La Directiva establece medidas de aplicación sobre productos específicos y sus características medioambientales (como el consumo de energía, la producción de residuos, el consumo de agua o la prolongación de la vida útil).

Incluyen los productos que consumen energía y otros productos como los marcos de ventanas, cuyas propiedades de aislamiento influyen en la energía necesaria para calentar y refrigerar los edificios, y los aparatos que consumen agua, cuyo consumo influye en la energía necesaria para

3. El sector de las Eco-industrias en Europa

la calefacción. Se establecerá, pues, un solo marco comunitario para determinar los requisitos del diseño ecológico de estos productos a nivel comunitario y garantizar la eficacia y la coherencia de la legislación mediante un planteamiento común.

Etiquetado de los productos

Se ampliará el etiquetado energético a una gama de productos más amplia, que incluirá los productos que consumen energía y otros productos relacionados con la energía. Las categorías de etiquetado se determinarán en función de los resultados de la evaluación realizada contemplado el procedimiento descrito en la Directiva sobre diseño ecológico.

La etiqueta ecológica complementará la información proporcionada a las y los consumidores y tendrá carácter voluntario. Se utilizará como «etiqueta de excelencia» para indicar a las personas consumidoras qué productos reúnen unas características medioambientales determinadas tras considerar múltiples criterios medioambientales durante su ciclo completo de vida.

Incentivos y contratación pública ecológica

Puesta en marcha de incentivos para el desarrollo y la adquisición de productos con un buen comportamiento energético y medioambiental, y fomento de la contratación pública de productos con un mejor comportamiento ambiental.

La contratación pública ecológica se reforzará con medidas voluntarias, que actuarán como complemento de las medidas obligatorias descritas anteriormente y serán coherentes con las normas del mercado interior. La Comisión ofrecerá asesoramiento y herramientas para que los poderes públicos adopten prácticas de contratación pública más ecológicas.

Producción más económica

En el Plan de Acción se propone un conjunto de acciones integradas que generarán sinergias con la política para un consumo más inteligente y el desarrollo de mejores productos, tal como se indicaba en la sección anterior. Uno de los pilares sobre los que se va a sustentar esta producción más económica es el:

Apoyo a la innovación ecológica

La innovación en el campo de los bienes y servicios medioambientales constituye un elemento esencial de la buena aplicación de las políticas de sostenibilidad y es clave en la política de innovación.

Uno de los indicadores disponibles para medir el nivel de innovación es el número de patentes registradas en un ámbito determinado. Según la OCDE, aumentan las patentes sobre innovación ecológica registradas en la UE y los Estados miembros, y por ello desde Europa se quiere seguir potenciando esta generación de conocimiento.

Se establecerá un sistema de verificación medioambiental de las tecnologías a escala de la UE para ofrecer una verificación fiable, realizada por terceros, del rendimiento y el posible impacto de las nuevas tecnologías en el medio ambiente.

Mejora del potencial ambiental de las empresas

Mediante la implantación de sistemas de mejora del desempeño ambiental como es el Reglamento EMAS, ayudando a las empresas a optimizar sus procesos de producción, reduciendo el impacto medioambiental y mejorando la eficiencia del uso de los recursos. EMAS funciona como un sistema voluntario de gestión ecológica y auditoría medioambiental.

Con el fin de aprovechar plenamente el potencial de mejora de la eficiencia de los procesos de producción, se hará una profunda revisión del sistema para aumentar la participación de las empresas y reducir la carga administrativa y los costes a los que deben hacer frente las PYMES.

Además de las principales líneas de acción descritas anteriormente, se llevarán a cabo acciones como:

- La promoción de buenas prácticas a escala internacional. Se promoverán políticas de consumo y producción sostenibles.
- Promoción del comercio internacional de bienes y servicios respetuosos con el

medio ambiente. La liberalización del comercio de bienes y servicios medioambientales puede ayudar a difundir tecnología ecológica.

Estas iniciativas por parte de la Unión Europa van a provocar un mayor desarrollo de las eco-industrias, todas ellas muy relacionadas con las acciones desarrolladas o por desarrollar.

3.1 Facturación de las eco-industrias en Europa

Tal y como puede observarse en la Tabla 1, el conjunto de las eco-industrias en la UE-27 alcanzaron en 2008 una facturación de 319 mil millones de euros (2,5% del PIB). En la siguiente tabla se muestra el reparto de la facturación por tipo de industrias.

Tabla 1. Facturación de la eco-industria europea, en miles de millones de euros.

Eco-industria	2004	2008
Gestión de residuos	70,47	92,20
Suministro de agua	48,34	63,24
Gestión de aguas residuales	30,44	34,32
Reciclado de materiales	29,96	54,81
Energías renovables	12,69	26,32
Control de la contaminación atmosférica	6,67	7,23
Gestión de la biodiversidad	4,99	6,75
Suelos contaminados	5,96	6,35
Ruido y vibraciones	1,04	
Otros	21,55	26,66

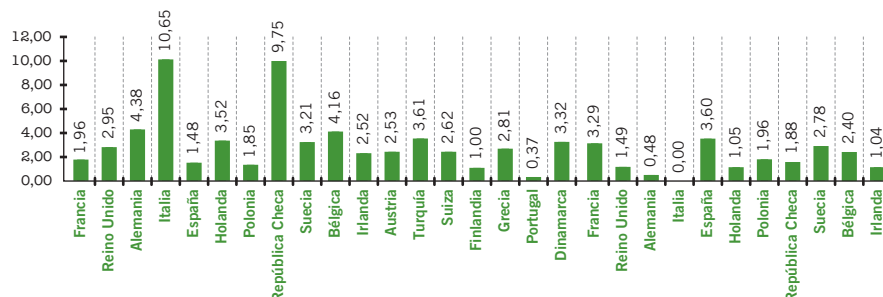
Fuente: Ecorys. Study on the Competitiveness of the EU eco- industry. Final Report.

De acuerdo con su peso económico, los cuatro subsectores más importantes son: gestión de residuos (30%), suministro de agua (20%), tratamiento de aguas residuales (13%) y reciclaje de materiales (13%).

Por países, en el año 2004, Francia, Alemania, Reino Unido e Italia concentraban el 61% de la facturación. En 2008, este

porcentaje pasa al 58%, ya que la ampliación a 27 miembros de la Unión Europea supuso la entrada de países con un gran peso en eco-industrias, como son Bulgaria y Eslovenia, países en los que la aportación de las eco-industrias al PIB está próximo al 10%. En el gráfico 1 está representada la aportación de las eco-industrias al PIB de cada estado miembro.

Gráfico 1. Aportación al PIB nacional de las eco-industrias en la UE, (%).



Fuente: Ecorys. Study on the Competitiveness of the EU eco- industry. Final Report.

3. El sector de las Eco-industrias en Europa

3.2 Empleo generado por las eco-industrias en Europa

El empleo directo generado por las eco-industrias en 2008 fue de 3,4 millones de puestos de trabajo. En la tabla 2 podemos observar la evolución del empleo desde el año 2000.

Tabla 2. Empleos directos de la eco-industria en millones.

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
EMPLEOS	2,00	2,38	2,42	2,50	2.754	2,91	3,05	3,23	3,44

Fuente: Ecorys. Study on the Competitiveness of the EU eco- industry. Final Report.

En la tabla 3 se encuentran los datos relativos al empleo generado en cada una de las eco-industrias y la evolución del mismo en el periodo 2000-2008.

Tabla 3. Empleo por eco-industria, años 2000 y 2008.

Industria	Empleo 2000	Empleo 2008	Tasa de incremento anual
Gestión de residuos	844.766	1.466.673	7,14%
Suministro de agua	417.763	703.758	6,74%
Reciclado de materiales	229.286	512.337	10,57%
Aguas residuales	253.554	302.958	2,25%
Otros	129.313	193.854	5,19%
Energías renovables	49.756	167.283	16,37%
Gestión de la biodiversidad	39.667	49.196	2,73%
Contaminación atmosférica	22.600	19.067	-2,10%
Suelos contaminados	14.882	18.412	2,70%
Ruido y vibraciones	4.176	7.563	7,71%
Total	2.005.763	3.441.102	6,98%

Fuente: Ecorys. Study on the Competitiveness of the EU eco- industry. Final Report.

Como se desprende de la tabla anterior, durante el periodo 2000-2008 el empleo en el sector de las eco-industrias creció en un 6,98% en términos globales, alcanzando una cifra total en 2008 de 3,44 millones de trabajadores, lo que representa un volumen superior en la Unión Europea a las personas trabajadoras del sector de la fabricación de automóviles y del sector farmacéutico.

La política medioambiental contribuye a un cambio estructural en el empleo hacia los llamados “empleos verdes”. Las eco-industrias son en sí una fuente importante de nuevos puestos de trabajo. Las políticas ambientales constituyen en general un catalizador para la creación de puestos de trabajo, no encontrando ejemplos de la política ambiental que ocasionen pérdidas de empleo.

El sector de las Eco-industrias en España



El sector de las Eco-industrias en España

En el mes de noviembre de 2007 el Consejo de Ministros aprobaba la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible, con la que se pretende seguir desarrollando en España las políticas impulsadas desde la Unión Europea. Esta estrategia marca unos objetivos claros:

- Aumentar el ahorro y la eficiencia en el uso de los recursos en todos los sectores.
- Prevenir la contaminación, reducir la generación de residuos y fomentar la reutilización y el reciclaje de los generados.
- Mejorar la calidad del aire, especialmente en zonas urbanas.
- Optimizar energética y ambientalmente las necesidades de movilidad de las personas y los flujos de mercancías.
- Revalorizar el sistema turístico en clave de sostenibilidad.
- Reducir las emisiones a través de:
 - a) un mayor peso de las energías renovables en el mix energético; b) una mejora de la eficiencia energética en transporte y edificación; c) medidas sectoriales; y d) instrumentos de mercado.
- Integrar la adaptación al cambio climático en la planificación de los sectores económicos.

■ Asegurar la sostenibilidad ambiental y la calidad del recurso hídrico, garantizando el abastecimiento a la población y su uso productivo y sostenible.

■ Frenar la pérdida de biodiversidad y del patrimonio natural a través de la conservación, restauración y gestión adecuada, compatible con una producción ambientalmente sostenible de los recursos naturales.

■ Promover un desarrollo territorial y urbano sostenible y equilibrado, incentivando el desarrollo sostenible especialmente en el medio rural.

Como podemos observar, la mayor parte de estos objetivos son potenciadores de la actividad de las eco-industrias. De otro modo, sin el desarrollo de las eco-industrias en España no se pueden conseguir estos objetivos, por lo que las mismas necesitarían un impulso del sector público. Un respaldo en este sentido lo ha tenido el sector con la publicación del Proyecto de Ley de Economía Sostenible.

En el texto del Proyecto de Ley se menciona que España tiene el objetivo para el año 2020 de reducir un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero respecto de los niveles de 1990, de alcanzar un consumo del 20% de energías renovables sobre el total de consumo de energía y de que al menos un 10% de consu-

mo de energía en el sector transporte provenga de fuentes renovables. Conseguir esta sostenibilidad medioambiental que propone la Ley de Economía Sostenible pasa por la toma de medidas que tendrán consecuencias positivas directas o indirectas en el sector de las eco-industrias.

Estas políticas ambientales, así como la creciente conciencia ambiental, vienen actuando como elementos impulsores que propician un crecimiento de la demanda de actividades socioeconómicas generadoras de bienes y servicios ambientales, para prevenir, medir, controlar, limitar, minimizar y corregir el daño ambiental y el agotamiento de los recursos, al tiempo que fomentan los productos ecológicos y las actitudes saludables en España.

En España, se estima que la eco-industria ha facturado cerca de 19.500 millones en el año 2008. Se ha pasado de unos 158.500 puestos de trabajo en 1998 a más de 530.000 en 2009, un cambio que representa un incremento del 235%.

El empleo en el sector ambiental en España representa en 2009 un 2,62% de la población ocupada, frente al 1,5% en Francia (año 2006), el 2,3% en Dinamarca (año 2000), el 1,3% en Bélgica (año 1999), el 3,2% en Alemania (año 1998) o el 2,4% en Austria (año 1998). Esto, teniendo en cuenta la evolución que se haya producido en los países indicados, posiciona a España en la media europea.

4. El sector de las Eco-industrias en España

En la tabla 4 se muestran los datos de empleo en función de las diferentes actividades que componen las eco-industrias, en el año 2009.

Tabla 4. Empleo directo en las eco-industrias españolas, año 2009.

SECTORES DE ACTIVIDAD	Empleos	%
Gestión y tratamiento de residuos	140.343	26,43%
Energías renovables	109.368	20,60%
Tratamiento y depuración de aguas residuales	58.264	10,97%
Sector público	53.072	10,00%
Agricultura y ganadería ecológicas	49.867	9,39%
Gestión de zonas forestales	32.400	6,10%
Servicios ambientales a empresas	26.354	4,96%
I+D+i ambiental	21.929	4,13%
Empleo ambiental en la industria y los servicios	20.004	3,77%
Gestión de espacios naturales	10.935	2,06%
Educación ambiental	7.871	1,48%
Tercer sector	540	0,10%
TOTAL	530.947,00	100%

En la tabla 5 podemos observar la evolución del empleo entre el año 1998 y 2009 en cada una de las actividades.

Tabla 5. Empleo por actividades en los años 1998 y 2009.

SECTOR DE ACTIVIDAD	1998	2009	Variación porcentual
Energías renovables	3.522	109.368	3.005%
Educación e información ambiental	900	7.871	775%
Servicios ambientales a empresas	6.100	26.354	332%
Tratamiento y depuración de aguas residuales	15.357	58.264	279%
Gestión y tratamiento de residuos	37.226	140.343	277%
Agricultura y ganadería ecológicas	23.278	49.867	114%
Gestión de zonas forestales	22.980	32.400	41%
Sector público ambiental	43.308	53.072	23%

Fuente: Fundación Biodiversidad y Observatorio de la Sostenibilidad en España. Informe Empleo Verde en una Economía Sostenible. 2010.

Evaluar la evolución del empleo en las eco-industrias en los últimos diez años en España no es tarea fácil, ya que la estimación del Ministerio de Medio Ambiente de 1998 y la realizada por la Fundación Biodiversidad y Observatorio de la Sostenibilidad en España, responden a metodologías distintas, con un enfoque macroeconómico aquel y microeconómico este, y con divergencias en los sectores considerados y lo que ha de considerarse “empleo verde”. Por ejemplo, abastecimiento de agua, parques y jardines y limpieza viaria, que están incluidos en los datos estimados por el Ministerio de Medio Ambiente en 1998, no son considerados en el informe más reciente.

Excluyendo las cantidades correspondientes al abastecimiento de agua, parques y jardines y limpieza viaria, no consideradas como empleo verde en las estimaciones más actuales, el cambio que se ha experimentado entre aquella fecha y 2009 es muy considerable, al pasar de unos 158.500 puestos de trabajo en 1998 a alrededor de 531.000 en 2009.

El empleo en la eco-industria ha crecido en este período de forma considerable, tanto en el tratamiento y depuración de aguas residuales como en la gestión y tratamiento de residuos. La población ocupada en estas actividades se ha multiplicado casi por cuatro. Pero, al mismo tiempo, ha crecido de forma espectacular el empleo en energías renovables, que se ha multiplicado por más de treinta en los ser-

vicios ambientales a empresas, y el empleo en las empresas industriales y de servicios, así como en educación e información ambiental. La evolución ha sido mucho más moderada en agricultura y ganadería ecológica, que se ha multiplicado por más de dos, y en gestión de zonas forestales y el sector público ambiental, que han crecido menos de un 50%.

Si, al igual que en casos anteriores, eliminamos de los datos de 1998 el empleo en eco-industrias no consideradas hoy como tal (abastecimiento de agua, parques y jardines y limpieza viaria), el peso del empleo en el sector ambiental con respecto a la población empleada ha crecido, siendo en 1998 un 1,12% del empleo total frente al 2,81% en 2009.

El estudio microeconómico realizado para la elaboración del Informe empleo verde en una economía sostenible pone de manifiesto que en las actividades de depuración de aguas residuales, energías renovables, servicios ambientales a las empresas y educación ambiental hay un mayor número de empresas que han creado empleo que las que lo han destruido.

4.1 Reparto autonómico del empleo

Es interesante analizar el empleo en las comunidades autónomas. En la tabla 6 se exponen los datos de empleo por comunidad autónoma y actividad. En cuatro comunidades autónomas se concentra el 57% del empleo. Cataluña aparece como la comunidad autónoma con más empleo en el sector, 93.600 trabajadoras y trabajadores (18%), seguida de Andalucía con 91.517 (17%), Madrid con 62.494 (12%) y la Comunidad Valenciana con 54.279 empleos (10%).

Cataluña y Comunidad Valenciana presentan el mayor número de personas trabajadoras en las actividades de gestión y tratamiento de residuos, seguidas de energías renovables y tratamiento de aguas residuales. La Comunidad de Madrid, en cambio, tiene el mayor número de trabajadores y trabajadoras en energías renovables, seguidas de tratamiento de residuos y tratamiento de aguas residuales. En Andalucía, la actividad con mayor empleo es la agricultura y ganadería ecológica, seguida de la gestión y tratamiento de residuos y de las energías renovables.

4. El sector de las Eco-industrias en España

Tabla 6. Empleo por Comunidades Autónomas y actividad. 2009.

Comunidad Autónoma	Tratamiento de depuración de aguas residuales	Gestión y tratamiento de residuos	Energías renovables	Gestión de zonas residuales	Servicios ambientales a empresas	Educación en información ambiental	Agricultura y ganadería ecológica	Gestión de espacios naturales	Empleo ambiental en industrias y servicios	Sector Público	I+D+I Ambiental	Tercer sector	TOTAL
Andalucía	8.703	15.773	13.627	8.400	7.929	1.561	20.040	3.609	2.126	7.333	2.416		91.517
Aragón	2.134	5.406	4.107	615	401	255	2.952	301	577	2.189	711		19.648
Asturias	650	3.657	2.300	696	367	131	567	218	386	773	344		10.089
Baleares	1.732	4.480	1.309	226	217	214	1.782	224	290	729	170		11.373
Canarias	2.658	5.029	2.194	369	334	263	646	786	737	920	492		14.428
Cantabria	604	1.300	1.063	266	216	230	438	109	219	436	198		5.079
Castilla-La Mancha	1.950	7.109	4.956	738	267	345	5.395	563	533	791	316		22.963
Castilla y León	2.026	10.068	7.008	5.000	851	567	1.324	1.181	710	1.010	1.065		30.810
Cataluña	14.503	27.755	20.917	3.055	5.825	1.775	4.827	1.000	4.389	4.921	4.693		93.660
Comunidad Valenciana	7.452	18.846	11.785	1.681	4.322	485	2.417	271	2.150	2.928	1.942		54.279
Extremadura	712	1.676	2.088	778	284	296	3.063	667	222	430	203		10.419
Galicia	1.624	7.092	5.059	4.900	451	345	1.006	896	1.052	1.044	944		24.413
La Rioja	402	2.329	814	266	150	41	616	269	126	579	128		5.720
Madrid	7.531	15.803	20.604	1.804	2.837	542	488	389	4.204	2.843	5.449		62.494
Murcia	1.856	6.245	2.512	327	201	214	2.506	98	598	282	628		15.467
Navarra	682	1.980	2.796	533	217	205	1.311	68	449	555	532		9.328
País Vasco	3.045	5.763	6.158	2.747	1.485	394	489	185	1.210	1.028	1.698		24.202
Ceuta y Melilla	0	32	71	0	0	8	0	0	26	10	0		147
No territorializados								101		24.271		540	24.912
TOTAL	58.264	140.343	109.368	32.400	26.354	7.871	49.867	10.935	20.004	53.072	21.929	540	530.948

Fuente: Fundación Biodiversidad y Observatorio de la Sostenibilidad en España. Informe Empleo Verde en una Economía Sostenible. 2010.

4.2 Tendencias del sector en España

Como se ha indicado anteriormente, uno de los objetivos de la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible es el de “fomentar el consumo y la producción sostenibles”, para lo que se antoja necesaria una modificación de los actuales patrones de vida, hábitos de consumo y formas de producción industrializada que rigen el vigente modelo de desarrollo, de cara a propor-

cionar nuevos yacimientos de empleo y a reconducir el empleo destruido en los ámbitos que manifiestan una mayor situación de insostenibilidad (transporte, construcción, energía, etc.).

En el estudio realizado para el desarrollo del Informe de Empleo Verde en una Economía Sostenible elaborado por la Fundación Biodiversidad y el Observatorio de la Sostenibilidad en España, se llevó a cabo una encuesta en la que se

le pedía a las empresas que expresaran su opinión sobre el crecimiento en los próximos tres años. Los datos recogidos en 2009 permiten observar que, a pesar de que existe gran incertidumbre en un contexto de crisis económica generalizada, las perspectivas de crecimiento a corto plazo de un alto porcentaje de empresas son moderadamente optimistas. Los datos de esta encuesta aparecen en la tabla 7.

La gran incertidumbre acerca de la evolución de la facturación a corto plazo se hace notar en el alto porcentaje de empresas que no han sabido contestar a la pregunta planteada sobre sus expectativas de crecimiento de dicha variable (19,5%).

Tabla 7. Expectativas de crecimiento de facturación en los próximos tres años.

	Tratamiento de aguas residuales	Gestión y tratamiento de residuos	Energías renovables	Gestión de zonas forestales	Servicios ambientales	Educación ambiental	Total
Más de un 100%	0,7%	0,3%	0,7%	0,0%	2,0%	0,0%	0,5%
Entre el 50% y el 100%	1,6%	0,6%	3,9%	0,0%	6,4%	0,0%	1,6%
Entre el 25% y el 49%	2,7%	2,4%	4,5%	2,2%	2,8%	3,0%	2,8%
Entre el 10% y el 24%	7,2%	7,3%	15,4%	4,0%	14,5%	7,6%	8,9%
Entre el 5% y el 9%	13,9%	14,5%	11,1%	10,7%	16,8%	15,1%	13,9%
Menos del 5%	34,5%	34,7%	26,6%	51,4%	19,6%	35,1%	33,2%
Negativas	14,5%	24,0%	14,8%	19,7%	15,6%	10,2%	19,5%
NS/NC	24,9%	16,2%	22,9%	12,0%	22,1%	28,9%	19,5%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Fundación Biodiversidad y Observatorio de la Sostenibilidad en España. Informe Empleo Verde en una Economía Sostenible. 2010.

La mayoría de empresas espera crecimientos positivos, aunque moderados (un 33,2% espera crecer menos del 5% y un 13,9% entre un 5% y un 9%), y un porcentaje de cierta relevancia espera niveles de crecimiento relevantes o muy relevantes (un 8,9% espera crecer entre un 10% y un 24%, un 2,8% entre un 25% y un 49%, y un 1,6% entre un 50% y un 100%).

Dos sectores destacan del resto, el de energías renovables y el de servicios ambientales a empresas, debido a que

presentan las expectativas de crecimiento más optimistas. En ambos, el porcentaje de empresas que esperan crecimientos relevantes (más del 10%) es superior al 24%, muy por encima de la media (13,9%). El 6,4% de empresas del sector de servicios ambientales prestados a empresas y entidades espera crecer entre el 50% y el 100%, y un 2% espera doblar su facturación (crecimiento superior al 100%) en los próximos tres años.

Si atendemos a las perspectivas para los diferentes sectores tenemos:

Tratamiento de aguas residuales

Con 58.264 puestos de trabajo (el 11% del total de empleo), se trata de una actividad que presenta un escenario similar al de la gestión y tratamiento de residuos. Este sector se acerca a la fase de madurez y ha evolucionado muy favorablemente en la última década gracias al desarrollo del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales 1995-2005 y al endurecimiento de la normativa sectorial en materia de calidad de aguas para actividades industriales. Aunque su

4. El sector de las Eco-industrias en España

crecimiento futuro está también garantizado por el déficit de tratamiento aún existente y las necesidades de recuperación de aguas residuales que el déficit hídrico genera, su capacidad de creación de empleo está entrando en una fase de desaceleración.

Se va a seguir produciendo una generación moderada debido al potencial existente en materia de diseño y construcción de sistemas de reutilización de aguas (tan sólo el 13% del total de aguas depuradas están siendo reutilizadas), la construcción de nuevas estaciones de depuración de aguas residuales previstas en el Plan Nacional de Calidad de Aguas 2007-2015 y la construcción y mantenimiento de depuradoras de aguas residuales industriales.

Gestión de residuos

La actividad de mayor peso en la creación de empleo en la eco-industria española es la gestión de residuos, que concentra más de una cuarta parte del empleo total en estas actividades (140.343 puestos de trabajo, el 26,4% del total). Se trata de una de las actividades más desarrolladas e implantadas a nivel de todo el territorio, y cuya expansión ha venido determinada, por un lado, por el aumento de la generación de residuos, como consecuencia del aumento de la población y del aumento de la generación de residuos por persona; y por otro lado, por la entrada en vigor de un cuerpo normativo sólido (espe-

cialmente la Ley 10/1998, de Residuos) y una planificación pública que han creado un marco institucional y económico más adecuado para el desarrollo de este tipo de actividades (Plan Nacional Integrado de Residuos 2007-2015, PNIR, y los consiguientes planes integrales de residuos de las comunidades autónomas).

La propia madurez del sector, los avances tecnológicos que se están produciendo y los previsible cambios de hábitos ciudadanos y prácticas empresariales permiten anticipar una clara tendencia al estancamiento en el crecimiento del sector. En los últimos años es donde ha crecido menos el empleo.

Energías renovables

Es el segundo sector con mayor expectativa de crecimiento. Se trata de una actividad que no sólo no ha agotado su potencial de crecimiento, sino que se encuentra en los inicios de la fase de despegue. Según las estimaciones ofrecidas por el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España (2005-2010), el volumen de empleo generado en este sector como consecuencia de la puesta en marcha de las medidas propuestas en él podría ascender a 200.000 puestos de trabajo para el año 2010, cifra que incluye también la generación de empleos indirectos, lo que indica que el potencial de generación de empleo a corto y medio plazo de este sector es muy significativo. Se trata de un sector muy sujeto a la

acción política y un cambio en la reglamentación en relación con las bonificaciones a la producción podría incidir sobre el potencial de crecimiento.

Gestión de zonas forestales y espacios naturales protegidos

Con 43.335 puestos de trabajo estas actividades han estado sujetas a las políticas forestales y al incremento de la superficie total protegida en España, que ha crecido de forma considerable en los últimos 20 años. Sin embargo, el porcentaje de dichos espacios que cuenta con instrumentos de planificación y gestión es todavía escaso, lo que ha supuesto una dotación inferior a la necesaria para su adecuada gestión de los recursos, equipamientos y personal.

En la actualidad se dan ciertos factores que tenderán a estimular la generación de empleo en este sector. Entre ellos destacan la lucha contra el cambio climático (prevención de incendios forestales, repoblación, selvicultura), la utilización de la biomasa forestal como fuente de energía renovable, la puesta en marcha de estrategias de desarrollo rural o el incremento de la demanda de productos con certificación forestal, aunque la baja rentabilidad de las explotaciones forestales pone en peligro este crecimiento potencial.

Otra circunstancia por la que se prevé un crecimiento del sector es que España tiene un 28% de superficie ocupada por la Red

Natura 2000, el principal instrumento de protección de la biodiversidad de la UE, muy por encima de la media europea (17%). En cuanto al espacio nacional protegido, declarado así bajo la legislación estatal y autonómica, apenas se alcanza un 9% del territorio total, muy por debajo de la media europea, que se sitúa en el 14%. Es razonable suponer que este porcentaje evolucione hasta cubrir la mayor parte de la superficie que integra la Red Natura.

Servicios ambientales a empresas y entidades

Se engloban en este epígrafe las empresas de consultoría, ingeniería y auditoría ambientales, las cuales representan el 5% de empleo del sector (26.354 ocupados). Este subsector ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años a consecuencia del desarrollo de un marco legislativo muy favorable y un mayor control en su aplicación: legislación específica sobre nuevos ámbitos de gestión ambiental (suelos y ruido, fundamentalmente), revisión de normas obsoletas y puesta en marcha de nuevos mecanismos que han provocado un cambio de enfoque en el control de la contaminación por parte de las empresas y las administraciones públicas (Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación), mayor presión y control de la Administración, etc.

Se augura una evolución marcadamente positiva a medio y largo plazo en esta actividad. Buscando cada vez más una finalidad preventiva y de ecodiseño del proceso de producción y de las políticas, se favorecerá el crecimiento de la componente de empleo verde de este sector, potenciado, a su vez, por la legislación, que apunta en este sentido.

Control de la contaminación atmosférica

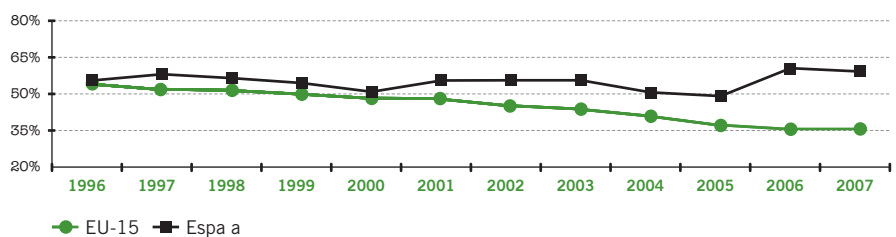
Hasta el momento este sector se ha centrado fundamentalmente en gases no relacionados con el cambio climático, de efecto más local pero con importantes impactos negativos sobre la calidad del medio ambiente (por ejemplo la lluvia ácida). España se encuentra aún lejos del cumplimiento de los techos nacionales de emisiones de contaminantes que fija la normativa europea, lo que implica un margen de crecimiento del sector.

Además, existe un importante potencial para el sector derivado de las actividades de captura y almacenamiento de carbono, que hasta ahora se encuentran en una fase de desarrollo experimental, con 12 plantas piloto previstas en la UE, una de ellas ubicada en España.

Reciclaje de materiales

Como se puede observar en el gráfico 2, la tasa de producción de residuos urbanos en España está ligeramente por encima de la media de la UE15, con una tendencia descendente desde el año 2003. Respecto al tratamiento de residuos, España se encuentra entre los países europeos que destinan mayor cantidad de residuos a vertedero (60%), muy por encima de la media europea (35%), en detrimento de otras opciones, como el reciclaje, el compostaje o la incineración con recuperación energética que suponen una mayor valorización.

Gráfica 2. Porcentaje de residuos que van a vertedero (%).



Fuente: Informe Económico del Presidente del Gobierno, 2009.

4. El sector de las Eco-industrias en España

Los objetivos del vigente Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2007-2015 constituyen una gran palanca de desarrollo de este sector. Se plantea, entre otros objetivos, disminuir los residuos destinados a vertedero al 35% a partir de 2016 respecto al nivel de 1995, y aumentar los residuos recogidos para el reciclado a partir de 2015 entre un 80% (Papel y vidrio) y un 100% (plástico y metales) respecto al nivel de 2006. No se trata sino de buscar la obligatoria convergencia con Europa, por lo que el sector de la recuperación, reciclado y valorización de residuos deberá seguir siendo una actividad económica en crecimiento.

También aparecen grandes posibilidades de exportación de tecnología e internacionalización empresarial, sobre todo hacia los nuevos Estados Miembros, que se encuentran aún muy alejados de los objetivos derivados de la legislación comunitaria en esta materia.

Sector público

La actividad del sector público responde a la necesidad de dar respuesta a las diversas y crecientes competencias estatales, autonómicas y locales en materia de medio ambiente: política ambiental, desarrollo de un marco jurídico, control y vigilancia del cumplimiento de la legislación ambiental y ejecución directa de determinadas actividades y programas de contenido ambiental en los distintos niveles de la administración pública (ministerios, consejerías, diputaciones y municipios).

Según las estimaciones realizadas por la Fundación Biodiversidad y el Observatorio de la Sostenibilidad en España, el sector público genera en su conjunto 53.072 empleos, lo que representa un 10% del total. Este sector no constituye a corto y medio plazo una fuente relevante de generación de empleo directo, aunque sí indirecto, dada la actual tendencia a la subcontratación de servicios tanto a entidades colaboradoras de la Administración como a empresas del sector de servicios a empresas y entidades públicas (ingeniería y consultoría ambiental, educación ambiental, participación y comunicación, etc.).

I+D+i ambiental

Con 21.929 puestos de trabajo, el 4,1% del empleo ambiental, también ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años. En este caso, el impulso ha respondido al crecimiento generalizado del empleo en actividades de I+D en los últimos años, debido al atraso relativo en materia investigadora de España respecto a otros países del entorno europeo. En este contexto, la participación de la I+D+i ambiental ha ido en aumento, a causa del compromiso y esfuerzo presupuestario de las administraciones públicas y de la explotación de ciertas ventajas competitivas en determinados sectores considerados estratégicos.

Los ejemplos más notorios son los de las energías renovables y el cambio climáti-

co, que figuran como líneas de investigación prioritizadas tanto en programas de financiación públicos españoles como europeos.

A modo de resumen, España tiene que realizar un importante esfuerzo inversor para alcanzar sus compromisos medioambientales dentro de la UE, la mayor parte de ellos establecidos en las diferentes Directivas y, por lo tanto, de obligado cumplimiento. Este importante esfuerzo inversor beneficiará a la actividad y el empleo de la eco-industria en España, y le permitirá acercarse a los países de la UE que se encuentran actualmente a la cabeza, que cuentan con un sector ya maduro y constituyen buenas referencias.

Según los datos disponibles, el crecimiento anual del empleo de este sector en la UE ha sido del 6,5% en los últimos 8 años (2000-2008). Los estudios más recientes señalan que es previsible que este crecimiento se mantenga en los próximos años. Para España, con unas tasas de empleo dedicado a la eco-industria por debajo de la media europea, es razonable suponer que este crecimiento podrá continuar en los próximos años hasta alcanzar la convergencia.

Las Eco-industrias
en Andalucía



Las Eco-industrias en Andalucía

Andalucía, en línea con las políticas europeas y nacionales, ha realizado un gran esfuerzo para adaptarse a esta nueva forma integrada de considerar el medio ambiente. Por ello ha elaborado planes e implantado estrategias de carácter ambiental, además de incorporar los aspectos ambientales de forma transversal en sus distintas políticas sectoriales.

El instrumento para aplicar la política ambiental en la comunidad autónoma ha sido el Plan de Medio Ambiente de Andalucía 2004-2010. Con él se desarrollan a escala autonómica los principios estratégicos esenciales en materia de medio ambiente.

Dentro de los programas recogidos en dicho plan, habría que destacar los del área 2, denominada “Sostenibilidad del desarrollo socioeconómico”, que tratan de favorecer la integración ambiental, económica y social del desarrollo en dicha comunidad:

- Programa de producción y consumo sostenible.

- Programa de integración sectorial.

- Programa de fomento de los bienes, servicios y tecnologías ambientales.

El objetivo común de todos ellos es hacer que el medio ambiente sea un factor de desarrollo y de crecimiento empresarial y no un obstáculo del progreso económico y social. Para ello, se incentiva a las empresas a adoptar medidas de carácter voluntario para aumentar su rendimiento ecológico, produciendo “un volumen igual o superior de productos, utilizando menos recursos y generando menos residuos”.

Estos incentivos dirigidos a las empresas son muy importantes para introducir cambios en los patrones de producción, pero deben ser reforzados mediante actuaciones que reorienten la demanda hacia productos y servicios mejores desde el punto de vista ambiental.

Hay que destacar también la Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible (EADS), que nace de la necesidad de enfocar, de forma equilibrada e integral, las cuestiones relativas al medio ambiente y al desarrollo a nivel regional, exponiendo unos compromisos en el marco de una Agenda 21 por la sostenibilidad.

La Agenda 21 regula cómo plantear este compromiso por la sostenibilidad en los distintos ámbitos, insistiendo en la labor importantísima que debe desempeñar la autoridad local en la educación y movilización del público en pro del desarrollo sostenible. Existen numerosas organizaciones adheridas a ella y que han ratificado su compromiso.

5. Las Eco-industrias en Andalucía

5.1 Volumen del sector en Andalucía

Al igual que en otros ámbitos, la concienciación ciudadana y la regulación ha supuesto la activación de las eco-industrias en Andalucía. Según datos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, en el año 2006 la facturación generada por este sector se estimaba en 5.734,3 millones de euros y daba empleo a 86.363 trabajadores y trabajadoras. En la tabla 8 están representadas las facturaciones para el año 2006, según la clasificación de la eco-industria que realiza la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

El reparto provincial de la facturación de las eco-industrias en Andalucía está representado en la tabla 9. Como se observa, la provincia de Sevilla con el 29% de la facturación, es la provincia con mayor actividad de empresas del sector. A continuación se sitúan Cádiz y Málaga con un 14 y 13% respectivamente. El resto de provincias se encuentran en el mismo nivel con leves diferencias.

Tabla 8. Facturación de las eco-industrias andaluzas, 2006. En miles de euros.

ACTIVIDAD	Importe	Porcentaje
Gestión de residuos, reciclaje y descontaminación de suelos.	1.625.763,9	28,35%
Agricultura, ganadería y pesca ecológica	1.229.274,0	21,44%
Gestión sostenible de los recursos hídricos	1.113.818,7	19,42%
Ecoturismo	400.492,2	6,98%
Gestión de espacios protegidos y actividades forestales sostenibles	332.038,7	5,79%
Gestión sostenible de la energía	315.255,2	5,50%
Investigación y desarrollo en materia ambiental	302.983,7	5,28%
Otros: Consultoría e ingeniería ambiental multi-ámbito	281.245,0	4,90%
Gestión ambiental del medio atmosférico	88.853,9	1,55%
Educación y sensibilización ambiental	44.571,9	0,78%
Total	5.734.297,2	100%

Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Tabla 9. Facturación por provincias de las eco-industrias. Año 2006. En miles de euros.

PROVINCIA	Importe	Porcentaje
Sevilla	1.557.053	27%
Cádiz	808.635	14%
Málaga	728.639	13%
Granada	602.030	10%
Huelva	530.567	9%
Jaén	517.352	9%
Almería	503.670	9%
Córdoba	486.353	9%
TOTAL ANDALUCÍA	5.734.299	100%

Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

5.2 El empleo en las eco-industrias andaluzas.

El número de personas trabajadoras y el reparto en cada una de las actividades lo encontramos en la tabla 10. Estos datos, los últimos publicados, proceden de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y corresponden al año 2006.

En la distribución provincial, la que mayor volumen de empleo ambiental registra es Sevilla (23%), a la que sigue a una distancia considerable Cádiz (15%). A continuación, Granada, Huelva y Málaga, todas ellas con un peso relativo en el total de la región próximo al 12%, correspondiendo a Jaén y Córdoba en torno al 10%, y a Almería el 8% del total de empleo ambiental estimado.

En relación con el reparto de los empleos según sexo, los datos publicados por la Consejería denotan un acusado desequilibrio en el reparto del empleo ambiental en Andalucía entre hombres y mujeres, con una participación del empleo femenino de tan sólo un 27%.

Si atendemos a otras fuentes más actualizadas, como el *Informe Empleo Verde en una Economía Sostenible* de la Fundación Biodiversidad y el Observatorio de la Sostenibilidad en España, el reparto de las personas trabajadoras en las diferentes actividades se basa en criterios de asignación diferentes, por lo que en muchos casos no son comparables a los publicados por la Consejería de Medio Ambiente (ver tabla 11).

Tabla 10. Personas trabajadoras por actividad, año 2006

ACTIVIDAD	Trabajadores/as	Porcentaje
Agricultura, ganadería y pesca sostenibles	26.378	31%
Gestión de residuos, reciclaje y descontaminación de suelos, masas y cursos de agua	21.322	25%
Gestión sostenible de los recursos hídricos	10.320	12%
Gestión de espacios protegidos y actividades forestales sostenibles	8.018	9%
Ecoturismo	6.047	7%
Otros servicios ambientales no clasificables	3.957	5%
Educación y sensibilización ambiental	3.427	4%
Gestión sostenible de la energía	2.073	2%
Actividades internas de protección ambiental en la industria no ambiental	1.797	2%
Investigación y desarrollo en materia ambiental	1.695	2%
Gestión ambiental del medio atmosférico	1.325	2%
Total	86.359	100%

Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Tabla 11. Personas trabajadoras empleadas en las eco-industrias, año 2009

ACTIVIDAD	Trabajadores/as	Porcentaje
Ganadería y agricultura ecológica	20.040	21,90%
Gestión y tratamiento de residuos	15.773	17,24%
Energías renovables	13.627	14,89%
Gestión de espacios protegidos y masas forestales	12.009	13,12%
Tratamiento de aguas residuales	8.703	9,51%
Servicios ambientales a las empresas	7.929	8,66%
Empleo público ambiental	7.333	8,01%
I+D+i ambiental	2.416	2,64%
Actividades internas de protección ambiental	2.126	2,32%
Educación e información ambiental	1.561	1,71%
TOTAL	91.517	100%

Fuente: Fundación Biodiversidad y Observatorio de la Sostenibilidad en España.. Informe Empleo Verde en una Economía Sostenible.

5. Las Eco-industrias en Andalucía

Aunque los datos no son comparables por actividades debido a las diferencias en el criterio de asignación, podemos observar un aumento de trabajadoras y trabajadores entre los años 2006 y 2009; un aumento del 6% que se puede calificar de muy positivo teniendo en cuenta que han sido años de recesión económica en la mayor parte de las economías desarrolladas.

5.3 Inversiones en protección ambiental realizadas por las empresas andaluzas.

Las inversiones realizadas en Andalucía por distintas empresas durante el año 2007 fueron de 143 millones de euros, lo que supone un 20% más que en el año 2006. En la tabla 12 se reflejan las inversiones llevadas a cabo por los establecimientos industriales durante los años 2005, 2006 y 2007.

Las inversiones más importantes se destinaron a reducir las emisiones atmosféricas, mientras que los aumentos más importantes de inversión fueron para las realizadas en equipos para la gestión de aguas residuales e instalaciones que tienen por fin reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, ambas entorno al 40%.

Respecto a la inversión por sectores industriales, el eléctrico fue el mayor inversor

Tabla 12. Inversiones en protección ambiental de la industria andaluza

	2007	2006	2005
EQUIPOS E INSTALACIONES INDEPENDIENTES	39.596.689	59.879.670	65.889.339
Emisiones al aire	3.968.442	30.353.131	21.954.296
Aguas residuales	20.506.371	14.662.342	21.164.881
Residuos	8.256.767	7.600.456	9.024.051
Suelos y aguas subterráneas	3.260.803	1.422.386	9.005.661
Ruidos y vibraciones	718.620	413.485	268.808
Naturaleza	2.505.014	5.034.379	4.364.552
Otros ámbitos (radiaciones, I+D...)	380.672	393.491	107.090
EQUIPOS INTEGRADOS	73.425.090	38.441.694	54.780.952
Instalaciones para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos	37.962.254	27.291.656	27.398.149
Instalaciones para el ahorro y la reutilización del agua	6.393.567	10.065.532	9.538.076
Instalaciones que generan menos residuos	6.733.630	7.172.629	4.258.672
Instalaciones para reducir el uso de materias primas contaminantes	573.940	3.472.005	402.678
Instalaciones para reducir el consumo de materias primas y energía	18.048.679	7.754.204	5.628.298
Instalaciones para reducir los ruidos y las vibraciones	2.627.847	286.196	1.650.846
Instalaciones para aplicar procesos de producción más caros y menos contaminantes	750.564	1.002.959	4.420.795
Otras instalaciones	334.609	1.396.513	1.483.438
INVERSION TOTAL	143.021.779	118.321.364	120.670.291

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

en protección del medio ambiente en el año 2007. En cuanto a la inversión a niveles provinciales, fueron las empresas de las provincias de Sevilla y Cádiz las que mayor inversión realizaron.

5.4 Perspectivas de futuro de las eco-industria andaluza

Gestión de espacios naturales protegidos.

El concepto de espacios naturales protegidos ha ido evolucionando desde su nacimiento. Los primeros parques naturales o áreas protegidas buscaban preservar una naturaleza en estado primigenio, de modo que las disposiciones para su conserva-

ción pasaban por impedir la explotación de estos lugares.

La Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres obliga a todos sus Estados miembros a aprobar una lista de lugares de importancia comunitaria (LIC), que después se transformarán en zonas de especial conservación (ZEC). Las ZEC, junto con las ZEPA (zonas de especial protección para las aves) conformarán la Red Natura 2000, considerada el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea, que incluirá las zonas de protección especiales designadas por los estados miembros.

El 33% de la superficie protegida nacional se encuentra en Andalucía. Otro dato mucho más significativo y que representa la importancia de la actividad de gestión de espacios protegidos es que el 20,17% de la superficie de la comunidad autónoma está protegida bajo alguna figura administrativa.

En Andalucía se estiman 3.609 personas empleadas en actividades relacionadas con la gestión de espacios naturales, lo que representa el 33% de las personas trabajadoras de esta actividad a nivel nacional; es la comunidad autónoma con mayor volumen de trabajadores y trabajadoras, triplicando a la segunda, que es Castilla y León.

El empleo generado en los espacios naturales protegidos está ligado fundamentalmente a tareas de vigilancia y mantenimiento. La atención a las y los visitantes de los espacios protegidos es la segunda área de gestión que aglutina un mayor número de personas trabajadoras. Se trata de la tarea que mayores esfuerzos supone para garantizar la compatibilidad entre el uso social y recreativo y la conservación de la naturaleza.

El proceso de declaración de los espacios de la Red Natura 2000 se encuentra actualmente en curso. Andalucía ha apostado por declarar los lugares pertenecientes a esta red como espacios naturales protegidos. Esto hará aumentar la superficie protegida de la comunidad autónoma, por lo que se generará empleo en los próximos años. El mencionado proceso tiene importantes limitaciones, relacionadas principalmente con las restricciones presupuestarias de las administraciones públicas, lo que podría hacer aconsejables nuevos modelos de conservación de áreas naturales, como la custodia del territorio, o la puesta en marcha de nuevos mecanismos de financiación, como el pago por servicios ambientales.

La custodia del territorio se entiende como una filosofía que busca facilitar las iniciativas voluntarias de conservación de la naturaleza, el paisaje y el patrimonio cultural en fincas privadas y municipales, y en las que las y los principales protagonistas son, por un lado, un propietario o propietaria y, por otro, una entidad de custo-

dia que le asesora y financia para llevar a cabo una gestión de su finca orientada a la conservación de sus valores y recursos.

Esta dinámica constituye en la actualidad una importante vía para la asignación de recursos a estas figuras de protección del territorio y, por tanto, para la generación de empleo. Por sí sola, la proliferación de estas nuevas figuras puede sentar las bases para construir una estructura de empleo similar a la desarrollada en el ámbito de la protección de espacios por parte de las administraciones.

El creciente apoyo y compromiso por el desarrollo rural, traducido en más ayudas para la promoción de estas áreas y para evitar su abandono, puede traer consigo un incremento de empleos en las áreas naturales protegidas.

Gestión de Aguas residuales.

Datos publicados por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, sobre la gestión de aguas residuales en 2008, ponen de manifiesto que la carga equivalente depurada es aún del 75,4%, por lo que todavía queda camino que recorrer hasta conseguir los valores permitidos de emisión.

Por otro lado, la creciente preocupación por el descenso de los recursos hídricos naturales disponibles, asociada al cambio climático, ha puesto de relieve la necesi-

5. Las Eco-industrias en Andalucía

dad de fomentar estrategias de racionalización y reutilización de aguas. Andalucía aún dispone de ratios de reutilización reducidas, por lo que en los próximos años una causa de crecimiento del sector será el aumento de la ratio en reutilización.

En la actualidad, con 8.703 empleos, Andalucía es la segunda comunidad autónoma a nivel nacional tras Cataluña por volumen de empleo en la actividad de gestión de aguas residuales.

En los últimos 10 años, en nuestra región se han abordado los problemas acuciantes en relación con la contaminación del agua. El futuro de la actividad del sector va a estar condicionada por el desarrollo del nuevo Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015, en el que se recoge la estrategia propuesta a nivel nacional. Del análisis del mismo se desprende que la ejecución de estaciones depuradoras va a ser menor que el acometido en la década anterior y que estas estaciones depuradoras van a tener un menor tamaño, ya que se diseñarán para cubrir las necesidades de concentraciones urbanas de menor tamaño. Cabe destacar que Andalucía será de las comunidades autónomas donde se deberán instalar más estaciones, ya que se encuentra atrasada en cuanto a cobertura de tratamiento.

La suma de todos estos efectos lleva a la conclusión de que el crecimiento futuro del empleo en el sector está garantizado

por el déficit de tratamiento aún existente y las necesidades de reutilización de aguas residuales.

Este previsible crecimiento de la actividad puede verse de nuevo ralentizada debido a que la puesta en marcha de las actividades del Plan nacional de Calidad de las

Aguas 2007-2015 depende de la dotación de recursos públicos. En el actual escenario de crisis económica y rápido crecimiento del déficit público, existe mucha incertidumbre sobre la evolución del gasto público en relación al cumplimiento de los objetivos interanuales y, por ende, la expansión de este sector.

Tabla 13. Residuos generales en Andalucía

	2007	2006	2005
TOTAL RESIDUOS	4.851.748	5.056.300	5.235.433
Residuos domésticos y similares (domésticos y vías públicas)	3.770.358	3.839.080	3.798.188
Residuos domésticos voluminosos mezclados (enseres domésticos)	167.057	178.577	172.995
TOTAL RESIDUOS MEZCLADOS	3.937.415	4.017.657	3.971.183
Aceites minerales usados (no incluye los de tipo alimentario)	424	978	7.305
Medicamentos no utilizados	94	39	297
Residuos sanitarios y biológicos	6.200	17.175	105.409
Residuos metálicos	5.475	2.716	18.371
Vidrio	70.214	64.496	59.646
Papel y cartón	127.985	91.974	87.552
Caucho (neumáticos)	199	480	2.709
Plásticos (excepto embalajes)	26.045	7.823	26.752
Madera	6.597	5.993	13.389
Ropa y residuos textiles	826	123	1.932
Vehículos desechados	1.059	527	420
Equipos eléctricos desechados (electrodomésticos)	8.217	1.214	3.925
Residuos de pilas y acumuladores	417	668	1.373
Componentes de equipos electrónicos desechados (tubos fluorescentes, tóneres)	10.797	338	660
Residuos animales y vegetales	262.120	227.992	142.209
Envases mixtos y embalajes mezclados	112.262	127.346	198.385
Lodos comunes (especificar)	55.223	67.424	54.992
Residuos de la construcción y demolición	220.179	131.471	367.681
Otros	-	289.866	171.243
TOTAL RESIDUOS RECOGIDOS SELECTIVAMENTE	914.333	1.038.643	1.264.250

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

Gestión y Tratamiento de residuos

Con la publicación de la Directiva 2008/98/CE, por la que se deroga la Directiva 2006/12/CE de residuos, se pretende simplificar y modernizar la legislación de residuos existente, aplicar una política de prevención de residuos más ambiciosa y eficaz, y promover la reutilización y el reciclado.

Durante los últimos años se ha producido una mayor sensibilización de las administraciones, los sectores económicos y la sociedad, incrementándose las infraestructuras para el tratamiento de los residuos y consolidándose un sector empresarial especializado en la gestión de los residuos. Se ha producido un descenso en la generación de residuos y se ha mejorado la gestión de los mismos.

Los datos de la tabla 13 reflejan la necesidad de Andalucía de aumentar la recogida selectiva, ya que aún se encuentra en porcentajes en torno al 20% con respecto a la cantidad total de residuos generados, tasa muy reducida si la comparamos con la media europea.

En Andalucía existen en el año 2009 más de quince mil empleos en el sector de la gestión de residuos, un 11% del total nacional, por detrás de Cataluña y la Comunidad Valenciana y al mismo nivel que Madrid. La tendencia de los últimos tres años ha sido de mantenimiento del nivel de empleo en el sector, debido en

gran parte a la reducción de residuos que se ha producido por la reducción del consumo, fruto de la crisis económica, y el parón del sector de la construcción.

Los nuevos retos a los que se ve abocado el sector están relacionados con la reutilización y valoración de los residuos, contra la práctica mayoritaria en Andalucía, el vertido. Este cambio en la gestión podrá ser la vía sobre la que se generen nuevos yacimientos de empleo.

Gestión de zonas forestales

La Estrategia Forestal Española y la aprobación del Plan Forestal Español (2002-2032) (PFE) han supuesto una nueva orientación de la política forestal con el objeto de adaptar la normativa forestal española a las corrientes internacionales. En este sentido, la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, posteriormente modificada por la Ley 10/2006, de 28 de abril, establece un nuevo marco legislativo regulador de los montes para la reorientación de la conservación, mejora y aprovechamiento de los espacios forestales en todo el territorio español en consonancia con la realidad social y económica.

La evolución del sector forestal desde el punto de vista del tejido empresarial, muestra una tendencia claramente ascendente, con un aumento en el número de empresas. Las nuevas estrategias públicas, que apuestan claramente no sólo por

actuaciones de restauración, conservación, defensa, protección y gestión forestal sostenible, sino también por el valor social del monte y los productos forestales, han propiciado nuevas oportunidades de negocio, como los usos recreativos, la conservación del paisaje, la educación ambiental forestal, los aprovechamientos forestales, etc., que podrían explicar esta evolución.

Andalucía es la comunidad autónoma con más empleos dedicados a la gestión de zonas forestales, con 8.400 personas trabajadoras, el 26% del total nacional, seguida de Castilla y León y Galicia con un 15% del total del empleo en el sector.

Esta distribución guarda cierta relación con las inversiones realizadas en las diferentes comunidades. Andalucía es la comunidad que más inversión anual realizó en el período 2000-2006 (158.346,03 miles de euros), seguida de Castilla y León, Castilla-La Mancha, Galicia y la Comunidad de Madrid.

Las administraciones públicas desempeñan un papel fundamental, tanto en su condición de garantes del desarrollo de políticas de recuperación, conservación y protección, como de promoción del aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y una más amplia valorización de la que actualmente se hace. Una de las principales particularidades del sector forestal es su relativa mayor dependencia de las intervenciones e inversiones públi-

5. Las Eco-industrias en Andalucía

cas. En términos generales, muchas de las actividades forestales poseen un escaso valor de mercado, siendo ésta una de las principales causas de la falta de la iniciativa e inversión privada, que limita la expansión y desarrollo de dichas actividades. Por tanto, la promoción y fortalecimiento de la gestión forestal requiere la asignación de valor y precio a los servicios y productos que genera la actividad silvícola sostenible.

La actual crisis y el endeudamiento público hacen que las inversiones no estén totalmente garantizadas para los próximos años, lo que puede suponer un retroceso en el empleo del sector. En contrapartida a esta suposición, cabe destacar la creciente demanda por parte de la ciudadanía del uso social del medio natural. Los usos recreativos y culturales del monte tienen hoy por hoy una trascendencia evidente, sin renunciar a los valores tradicionales que hasta ahora los han caracterizado. La creciente inclusión de planes específicos destinados al uso y disfrute público del monte confirma la toma de conciencia de las potencialidades ofrecidas por estos usos alternativos, así como la necesidad de responder a las nuevas demandas de la sociedad.

Para cerrar este apartado dedicado al futuro de las eco-industrias en Andalucía, convendría destacar como apuesta futura por este sector la aprobación del Estatuto de Autonomía para Andalucía en febrero de 2007, que va a marcar un antes y un des-

pués en la política ambiental de esta comunidad, pues el río Guadalquivir pasa a ser gestionado desde la propia comunidad autónoma. Este hecho hace prever un futuro prometedor para la ya importante eco-industria andaluza, unido al compromiso de la Administración andaluza por la puesta en valor de los recursos del gran río en todos los ámbitos (medio ambiente, agricultura, turismo, pesca, ocio, etc.).

Actividades, procesos, condiciones
de trabajo y prevención de riesgos
laborales en el sector de las
Eco-Industrias en Andalucía



Actividades, procesos, condiciones
de trabajo y prevención de riesgos
laborales en el sector de las
Eco-Industrias en Andalucía

6.1 Introducción

El conjunto de las eco-industrias está compuesto por actividades de diversa índole que, para ser realizadas, requieren de procesos, maquinarias y actividades distintas entre sí. Los procesos y especializaciones para realizar una limpieza de suelos contaminados, por ejemplo, distan mucho de los trabajos de elaboración de un mapa de ruidos.

En Andalucía, las entidades dedicadas al sector de la eco-industria tienen una significativa presencia si consideramos que es una región con una importante densidad de población y relevantes valores medioambientales, factores que, combinados, provocan que las actividades de prevención y corrección de posibles vertidos contaminantes al medio, así como el control y tratamiento de aguas y residuos, cobren especial importancia.

La amplitud y diversidad de actividades incluidas en el sector hace que los procesos, procedimientos, funciones y tareas sean extraordinariamente numerosos y variados, lo que hace multiplicar también los tipos de puestos de trabajo y especialidades funcionales.

En el presente capítulo realizaremos una descripción y análisis no exhaustivo de las posibles actividades, procesos, ocupaciones y riesgos incluidos en el sector, aportando mayor detalle en aquellas actividades más relevantes en cuanto al número

de puestos de trabajo existentes y situaciones de riesgo laboral asociado.

Tal y como describimos en los anteriores capítulos, dividiremos el sector de la eco-industria en los siguientes subsectores atendiendo a su importancia en cuanto a la actividad y volumen de empleo generado:

- Control de la contaminación atmosférica.

- Tratamiento de aguas residuales.

- Tratamiento de residuos sólidos.

- Limpieza de suelos y aguas de superficie.

- Control de ruido y vibraciones.

- Reciclaje de materiales.

- Suministro de agua.

- Gestión de espacios naturales. Protección de la naturaleza.

Las funciones y tareas que se incluyen en la anterior relación dan lugar a una importante diversidad de puestos de trabajo y especialidades funcionales que pueden abarcar desde el especialista en análisis químico de suelos contaminados hasta el guía ambiental en espacios protegidos, la toma selectiva de muestras de agua, las plantas industriales de reciclaje de materiales sólidos, etc.

Con carácter general, y en primera instancia, es necesario tomar en consideración que existen una serie de funciones que son comunes a todos los subsectores; se trata de unidades de trabajo transversales habituales en todas las empresas del sector y que varían en peso específico según el carácter e idiosincrasia particular de cada entidad, como son las funciones de dirección, de administración y finanzas, jurídicas, comerciales y de marketing, de recursos humanos e informáticas.

Una vez definidas estas funciones transversales, la especialización de las ocupaciones, funciones y puestos varía bastante de un subsector a otro. Para el análisis de estos puestos y ocupaciones, se realizará una descripción individualizada de cada uno de los subsectores más relevantes, y de sus principales ocupaciones, puestos y riesgos laborales asociados.

Numerosas actividades del sector de la eco-industria requieren de una serie de trabajos previos asociados a la construcción de las instalaciones (construcción de embalses, plantas de residuos, calderas, canalizaciones, motores, maquinaria pesada, etc). Dado que dichas actividades pueden considerarse como de obra civil y son, en todo caso, independientes y previas a la actividad de la eco-industria en sí, no serán objeto del presente informe.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

6.2 Control de la contaminación atmosférica

Las actuaciones realizadas por las empresas dedicadas al control de la contaminación atmosférica vienen marcadas por la necesidad de poner en marcha actuaciones de carácter preventivo y correctivo para reducir las emisiones, especialmente las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. La ley de calidad del aire (Ley Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera) establece un estricto marco regulativo y obliga a los titulares de instalaciones donde se desarrollen actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera a que lleven a cabo los siguientes procesos y actividades principales:

- Realizar controles de emisiones y de la calidad del aire.
- Revisión del cumplimiento permanente de requisitos técnicos que le sean de aplicación conforme establezca la normativa y, en todo caso, salvaguardando la salud humana y el medio ambiente.
- Adopción sin demora y sin necesidad de requerimiento alguno, de las medidas que eviten nuevos daños cuando se haya causado contaminación atmosférica. Igualmente, poner en conocimiento inmediato de la comunidad autónoma competente dicha circunstancia.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Las actividades para la realización de trabajos en el sector del control de la contaminación atmosférica se pueden resumir en: control de emisiones, diseño de medidas preventivas, instalación de medidas preventivas y mantenimiento de las mismas.

Control de las emisiones

Para la realización del control de las emisiones es necesario conocer los compuestos emitidos para definir la metodología de muestreo, la frecuencia del mismo y el procedimiento de análisis de las muestras. Esta labor es una labor de investigación/documentación sobre los procesos productivos emisores. Una vez determinadas las composiciones emitidas, es necesario definir el procedimiento de muestreo, en concreto, definir las técnicas de muestreo, preparar los equipos necesarios y definir el equipo que realizará la muestra.

En este sentido es necesario conocer las instalaciones de muestreo y las características físicas y de ubicación de la fuente o fuentes emisoras. En muchos casos, la ubicación de fuentes de muestreo es poco accesible y no están acondicionadas para ello, ya que en el proceso de diseño y concepción no se tuvieron en cuenta estos trabajos posteriores.

El mayor factor de riesgo de estos trabajos está relacionado con la toma de mues-

tras; es muy importante conocer la ubicación y planificar el proceso de trabajo, de forma que se definan los accesos de forma segura y el trabajo seguro durante el tiempo de muestreo.

Para obtener los resultados de la muestra es necesario, en los casos en los que no exista un medidor automático, realizar un trabajo en laboratorio que dependerá del analito a cuantificar; en la mayor parte de los casos se realizará una preparación de la muestra en la que se empleará algún compuesto químico y un posterior análisis instrumental.

Diseño de medidas preventivas

Si tras el proceso de análisis se determina que es necesario acometer alguna medida para el control de las emisiones, esta se realiza tras un proceso de investigación / documentación y diseño de las mismas, que no tiene excesiva relevancia desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales.

Instalación de medidas preventivas

Las medidas preventivas definidas pueden ser: modificaciones de los procesos productivos (en el menor de los casos) y/o instalación de filtros en los focos de emisión o en algún punto del proceso. Estos trabajos de instalación deben ser analizados para programar los mismos y evaluar las condiciones en las que se van a realizar. Especial atención hay que prestar a

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

los trabajos que se realizan en focos de emisión en altura, no diseñados para que se lleven a cabo tales trabajos. El diseño de las medidas de prevención habrá de realizarse teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la seguridad laboral, tales como diseño de lugares de trabajo, accesos, etc., no sólo para la instalación sino para el posterior mantenimiento.

6.3 Tratamiento de aguas residuales

Las actividades derivadas de un uso cada vez más intensivo de los recursos hídricos han propiciado que la mayor parte de los procesos y actividades de este sector vayan dirigidos a optimizar los rendimientos de aprovechamiento y depuración de las aguas residuales. El coste cada vez mayor del uso del agua y las exigencias normativas han puesto en marcha propuestas complejas de depuración de aguas residuales urbanas e industriales como:

- Tratamientos físico-químicos con el uso de reactivos de propiedades avanzadas o tecnologías de membranas.
- Tratamientos biológicos que requieren la incorporación de desarrollos y tecnologías biológicas que producen una mejora del rendimiento del sistema de tratamiento.

Las plantas donde son realizados estos tratamientos reciben el nombre de Estacio-

nes Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR). En estas plantas se recogen las aguas residuales de una población o de una industria y, tras una serie de tratamientos y procesos, son devueltas a un cauce receptor (río, embalse o mar).

Se distinguen dos tipos de EDAR principales: las urbanas y las industriales. Las EDAR urbanas reciben aguas residuales mayoritariamente de aglomeraciones urbanas, mientras que las industriales reciben las aguas residuales de una o varias industrias. Las actividades de estas plantas tienen como objetivos específicos:

- Eliminación de residuos, aceites, grasas, flotantes, arenas, etc., y evacuación a un punto de destino final adecuado.

- Eliminación de materias decantables orgánicas o inorgánicas.

- Eliminación de la materia orgánica.

- Eliminación de compuestos amoniacales y que contengan fósforo (en aquellas que viertan a zonas sensibles).

- Transformar los residuos retenidos en fangos estables y que éstos sean correctamente dispuestos.

A continuación se muestra un esquema básico de las etapas por las que circula el agua en una estación depuradora de aguas residuales.

Gráfico 3. Esquema de funcionamiento de una EDAR tipo (no incluye el tratamiento terciario)



Fuente: Plan de Prevención de Riesgos Laborales de Empresas del Sector del Ciclo Integral Urbano del Agua en Andalucía, Grupo MGO.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

En cada una de las etapas del proceso de tratamiento de las aguas residuales, se llevan a cabo distintos tipos de procesos y funciones. En la siguiente tabla se muestran las principales:

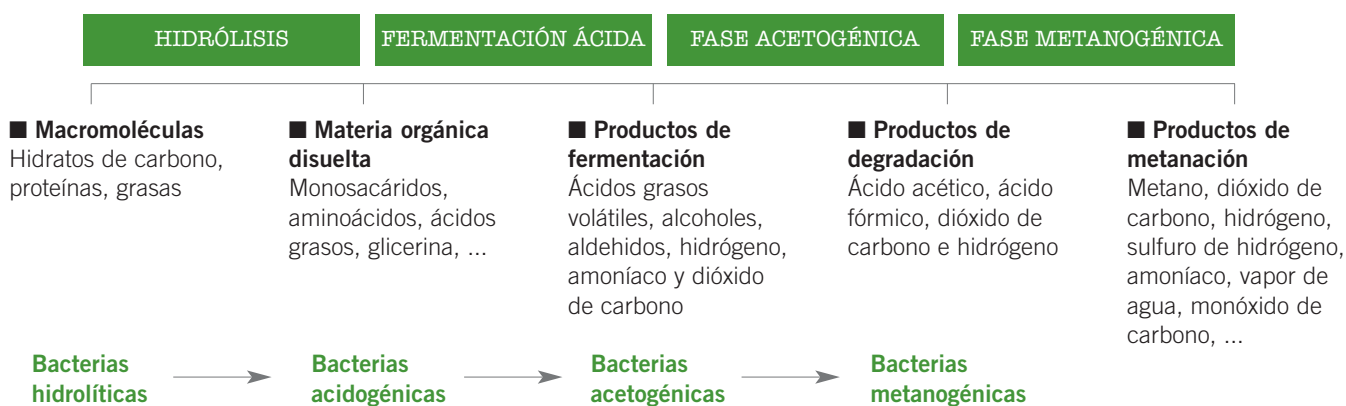
Tabla 14. Etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales

Etapa	Función	Tipo de proceso
Pretratamiento	Eliminación de sólidos	Físico
Tratamiento primario	Eliminación de materia en suspensión	Físico y/o químico
Tratamiento secundario	Eliminación de materia orgánica biodegradable	Biológico
Tratamiento terciario	Eliminación de sales disueltas, nutrientes, patógenos, materia orgánica refractaria y afino en la reducción de sólidos y demanda biológica de oxígeno	Físico y/o químico y/o biológico
Tratamiento de lodos	Estabilización y reducción de volumen de los lodos o fangos producidos en el tratamiento del agua	Físico y/o químico

Atendiendo a los procesos sucesivos por los que pasa el líquido, podemos distinguir entre hidrólisis, fermentación ácida, fase acetogénica y fase metanogénica. En cada una de ellas, se van eliminando del

agua partículas físicas, restos orgánicos e inorgánicos y, sobre todo, diversos tipos de bacterias presentes en el agua al llegar a las instalaciones de la EDAR pero que es necesario eliminar.

Tabla 15. Fases a las que se somete el líquido en una EDAR



6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

A medida que el agua va pasando por los diferentes procesos, y al ir extrayéndole sustancias físicas contaminantes, éstas se van concentrando en los denominados “lodos”, los cuales sufren a continuación una serie de procesos específicos para reducirlos y eliminarlos si es posible:

Tabla 16. Operaciones de tratamiento y evacuación de lodos

Proceso	Métodos de tratamiento
Operaciones preliminares	Bombeo Trituración Almacenamiento y homogeneización Desarenado
Espesamiento	Espesamiento por gravedad Espesamiento por flotación Centrifugación Espesamiento con filtros de banda Espesamiento con tambor giratorio
Digestión	Estabilización con cal Tratamiento térmico Digestión anaerobia Digestión aerobia Compostaje
Acondicionamiento	Acondicionamiento químico Acondicionamiento térmico
Desinfección	Pasteurización Periodo largo de almacenamiento
Deshidratación	Filtro de vacío Centrífuga Filtro de banda Filtro de prensa Eras de secado Lagunaje
Secado térmico	Variantes de horno de secado Evaporador de efecto múltiple
Reducción térmica	Incineración de pisos Incinerador de lecho fluidizado Incineración con residuos sólidos Oxidación por vía húmeda Reactor vertical profundo
Evacuación final	Evacuación al terreno Distribución y comercialización Vertedero controlado Lagunaje Fijación química

Estos procesos conllevan una obligatoria especialización y formación de personas que desempeñan puestos específicos de este sector; puestos que ponen en aplicación una serie de avances tecnológicos

desarrollados específicamente para este subsector.

A continuación, se identifican los principales puestos de trabajo del sector de tratamiento y depuración de aguas residuales:

- Operador/a de estación depuradora de aguas residuales (EDAR).
- Operador/a de centro de control de estación depuradora de aguas residuales (EDAR).
- Responsable o encargado/a de estación depuradora de aguas residuales/técnico de planta de tratamiento de aguas residuales.
- Director/a de planta de estación depuradora de aguas residuales, jefe/a de planta.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Salas de control

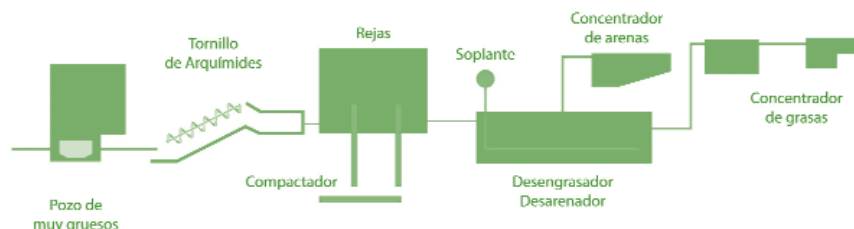
En todas las instalaciones de aguas residuales encontramos una sala de control

en la que se realizan trabajos de supervisión y control de los procesos, ya que las EDAR están automatizadas en prácticamente todos ellos. El control es realizado por medio de sondas, electroválvulas y otros mecanismos electromecánicos. La centralización de la información de los procesos y del control se realiza en la sala de control, donde se encuentran monitorizados los sistemas mediante sistemas informáticos. Por lo tanto, los puestos de trabajo de la sala de control son puestos en los que se usa de forma continua las pantallas de visualización de datos, de forma que los riesgos a los que se encuentran expuestas las personas trabajadoras están relacionados con las fatigas posturales, la fatiga visual y la fatiga mental.

Pretratamiento

Las operaciones realizadas en esta fase del tratamiento de aguas residuales están relacionadas con la eliminación de residuos sólidos de gran tamaño, mediante el paso del efluente por diferentes sistemas de decantación, filtrado y tamizado como pozos de decantación, tornillos sin fin, sistemas de rejillas y tamiz. La automatización de todos estos procesos hace que la presencia de operarios y operarias sea muy reducida, solo

Gráfico 4. Pretratamiento

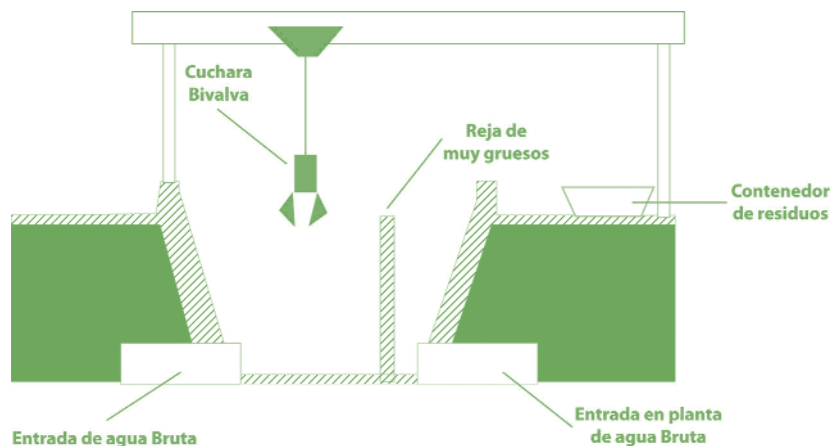


6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

presentándose esta circunstancia cuando es necesario realizar operaciones de mantenimiento preventivo o correctivo. En algunos casos, dependiendo del diseño de las instalaciones, se puede tratar de trabajos en recintos confinados que necesitarán de un procedimiento de trabajo específico para la realización de los mismos.

Un equipo que merece especial atención en esta actividad es la cuchara bivalva que existe en los pozos de decantación, con la que se realiza la retirada de los residuos del fondo del pozo. Se trata de un equipo de movimiento de cargas que necesita ser manejado por un operario u operaria formado y entrenado.

Gráfico 5. Sección de pozo de decantación de gruesos



Los residuos acumulados en el fondo del pozo y los acumulados en las rejillas es necesario retirarlos con una frecuencia adecuada para evitar su putrefacción, de forma que se eviten la producción de

malos olores y gases. Estos residuos son depositados en contenedores que requieren de una gestión adecuada que evite la acumulación excesiva de residuos por los mismos motivos anteriormente expuestos.

Esta zona de trabajo es de piso muy resbaladizo, por lo que se debe caminar con precaución para evitar caer en el canal de desbaste o darse un golpe contra el piso. Por tanto, se debe mantener limpia, usar zapatos con suela adecuada o poner en el suelo algún sistema antideslizante (tratamiento superficial, suelo metálico de chapa perforada o mallazo de ferralla).

La eliminación de residuos que han pasado los sistemas de filtrado se realiza mediante el triturado, aunque se trata de una práctica cada vez más cuestionada y tendiente a desaparecer, ya que supone la

inclusión en el agua bruta de sólidos que es posible eliminar mediante un tamizado más fino, no empeorando de esta forma la calidad de las aguas.

El pretratamiento termina con el desarenado de las aguas mediante el que se elimina toda partícula sólida superior a 200 micras. El desarenado se realiza mediante canales de desarenado o decantadores aireados, utilizándose bombas para la retirada de la arena. En muchas instalaciones, en los mismos decantadores en los que se realiza el desarenado se realiza también la eliminación de las grasas, ya que la aireación que se produce beneficia la flotabilidad de las mismas, y son eliminadas mediante sistemas de rasquetas de superficie o por vertido. Las arenas resultantes de este proceso y las grasas son sometidas posteriormente a procesos de concentración donde se les elimina el agua.

Los canales de arenado y/o decantadores deben estar protegidos para evitar las caídas a distinto nivel, y los pavimentos alrededor de estos, en los que se produce el tránsito de personas, deben poseer tratamientos antideslizantes.

En las salas donde se realiza alguna de las fases del pretratamiento puede producirse la acumulación de gases, en concreto, sulfuro de hidrógeno (H_2S), que es un gas irritante, tóxico e inflamable procedente de la descomposición de materia orgánica. Para evitar su generación, es necesario no acumular grandes cantidades de residuos

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

en pozos, rejillas y contenedores. La ventilación de las salas donde se pueda producir la acumulación de residuos es otra medida preventiva que se recomienda adoptar, así como la colocación de medidores directos, que informen del nivel de concentración y la posibilidad de riesgo para la salud de la persona trabajadora.

Tratamiento primario

El vertido procedente del pretratamiento es sometido a las distintas fases de depuración físico-químicas:

■ Coagulación.

■ Coadyuvación.

■ Floculación.

La puesta en marcha de estos procesos físico-químicos se realiza con la adición al agua de sustancias químicas que aceleran estos procesos, tales como coagulantes, coadyuvantes y floculantes. La adición de cualquiera de estas sustancias, que se añaden en diferentes etapas, persigue la eliminación de contaminantes del agua mediante la precipitación de las sustancias. Esta operación se puede realizar en varias unidades de decantadores o en una sola unidad.

Como riesgos específicos de esta actividad de nuevo aparecen las caídas a distinto nivel en los decantadores, por lo que estos deberán estar diseñados para evitarlas o contar con medidas de protección.

Asimismo, son relevantes los riesgos producidos por la exposición a sustancias químicas, entre las que nos encontramos:

■ *Coagulantes*: sales de hierro o aluminio.

■ *Correctores de pH*: cal viva, cal apagada, carbonato sódico, sosa cáustica o ácidos minerales.

■ *Coadyuvantes*: Sulfato de aluminio, sulfato férrico, sulfato ferroso y cloruro férrico.

■ *Floculantes*: Sílice activada y compuestos orgánicos.

La utilización de unos u otros estará determinada fundamentalmente por las características de las aguas; en cada caso, será necesario conocer los riesgos concretos sobre la salud de cada uno de ellos y definir el procedimiento de trabajo más seguro.

Tratamiento secundario

La materia orgánica que queda disuelta y en suspensión así como el resto de las partículas sólidas que no se han eliminado en los tratamientos anteriores, son eliminadas mediante los denominados “procesos biológicos de depuración aerobia”, que en la línea de aguas constituyen los tratamientos secundarios.

Podemos definir estos procesos como aquellos realizados por determinado grupo de microorganismos (principalmente bac-

terias y protozoos) que, en presencia de oxígeno, actúan sobre la materia orgánica e inorgánica disuelta, suspendida y coloidal existente en el agua residual, transformándola en gases y materia celular, que puede separarse fácilmente mediante sedimentación. La unión de materia orgánica, bacterias y sustancias minerales forman los flóculos, y el conjunto de flóculos se conoce como “fango biológico”. En el caso de algunas aguas residuales urbanas, con este tratamiento también se persigue la eliminación de nitrógeno y de fósforo. Por último, conseguimos además la disminución de los microorganismos patógenos y fecales que habitan el agua residual.

Básicamente, existen dos tipos de tratamientos biológicos aerobios:

■ Procesos de Cultivo en Suspensión (Fangos Activados)

En el proceso de fangos activados pueden distinguirse dos operaciones claramente diferenciadas: la oxidación biológica y la separación sólido-líquido.

La primera tiene lugar en el denominado reactor biológico o cuba de aireación, donde vamos a mantener el cultivo biológico en contacto con el agua residual. El cultivo biológico está formado por gran número de microorganismos agrupados en flóculos. Es necesario un sistema de aireación y agitación, que provoque el oxígeno necesario para la acción depuradora de las bacterias aerobias.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Una vez que la materia orgánica ha sido suficientemente oxidada, lo que requiere un tiempo de retención del agua en el reactor, el agua con fango se deja reposar y, por tanto, los fangos floculados tienden a sedimentarse, consiguiéndose separar estos del agua clarificada.

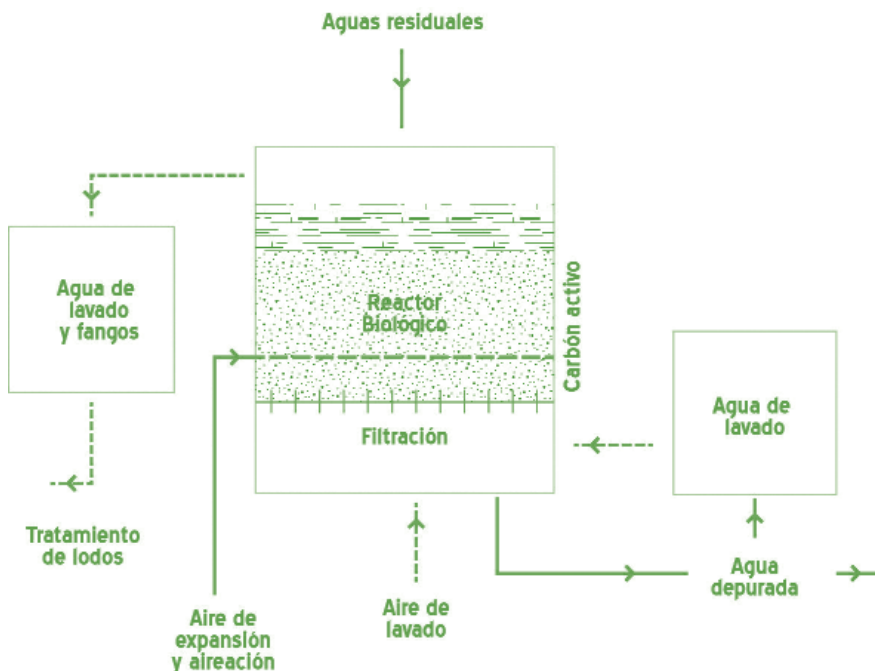
De nuevo las caídas a distinto nivel en la cubas de aireación y decantadores es uno de los principales riesgos de este proceso. Como en casos anteriores, un adecuado diseño de las instalaciones será la mejor medida preventiva o, en su defecto, adoptar las medidas preventivas correspondientes para evitar las caídas.

■ Procesos de Cultivo Fijo (Lechos Bacterianos)

Los lechos bacterianos son un sistema de depuración biológica de aguas residuales en el que la oxidación se produce al hacer circular, a través de un medio poroso, aire y agua residual. La circulación del aire se realiza de forma natural o forzada, generalmente a contracorriente del agua.

La materia orgánica y sustancias contaminantes del agua son degradadas en una película biológica compuesta por microorganismos (que se desarrollan alrededor de los elementos constitutivos de la masa porosa) y que se encuentra en un reactor biológico, es decir, un recipiente cerrado por el que pasa el agua para el tratamiento.

Gráfico 6. Reactor de lecho bacteriano



Los riesgos en este proceso están limitados a la producción de ruido por los sistemas de bombeo que trataremos más adelante. El mayor coste energético y menor rendimiento de este proceso hace que sea poco utilizado, aunque las investigaciones sobre lechos biológicos y mejoras tecnológicas buscan su mayor aplicabilidad.

Tratamiento de fangos

Debido a los procesos a los que se somete el agua en los tratamientos anteriores, se generan fangos como resultado de la decantación en los diferentes reactores, cubas y decantadores. Dependiendo de su procedencia (pretratamiento, tratamiento primario o secundario) los fangos van a tener una composición u otra, con mayor

o menor presencia de agua, materia orgánica, etc.

El primer proceso al que se someten los fangos es el espesamiento, es decir, la eliminación de agua, realizándose el mismo por flotación o por gravedad. Para ello es necesario un tanque de flotación o un decantador. En la siguiente imagen podemos observar un sistema por gravedad a la izquierda y por flotación a la derecha.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

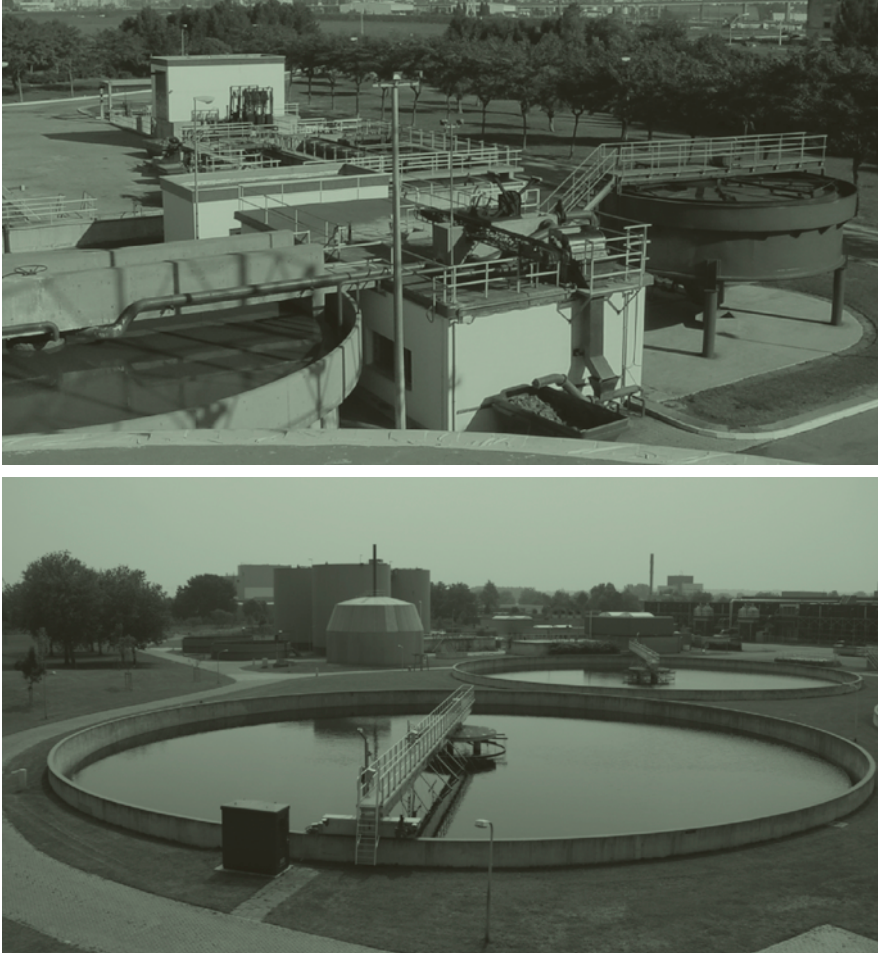


Imagen 1. Sistemas de espesamiento

Los riesgos asociados a estas operaciones son los relacionados con los trabajos en altura sobre los equipos, que se solventa como vemos en la imagen con el diseño adecuado de los mismos.

El siguiente proceso que se le realiza con los fangos es la digestión, que busca la oxidación de la materia orgánica mediante técnicas aeróbicas o anaeróbicas. Ese

proceso es realizado en tanques diseñados para ello, y no presenta riesgos específicos salvo los relacionados con el ruido, ambiente térmico y exposición a agentes biológicos que expondremos de forma conjunta al final de este capítulo.

El secado del fango se puede hacer en eras de secado donde la extracción del fango es normalmente manual, con los

problemas para la salud que conlleva el manejo de cargas (fangos húmedos y secos) con herramientas manuales, ya que no se puede usar maquinaria pesada que compactaría el sistema de drenaje de la era de secado.

El secado mecánico del fango elimina el riesgo de manipulación del mismo con herramientas manuales, ya que se realiza mediante filtración a vacío, filtración por prensa, centrifugación y tratamientos térmicos, que introducen sistemas que producen ruido (motores, centrifugas, compresores, etc.) y/o sistemas de producción de calor, por lo que puede aumentar la exposición al estrés térmico.

Tratamiento terciario

Las aguas resultantes del tratamiento secundario son sometidas en el tratamiento terciario a los procesos de precipitación, filtración y desinfección.

La precipitación y filtración se realiza con sistemas de filtrado de arenas o membranas y son procesos muy automatizados que no requieren la presencia de trabajadores ni trabajadoras salvo para labores de control y mantenimiento. Los sistemas de filtrado necesitan de la impulsión mediante el bombeo de agua, por lo que los sistemas de bombeo serán fuente de ruido.

La desinfección se puede realizar por tres procesos diferentes que implican condiciones de trabajo muy distintas:

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ **Cloración:** adición al agua de sustancias generadoras de cloro libre para la oxidación de la materia orgánica aún presente. Es el sistema más usado y supone el almacenamiento y utilización de sustancias químicas como hipoclorito sódico o tricloro. Se trata de sustancias muy tóxicas, corrosivas e irritantes, que deben estar almacenadas de forma adecuada (ITC APQ 6). Su utilización debe estar sujeta a procesos de trabajo seguro y, en la mayor parte de los casos, la adición de estas sustancias al agua son realizadas mediante procesos automatizados en los que el operario únicamente interviene si existiese fallo del sistema o tareas de mantenimiento.

■ **Radiación ultravioleta:** En este caso la desinfección se realiza mediante un equipo UV que proporciona una desinfección inmediata y más efectiva que la cloración. Otra ventaja añadida es que no requiere de depósitos de contacto, ya que la desinfección se realiza de forma instantánea mediante el paso de agua por el equipo de tratamiento ultravioleta, lo que favorece este tipo de tratamiento terciario cuando no se disponga de espacio suficiente para un tratamiento con cloro o con ozono. La exposición de la persona trabajadora al riesgo de radiaciones UV debe estar muy controlado, por lo que será fundamental el aislamiento de la radiación y la existencia de procedimientos de trabajo para el mantenimiento de los equipos.

■ **Ozonización:** se trata de adicionar ozono al agua que se quiere desinfectar. El ozono es una sustancia con alto poder de oxidación, por lo que en contacto con las personas es irritante. Al tratarse de una sustancia química gaseosa, será necesario tomar las precauciones necesarias para su almacenamiento conforme a las Instrucciones Técnicas de Almacenamiento de Productos Químicos.

Laboratorios

Los trabajos realizados en los laboratorios de las EDAR son los correspondientes al análisis de aguas. Muchos de los parámetros que se analizan pueden ser medidos mediante instrumentos (pH, turbidez, etc.), pero para la obtención de una medición de otros parámetros es necesario el empleo de sustancias químicas, lo que constituye la principal fuente de riesgo.

Como medidas preventivas que se recomienda implantar en los laboratorios, señalamos:

■ Información y formación de las personas trabajadoras expuestas.

■ Todos los reactivos deberán estar correctamente etiquetados e identificados en su recipiente original.

■ Se dispondrá de las fichas de seguridad de cada uno de ellos. Estarán accesibles a todo el personal del laboratorio para su consulta cuando sea necesario.

■ En caso de tener que realizar un trasvase se hará a un recipiente que no sea reactivo con el producto a trasvasar. Se etiquetará este de igual manera que el envase original o de forma que sea fácilmente identificable y no queden dudas acerca de su contenido.

■ También deberán señalizarse de manera indeleble aquellos recipientes que contengan preparados o disoluciones realizadas para llevar a cabo análisis específicos.

■ Todos los recipientes se mantendrán herméticamente cerrados para evitar la acumulación de gases y vapores procedentes de compuestos volátiles.

■ Campana extractora de gases.

■ Duchas y lavaojos.

■ Los equipos de protección a disposición de las personas trabajadoras serán gafas, guantes y mascarillas de protección (ambos con características específicas de protección dependiendo de las sustancias).

Los procesos de análisis cada vez se encuentran más instrumentalizados, por lo que la tendencia en el futuro consistirá en necesitar cada vez menos reactivos y en menor cantidad.

Espacios confinados:

En las EDAR es necesario la realización de trabajos en recintos que por sus caracte-

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

terísticas constructivas son definidos como espacios confinados, es decir, un espacio con aberturas limitadas, con ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficitaria de oxígeno y que no está diseñado para una ocupación permanente por parte de un trabajador o trabajadora.

La descomposición de la materia orgánica provoca la aparición de monóxido de carbono, metano y ácido sulfhídrico, que en muchos casos pueden generarse en espacios confinados, produciendo además el desplazamiento del oxígeno.

Los espacios confinados presentes en una EDAR los tenemos clasificados en la tabla 17.

Según las fuentes documentales, los espacios confinados pueden clasificarse en 1ª, 2ª y 3ª categoría o en “verdaderos espacios confinados” (correspondientes a las categorías 1ª y 2ª) y “espacios asimilados” (correspondientes a la 3ª categoría):

■ **1ª categoría:** Espacios confinados en los que existe un inminente peligro para la vida debido a la presencia de gases inflamables y/o tóxicos y la deficiencia o enriquecimiento de oxígeno.

■ **2ª categoría:** Espacios con peligro de lesiones y/o enfermedades que no comprometen la vida ni la salud y pueden controlarse a través de los elementos de protección personal. Se incluirían aquellos cuyo contenido en oxígeno, gases inflama-

bles y/o tóxicos, y su carga térmica están dentro de los límites permisibles.

■ **3ª categoría:** Corresponde a los espacios confinados donde las situaciones de peligro no exigen modificaciones especiales respecto a los procedimientos normales de trabajo, ni el uso de equipos de protección individual adicionales.

El trabajo en estos espacios debe estar reglamentado de forma que únicamente bajo autorización expresa, las personas trabajadoras tengan acceso a los mismos, siendo necesario en este caso la puesta en marcha de un protocolo de seguridad que incluye, entre otras, las siguientes medidas preventivas:

- Medición del nivel de oxígeno.
- Medición de atmósferas explosivas.
- Formación e información de las personas trabajadoras.
- Trabajo acompañado, control de los trabajos por un compañero o compañera en el exterior.
- Sistema de recate: trípode, arnés, sistemas de fijación, cuerdas, etc.
- Equipos de protección individual necesarios.
- Ventilación.
- Otras (dependiendo de las característi-

Tabla 17. Clasificación de espacios confinados en una EDAR.

1º Categoría	2º Categoría	3º Categoría
Depósitos de fangos	Tanque de almacenamiento de sustancias químicas vacíos	Tanques nuevos y limpios
Interior de digestores en depuradoras de aguas residuales	Tuberías de agua potable o pluviales de gran diámetro visitables	Fosos abiertos al aire libre
Galerías de alcantarillado visitables o pozos de registro	Fosas sépticas de poca profundidad	Bocas de hombre con profundidad inferior a 1,5 metros
Interior de pozos de bombeo de aguas residuales	Pozos de registro de alcantarillado de una profundidad menor de 2 metros	Acceso a válvulas subterráneas
Locales donde sea posible la presencia de gases tóxicos o que exista riesgo de contaminación química o bacteriológica para los trabajadores		Depósitos de agua potable o bruta
Tanques de almacenamiento de sustancias químicas (silos, depósitos de gas, etc...)		Túneles de aliviaderos excepto de aguas residuales

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

cas del espacio y de los trabajos que se vayan a realizar).

A continuación vamos a analizar una serie de factores de riesgo que se encuentran presentes de forma transversal en la mayor parte de los procesos analizados con anterioridad.

Exposición al ruido

Los sistemas para producir la energía necesaria para el proceso de depuración, como son los motores, bombas, compresores, aerogeneradores, centrífugas y calderas, son equipos que generan ruido, especialmente si se encuentran agrupados en salas destinadas a los mismos (salas de motores, bombas, calderas, etc).

La concentración de estos sistemas en salas es una buena práctica ya que, además de optimizar el mantenimiento y control de los equipos, elimina focos de ruido dispersos por todas las instalaciones, concentrándolos y aislándolos de forma que se posibilita la exposición puntual de las personas trabajadoras al riesgo en operaciones de mantenimiento.

Será necesario realizar una evaluación del nivel de exposición y, si es necesario, adoptar las medidas técnicas, organizativas o de protección necesarias.

Exposición a temperaturas extremas

A lo largo del proceso de depuración de aguas puede aparecer riesgo de exposición a temperaturas extremas en:

■ Trabajos realizados al aire libre en condiciones climáticas adversas por frío o calor. Por un lado, la exposición directa al sol durante espacios prolongados de tiempo o mientras se realiza algún actividad física intensa; por otro lado, la exposición al frío puede provocar enfriamiento general o local de algunas partes del cuerpo que se puede agravar por el contacto con el agua.

■ Trabajos en recintos cerrados en los que se alcancen altas temperaturas como las salas de control de maquinaria en deshidratación y espesamiento de fangos, salas de cogeneración o salas de calderas.

Las medidas de prevención organizativas que permitan la programación de los trabajos en función de las condiciones climáticas o la limitación temporal de las personas trabajadoras es la mejor de las medidas preventivas, ya que elimina el riesgo o lo minimiza. Si no es posible esta programación, será necesaria la aplicación de medidas de protección como pueden ser:

■ Protección frente al calor: ropa de trabajo adecuada, protectores solares, agua potable para la hidratación, etc. En salas con elevadas temperatura, y con presencia necesaria prolongada de trabajadores y trabajadoras, se deberán instalar sistemas de climatización o ventilación si tras la evaluación de riesgos se determina la existencia de estrés térmico.

■ Para la protección ante el frío: ropa de abrigo.

Exposición a riesgos biológicos

El riesgo de infección por agentes biológicos en una EDAR viene originado por los agentes patógenos presentes en las aguas residuales.

Las aguas residuales suelen transportar bacterias, virus, hongos y parásitos procedentes de reservorios humanos o animales. En general, estos microorganismos son de origen fecal y no patógenos y pueden vivir de forma natural en el agua y en el suelo, aunque la mayoría están unidos a los materiales en suspensión, lo que explica su concentración en los lodos de decantación. Otros microorganismos pueden estar asociados a la presencia de animales que viven en este entorno (ratas e insectos), o bien asociados a objetos contaminados con fluidos biológicos (jeringas, preservativos, compresas higiénicas, apósitos, etc.).

Tabla 18. Agentes biológicos habituales en aguas residuales.

Virus	Bacterias
Klebsiellae pneumoniae	Influenza virus
Escherichia coli	Enterovirus: Coxsackie A y B
Salmonella spp	Echovirus Poliovirus
Shingella spp	Virus de la hepatitis A
Mycobacterium tuberculosis	Rotavirus
Bacillus anthracis	Adenovirus
Actinomyces	Reovirus
Leptospira interrogans	Parvovirus
Yersinia enterocolítica	Coronavirus
Pseudomonas aeruginosa	
Clostridium tetani	
Clostridium perfringens	
Clostridium botulinum	

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Hongos	Parásitos
Candida albicans	Protozoos:
Cryptococcus neoformans	Entamoeba histolytica
Aspergillus spp	Giardia lamblia
Tricophyton spp	Balantidium coli
Epidermophyton spp	Helminths:
	Ascaris lumbricoide
	Ankylostoma duodenale
	Anguillula intestinalis
	Toxocara canis
	Toxocara cati
	Toxocara trichiura
	Fasciola hepática
	Taenia saginata
	Taenia solium
	Hymenolepis nana
	Toxoplasma gondi
	Echinococcus spp

La posibilidad de infección radica en el contacto con las aguas residuales o los organismos presentes en ella, que puede producirse mediante:

- La generación de aerosoles con un alto contenido en microorganismos procedentes del agua residual. Este riesgo está presente a lo largo de todo el proceso productivo aunque es más probable en zonas de agua residual bruta y zonas de aireación.
- Aerosoles formados por lodos secos.
- La realización de cultivos y analíticas en laboratorio que requieren del manejo de muestras de aguas residuales con alta carga orgánica. También es posible la inhalación de bioaerosoles que pudieran generarse durante la manipulación de las muestras o en su recogida.
- Salpicaduras o contacto accidental con agua o fango.

Tabla 19. Tipos de contacto y lugar de exposición para agentes biológicos.

Agentes Biológicos	
Tipos de contacto	Lugar de exposición
Salpicaduras de efluente	Salas de bombeo. Limpieza manual de rejillas de desbaste. Tamices rotativos. Toma de muestras. Manipulación de agua residual para su análisis en laboratorio.
Generación de aerosoles	Balsas de aireación de lodos y reactores biológicos. Desarenadores. Deshidratación. Tornillos de elevación a la entrada de planta. Limpieza de decantadores y digestores vacíos con agua a presión.
Lodos	Balsas de lodos. Eras de secado.

Los procesos y forma de contacto se muestran en la Tabla 19.

La exposición a los agentes biológicos tiene gran importancia en este medio laboral, por lo que deben imponerse medidas de prevención primaria:

- Han de priorizarse las técnicas que no generen aerosoles y suprimirse, en la medida de lo posible, las operaciones con riesgo. De nuevo se pone de manifiesto la importancia del diseño de las instalaciones, de los procesos y equipos.
- El nivel de exposición depende de la duración y de la frecuencia de las intervenciones, así como de su intensidad, existiendo una dosis umbral que puede provocar una infección.
- Las medidas a tomar se basarán, tanto

en el plano individual como colectivo, en el respeto de la reglas de higiene y seguridad.

- Empleo de ropa de trabajo adecuada, utilizando ropa impermeable y desechable, si es necesaria una exposición a neblinas y/o salpicaduras.
- Prohibición de comer, beber y fumar durante el trabajo.
- Obligación de lavado de manos de forma concienzuda y cepillado de uñas antes de las comidas, y de ducha después del trabajo.
- Para acometer las medidas de higiene las personas trabajadoras deben disponer de los medios necesarios para ello.
- Empleo de guantes impermeables para

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

trabajos con exposición al agua bruta, así como botas de agua. La desinfección de guantes, botas y ropa debe ser adecuada para la reutilización de las mismas.

■ El personal debe estar formado e informado de los peligros de una posible contaminación y de todos los medios que deben utilizar para evitarla.

El Real Decreto 664/97, de 12 de mayo, sobre la protección de las y los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, en el punto 3 del Artículo 8, se refiere al ofrecimiento de vacunas, cuando las haya y sean eficaces, por parte del empresariado, y teniendo en cuenta las recomendaciones prácticas contenidas en el Anexo VI de dicho Real Decreto. Sin embargo, la vacunación no debe en ningún caso sustituir o restringir la aplicación de medidas no específicas.

En la tabla siguiente se hace referencia a las posibles vacunas recomendadas con carácter general y con carácter específico.

Tabla 20. Posibles vacunaciones.

Vacunaciones recomendadas de carácter general	
Enfermedad	Comentarios
Gripe	Su justificación sería doble; por un lado, por la elevada incidencia de la misma (es la segunda causa de incapacidad transitoria por enfermedad común) y el gran número de horas de trabajo perdidas por esta causa y, por otro, por la exposición de las personas trabajadoras con aguas residuales a niveles de humedad elevados.
Tétanos	Al revés de lo que pasa con la gripe, el tétanos tiene una incidencia muy baja en España; sin embargo, su alta tasa de letalidad aconseja la vacunación, sobre todo en estos trabajadores donde se pueden producir heridas y soluciones de continuidad en la piel y contacto con material contaminado.
Difteria	Esta vacuna tiene la ventaja de poder ser suministrada con la vacuna del tétanos. Según expertos (Grupo de trabajo de vacunación en la persona adulta; la Task Force Canadiense y el U.S. Preventive Services Task Force, entre otros) es recomendable la administración de refuerzo del toxoide tetanosdifteria, al menos una vez cada 10 años.
Poliomielitis	Por un lado, en el uno por ciento de los casos de polio, se produce una lesión del sistema nervioso apareciendo parálisis e incluso llevando a la muerte. Por otro lado, su presencia en las aguas residuales no es del todo infrecuente ya que el único reservorio del virus (la persona) lo elimina por las heces. Además, la supervivencia del virus en medios hídricos es ciertamente elevada. Todas estas razones llevan a la comunidad científica a recomendar la vacunación de las personas trabajadoras con aguas residuales.
Comentarios a vacunaciones recomendadas con carácter específico	
Tuberculosis	No está justificada ni médica ni epidemiológicamente.
Hepatitis A	Existen argumentos a favor y en contra de hacer sistemática la vacuna antihepatitis A. La mayoría de autores aconsejan vacunar sistemáticamente a aquellos trabajadores o trabajadoras que inician su actividad en este trabajo, realizando un estudio serológico previo si tienen más de 35 años y sin estudio serológico en el caso de trabajadoras y trabajadores de menos de 35 años que provienen de países donde la enfermedad no es endémica.
Leptospiriosis	Estudios recientes tienden a minimizar la probabilidad que tienen las personas trabajadoras de las EDAR de contraer leptospirosis; el claro descenso de los casos referenciados en la bibliografía consultada se explica por la puesta en práctica de medidas de prevención. Actualmente, los colectivos más expuestos son los trabajadores y trabajadoras agrícolas y las personas que trabajan en redes de alcantarillado. En cualquier caso, la idoneidad de la vacunación deberá estudiarse en función de la evaluación del riesgo de contacto, directo o indirecto, con las orinas de las ratas en el puesto de trabajo. La decisión debería tomarse individualmente (caso por caso) en función de la duración de las tareas con riesgo y de la frecuencia de realización de las mismas. La eficacia de esta vacuna está en estudio. En ciertos países europeos, Japón e Israel se ha utilizado en el colectivo de personas trabajadoras de la red de alcantarillado con buenos resultados.
Fiebre tifoidea	La eficacia de la vacuna contra la fiebre tifoidea no es muy elevada existiendo tratamiento antibiótico eficaz. La decisión de proceder a la inmunización de las personas trabajadoras de aguas residuales de una empresa o zona determinada debería estar ligada a patologías observadas en años anteriores o a un aumento de la incidencia de la misma.
Hepatitis B	La vacunación de las personas trabajadoras es aconsejable, no en virtud de la presencia del virus en las aguas residuales sino por la existencia del riesgo de contacto con objetos potencialmente contaminados como jeringas abandonadas, preservativos o compresas.

Fuente: NTP 473. EDAR: Riesgo Biológico. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Coordinación de actividades empresariales

La especialización de las actividades de mantenimiento para los equipos e instalaciones que existen en las EDAR, o la contratación de dichas actividades, hace necesaria la presencia de otras empresas en los centros de trabajo. Es necesario, por tanto, implantar procedimientos para la coordinación efectiva de estas actividades. En particular, en aquellas actividades en las que se presenten factores de riesgo biológico y químico y trabajos en recintos confinados.

6.4 Tratamiento de residuos sólidos

En este subsector podemos distinguir dos actividades o partes bien identificadas y separadas del proceso: la acción de recogida y transporte hasta lugares específicos y destinados para el tratamiento, y la acción del tratamiento de residuos propiamente dicho.

La acción de recogida consiste básicamente en una actividad de logística en la que es necesario contar con un dispositivo que incluya maquinaria específica y puestos de trabajo con personal técnicamente formado para que acceda al lugar donde las y los usuarios depositan sus residuos (normalmente contenedores dedicados a tal efecto). A continuación realizarán un transporte de manera segura y fiable hasta el lugar indicado en el

que los residuos recibirán el tratamiento adecuado.

Los principales puestos en la operación de recogida de residuos sólidos son:

- Peón de recogida de residuos sólidos.
- Conductor o conductora de recogida de residuos sólidos.
- Encargado o encargada de recogida de residuos sólidos.
- Director o directora de departamento de recogida de residuos sólidos.
- Operador u operadora de Ecoparque (Punto Limpio).

Una vez que los residuos son entregados en el lugar adecuado (planta de transferencia, planta de selección, de compostaje o vertedero), recibirán un tratamiento específico según su naturaleza y destino.

En las plantas de compostaje, la actividad básica consiste en el tratamiento de dichos residuos para que mediante transformación física y bioquímica, o sin necesidad de ninguna de ellas, sean seleccionados y clasificados. A continuación se podrán extraer de ellos otros productos, o bien ser derivados a otras plantas donde se transformen para realizar una valorización energética de los mismos o incorporarlos nuevamente a una actividad productiva.

En los vertederos, la actividad básica consiste en un almacenaje seguro de dichos residuos mediante un sistema que evite cualquier tipo de contaminación con otros elementos.

La necesidad de gestionar adecuadamente los residuos está conduciendo al desarrollo de sistemas avanzados de caracterización, con especial incidencia en el conocimiento de las características de los residuos, el cumplimiento de la legislación, la gestión *in situ* de los residuos y la realización de bioensayos rápidos y fiables o de técnicas de control analítico.

Tras estos procesos previos, los materiales son trasladados, en caso de resultar necesario, a plantas de tratamiento cada vez más especializadas. Las principales actividades que se llevan a cabo en estas plantas comportan la realización de una serie de procesos específicos, como son:

- Incineración (lecho fluido, ciclo combinado...), gasificación y pirólisis.
- Procesos de valorización energética con aprovechamiento integral de residuos (biometanización, gasificación, pirólisis, incineración y co-incineración).
- Utilización eficiente de la biomasa para su aprovechamiento energético.
- Desarrollo de procesos térmicos avanzados.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ Obtención de combustibles líquidos a partir de residuos sólidos industriales.

■ Aplicación de la biotecnología a la valorización energética de residuos.

■ Degradación biológica (aerobia, anaerobia vía seca, codigestión de residuos, etc.).

■ Fermentación alcohólica (etanol, metanol, etc.) y esterificación (biodiesel).

■ Desarrollo de combustibles alternativos; producción de biocombustibles.

Los principales puestos de trabajo de la actividad de tratamiento de residuos en planta de compostaje y vertedero son:

■ Operador/a de planta de compostaje/vertedero en general.

■ Maquinista de planta de compostaje/vertedero.

■ Responsable o encargado/a de planta de compostaje/vertedero/técnico en tratamiento de residuos.

■ Director/a de planta de compostaje/vertedero.

La deposición en vertedero de residuos conlleva igualmente la realización de una serie de actividades y procesos particulares que detallamos a continuación:

■ **a.Actividades prevertido:** Se desarrollan procesos y tecnologías que permiten alcanzar las condiciones impuestas a los residuos para ser depositados en vertedero, y aquellos que incorporan una mejora del rendimiento económico de la gestión integral de los residuos:

■ Clasificación y separación de plásticos, metales y fracción orgánica de residuos; desarrollo de herramientas, técnicas y modelos de identificación y separación de materiales, sobre todo no metálicos.

■ Tratamientos de detoxificación: térmicos (desorción térmica); físico-químicos; electroquímicos y biológicos.

■ Solidificación/estabilización: ligantes hidráulicos, vitrificación, encapsulado y desarrollo de procesos de inertización y estabilización seguros a largo término.

■ Reducción de peso y volumen: deshidratación de lodos (mecánica, térmica y mediante tecnologías de separación y concentración).

■ **b.Actividades postvertido:** Estas actividades evitan el traslado de los residuos y contaminantes depositados en vertedero a otros compartimentos medioambientales, preservan la seguridad de los vertederos al final de su vida útil y la recuperación de materiales de vertederos.

■ Técnicas informáticas de gestión y metodologías de codisposición de residuos.

■ Restauración, clausura y control de vertedero: Materiales de impermeabilización, protocolos de clausura de verederos y telecontrol de emisiones.

■ Tratamiento de lixiviados: físico-químicas, biológicas, Electrotecnologías y Cogeneración y evaporación.

■ Control de impactos y fugas: Monitorización en tiempo real; Desarrollo de sistemas, equipos y métodos de telecontrol de fugas innovadores; Desarrollo de herramientas para el análisis de riesgos.

■ Recuperación de materiales depositados en vertederos: Tecnologías de separación de mezclas complejas, producción de biogas.

De manera adicional hemos de considerar que existen una serie de materiales que por su composición o inestabilidad tienen la consideración de peligrosos y que, por tanto, su manipulación, transporte, tratamiento y almacenaje requieren una serie de actividades muy concretas que dan lugar a una serie de puestos de trabajo específicos como:

■ Transportista de residuos peligrosos.

■ Operador u operadora de planta de tratamiento de residuos peligrosos.

■ Encargado/encargada/responsable de planta de tratamiento de residuos peligrosos.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

- Jefe o jefa de Planta/director o directora de tratamiento de residuos peligrosos.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Para la descripción de las condiciones de trabajo vamos a seguir el proceso productivo de la gestión de residuos:

- **Recogida.** La recogida de residuos es una actividad realizada por un equipo formado por dos o tres operarios y operarias y un camión. Uno de los operarios u operarias conduce el camión de recogida y el resto acerca los contenedores. Los camiones de recogida han mejorado mucho en los últimos años en relación a las medidas de seguridad (accesos bajos, sistemas de detección de presencia, recogida prácticamente automática y monitorizada por cámaras, etc). Aún así existen una serie de riesgos a los que quedan expuestas las personas trabajadoras:

- Caídas desde el vehículo, sobre todo si el operario es transportado en el estribo, lo que constituye una práctica habitual.

- Golpes con contenedores.

- Exposición al tráfico viario.

- Ruido provocado por el camión y los sistemas de elevación.

- Caídas al camión y atrapamiento por el sistema de prensado.

- Cortes con elementos contenidos en los residuos.

- Exposición a temperaturas extremas, sobre todo en trabajos nocturnos en la estación invernal.

- **Limpieza viaria.** Las labores de limpieza viaria son realizadas por operarias y operarios que normalmente trabajan solos. Los equipos de limpieza son fundamentalmente escobas, carros para el transporte, recogedores y otros. El riesgo más importante es el postural, por el mantenimiento de posturas forzadas en el manejo de la escoba, y el trabajo aislado como riesgo psicosocial, además de riesgos por pinchazos y cortes con residuos.

La utilización de sopladoras para el barrido de las calles, aunque puede aumentar la productividad, aumenta la exposición a factores de riesgo a los que el operario y la operaria de limpieza no estaba expuesto, como es el caso de ruidos, ya que el sistema de soplado esta accionado por un motor de combustión a altas revoluciones. Otro factor de riesgo que aparece son las vibraciones del sistema de soplado y el peso del equipo que de forma continuada carga el operario en su espalda.

La limpieza viaria a veces es realizada por equipos de baldeo que mediante agua a presión suministrada por un camión cisterna realizan la limpieza. Como riesgos a los que se encuentran expuestas las personas trabajadoras podríamos citar:

- Sobreesfuerzos, por la sujeción de la manguera de baldeo.

- Ruido provocado por el camión.

- Humedad, que junto con temperaturas extremas en invierno aumentan el riesgo de estrés térmico por frío.

- Atropellos por el tráfico viario.

Las barredoras mecánicas son vehículos dotados de sistemas de barrido, aspirado y riesgo, y son tripuladas por un operario u operaria. El principal riesgo al que se encuentra expuesta la persona trabajadora es el ruido, ya las cabinas de las mismas no tiene un nivel de aislamiento adecuado. Normalmente el trabajo de las barredoras mecánicas es apoyado por operarios que equipados con escobas acercan los restos a la barredora. Estos trabajadores y trabajadoras están expuestos al ruido generado por la máquina y al riesgo de atropello por trabajar en las inmediaciones de la misma.

- **Plantas de transferencia.** La misión esencial de las plantas de transferencia es acumular residuos sólidos para optimizar el alto coste que supone el transporte a larga distancia. Aquí se almacenan los residuos aportados por los vehículos de recogida domiciliar de basura, que son vaciados en tolvas o fosos. Acondicionándolos y prensándolos son transportados en vehículos con capacidad de carga mucho mayor, diseñados para el transporte pesado que les permite su traslado hasta centros de eliminación o tratamiento.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Normalmente en las plantas existen operarios y operarias que controlan la llegada de los camiones, pesándolos y ayudando en las maniobras de descarga. Estos mismos personas operarias operan los sistemas de prensado y ayuda a la carga y maniobra de los vehículos de retirada de residuos.

Los riesgos asociados a estas tareas son los de atropello por los vehículos y las caídas a distinto nivel en los trabajos próximos a los fosos y tolvas.



Imagen 2. Planta de transferencia

■ **Separación.** La separación se realiza en las plantas de tratamiento de residuos normalmente mediante sistemas mixtos, formados por sistemas automatizados y por operarios.

La basura depositada en las tolvas o fosos es llevada por cintas transportadoras en las que se eliminan los residuos voluminosos de forma manual por las y los operarios. La basura es dirigida al rompedor de bolsas, que disgrega la bolsa sacando su contenido.

Los envases llegan al separador balístico en el que se separan dependiendo de su composición. Los férricos son separados por imanes y llevados a prensas que reducen su volumen. El resto de envases siguen el proceso de clasificación en los que intervienen operarios y maquinas.



Imagen 3. Operarios y operarias separando residuos

■ **Compostaje.** Es el proceso por el que la parte orgánica de los residuos sólidos es convertido en abono mediante un proceso aerobio. El compostaje puede realizarse en pilas de compostaje en las que los restos orgánicos son volteados al aire libre o bien mediante la utilización de túneles de compostaje.

Los riesgos asociados a estos trabajos están relacionados con la utilización de maquinaria para el volteo y manejo de la materia orgánica y compost.

■ **Vertedero.** Los residuos que llegan al vertedero son aquellos no recuperables. Llegan en camiones que son pesados en la báscula situada a la entrada del vertedero y vaciados en la zona de descarga.

La basura depositada es repartida por una pala y es compactada.

En muchos vertederos se realiza la recuperación de los gases que se generan en el vertedero para la producción de biogás, el cual es reconducido a una planta de producción energética. Así mismo, es importante también la recuperación y tratamiento de los lixiviados que se producen.

Los riesgos asociados a estas operaciones son:

■ Atropellos en las operaciones de descarga.

■ Ruidos por la proximidad del trabajo con vehículos pesados, palas y compactadores.

■ Caídas al mismo nivel por pisadas sobre objetos.

■ Accidentes provocados por animales (mordeduras por ratas) y exposición a sustancias nocivas en los trabajos realizados en las proximidades del vertedero.

■ Riesgo por incendio, dado que existen gases combustibles procedentes de la fermentación.

Las personas trabajadoras dedicadas al tratamiento de residuos sólidos están expuestas de forma común a riesgos biológicos y a los riesgos motivados por la organización del trabajo:

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ **Biológicos.** Las personas trabajadoras de este sector están expuestas a los riesgos biológicos provocados por los agentes patógenos presentes en las basuras bien por su propia descomposición o debido al vertido incontrolado de los mismos (resos de curas, jeringas contaminadas, etc.). Según el protocolo de vigilancia de la salud del Ministerio de Trabajo estos trabajadores se encuentran expuestos a los siguientes agentes:

- Tétanos (*Clostridium tetani*).
- Leptospirosis (*Leptospira interrogans*).
- Listeriosis (*Listeria monocytogenes*).
- Brucelosis.
- Fiebre tifoidea.
- Diarreas coliformes (*Escherichia coli*).
- Salmonelosis (*Salmonella spp.*).
- Shigelosis (*Shigella sonnei* y *flexnuri*).
- Enteritis vibriónica (*Campylobacter*).
- Intoxicaciones alimentarias (*Streptococcus faecalis*, *faecium*, *clostridium perfringens*, *staphylococcus spp.*, *streptococcus spp.*).
- Yersiniosis (*Yersinia enterocolitica*).
- Bacterias Gram negativas (endotoxinas).

- Legionielosis (*Legionella spp.*).
- Hepatitis víricas (VHA, VHB, VHC, etc.).
- Viriasis: enterovirus (polio, coxackie, echo y otros), rotavirus, adenovirus, calicivirus (SRSV, astrovirus, coronavirus).
- Virus Inmunodeficiencia Humana.
- Fiebre Q (*Coxiella burnetti*).
- Amebiasis (*Entamoeba histolítica*).
- Giardiasis (*Giardia lamblia*).
- Cistosporidiosis (*Criptosporidium*).
- Ascariasis (*Ascaris lumbricoides*).
- Tricuriasis (*Trichuris*).
- Equinococosis (*Equinococcus spp.*).
- Tenias.
- Esquistosomiasis.
- Hongos (*Candida albicans...*).

Las medidas preventivas a definir van a ser diferentes dependiendo de factores como las instalaciones, los procesos, el tipo de exposición, etc, y deberán ser definidas de forma específica para cada caso. Como pautas generales se pueden mencionar:

- Reducción de la exposición (reducción al mínimo del número de personas trabajadoras expuestas y rotación de trabajadores).
 - Establecimiento de protocolos de trabajo seguros.
 - Prohibición de comer, fumar y beber en zonas con posibilidad de que exista el riesgo.
 - Extremar las medidas higiénicas antes de comer, beber y salir del lugar de trabajo.
 - Programa de vacunaciones, siguiendo las mismas pautas que se definían en el tratamiento de aguas residuales (Ver tabla 20).
- **Organización del trabajo.** Se trata de un sector en el que la organización del trabajo obliga a la realización de trabajo a turnos y nocturnos. Estos factores de riesgo alteran el ritmo habitual de vida social y afectan a los ritmos biológicos, provocando alteraciones del sueño, ansiedad, desmotivación, e incluso pueden llegar a generar estrés laboral. Se trata de uno de los factores de riesgo más importantes del sector y más difícil de paliar.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

6.5 Limpieza de suelos y aguas de superficie

Las actividades y procesos de limpieza de suelos y aguas de superficie vienen motivados por la existencia de agentes contaminantes en la composición inicial del terreno o el agua, normalmente por la existencia de vertidos, derrames o residuos, con los consiguientes problemas medioambientales. Dos de los efectos secundarios más adversos son el proceso de percolación o lixiviado y el arrastre superficial o escorrentía, por los que estos compuestos llegan a las aguas subterráneas y superficiales convirtiéndose en fuentes de contaminación.

La naturaleza del terreno y del agente contaminante implican la puesta en marcha de diferentes procesos que emplean técnicas fisicoquímicas, biológicas o térmicas, bien in situ o bien trasladando materiales.

En Andalucía, un ejemplo de práctica de alto riesgo lo constituye el uso de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes en actividades agrícolas, que en los últimos años ha dado lugar a episodios de contaminación de aguas, causando problemas para el medio ambiente y la salud pública.

6.5.1 Técnicas in situ de descontaminación de suelos

El suelo contaminado es sometido a tratamiento en su localización original, sin existir un traslado del mismo, aunque en el mismo emplazamiento se puede proceder a su removilización o mezcla. Estas técnicas pueden ser de extracción o de lavado del suelo.

Lavado del suelo

El lavado del suelo es una técnica que consiste en el uso de un líquido (generalmente agua, combinada a veces con aditivos químicos) usado junto a un procedimiento mecánico para depurar el suelo. Con este proceso se retiran contaminantes peligrosos, concentrándolos y reduciendo su volumen. Los contaminantes peligrosos tienden a unirse en forma química o física a limos y arcillas, materiales que, a su vez, se unen a arenas y a partículas de grava.

En el procedimiento de lavado del suelo se separa la tierra fina contaminada (limo y arcilla), siempre más contaminada por su mayor capacidad de adsorción, de la tierra gruesa (arena y grava), siempre más limpias y más fácilmente depurables. Es por ello, que esta técnica permite mini-

mizar considerablemente la cantidad de tierra afectada por contaminación.

Durante este procedimiento, las partículas de grava y de arena más pesadas se asientan y son sometidas a pruebas para detectar contaminantes. A partir de entonces caben dos posibilidades:

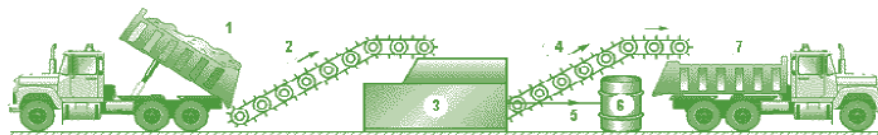
- Que las gravas aparezcan limpias, con lo que el material puede mantenerse en el sitio o bien llevarse a otro lugar para usarlo como relleno.

- Que las gravas presenten algún vestigio de contaminación. Entonces se puede someter el material a otro ciclo de lavado, recogerlo para aplicarle un tratamiento diferente o eliminarlo en otro lugar.

Una vez concluido el procedimiento, la tierra de volumen más reducido, que contiene la mayoría de las partículas finas de limo y arcilla, puede someterse a un tratamiento ulterior con otros métodos (como incineración o medidas biocorrectivas).

Aunque el lavado del suelo se puede usar por sí sólo, a menudo se emplea combinado con otras técnicas de tratamiento. El uso principal de esta técnica es la reducción del volumen de suelo a tratar, con-

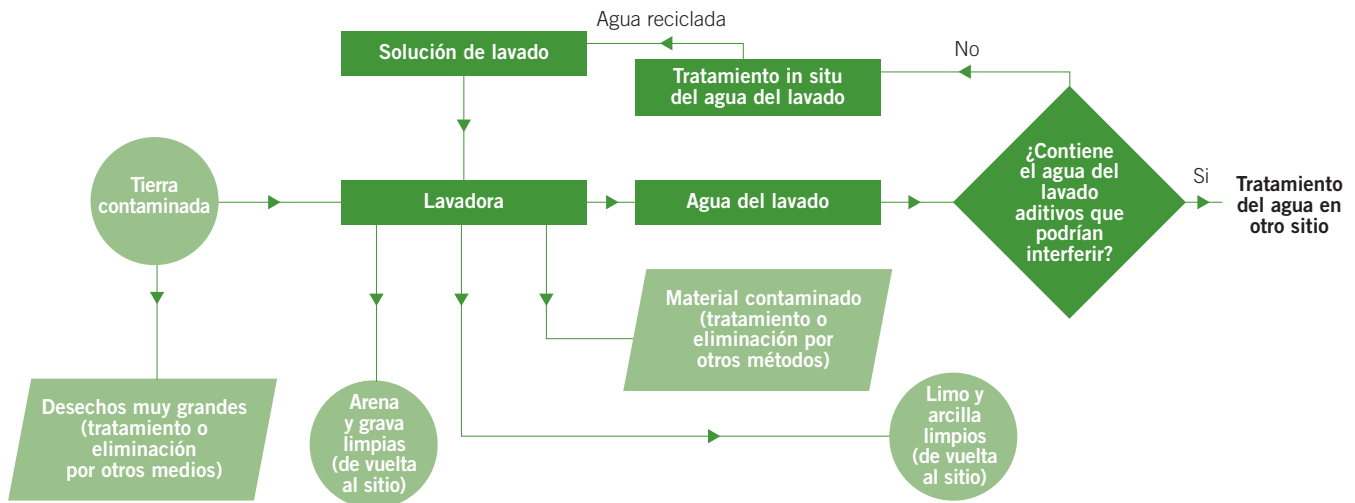
Gráfico 7. Proceso de separación de limos, arcillas, arena y grava



En la técnica se emplea un equipo portátil que se puede llevar hasta el lugar de las operaciones.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Gráfico 8. Proceso de lavado del suelo



centrando los contaminantes en una masa relativamente pequeña de material. Cuanto mayor sea el porcentaje de arena gruesa y grava en el material que deba tratarse, que se puede limpiar y posiblemente llevar de vuelta al sitio, más eficaz será el lavado del suelo en función del coste. Esta técnica se emplea en el tratamiento de una amplia gama de contaminantes tales como metales, gasolina, gasoil y plaguicidas.

Extracción por solvente

La extracción con solventes es una técnica de tratamiento que consiste en usar un solvente para separar o retirar contaminantes orgánicos peligrosos de fangos residuales, sedimentos o tierra. No destruye los contaminantes, sino que los concentra para que sea más fácil reciclarlos o destruirlos con otra técnica.

El proceso abarca cinco pasos: preparación (clasificación del material contaminado), extracción, separación de contaminantes concentrados del solvente, remoción del solvente residual, recuperación de los contaminantes, reciclaje o tratamiento ulterior.

Técnicas de puesta en contacto

Una de las limitaciones fundamentales de prácticamente todas las técnicas in situ es la dificultad de poner en contacto los agentes de tratamiento (agua, vapor, sustancias químicas, etc.) con los contaminantes que se desea eliminar. El objetivo de estas técnicas es facilitar ese contacto, acortando o mejorando el camino entre los contaminantes y el medio de descontaminación.

Fracturación

No es necesariamente un método de descontaminación en sí mismo. Más bien se trata de un proceso utilizado para separar la tierra a fin de facilitar el éxito de otros métodos de limpieza. Consiste en partir la roca o el suelo, cuando este es muy denso, por debajo de la superficie (por ejemplo, suelo arcilloso). Las grietas, denominadas fracturas, crean un paso a través del cual se pueden extraer o destruir sustancias químicas peligrosas.

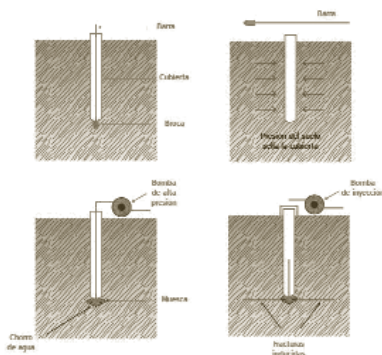
La fracturación se emplea con frecuencia para facilitar la limpieza de líquidos de fase no acuosa o (LFNA) sustancias químicas que no se disuelven fácilmente en el agua subterránea. Los LFNA resultan muy difíciles de limpiar en suelos con pocas fracturas.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Existen tres formas de fracturar el suelo y la roca, a saber: hidráulica, neumática y asistida por explosión:

■ La fracturación hidráulica utiliza generalmente agua. El agua se bombea mediante presión a orificios perforados en el suelo. La fuerza del agua causa el agrietamiento o fracturación del suelo. Además logra que las fracturas existentes se agranden. Cuando se desea alcanzar mayor profundidad en la fracturación, se bombea arena dentro del subsuelo junto con el agua. La arena ayuda a abrir las fracturas y evita que las mismas se cierren como consecuencia del peso del suelo.

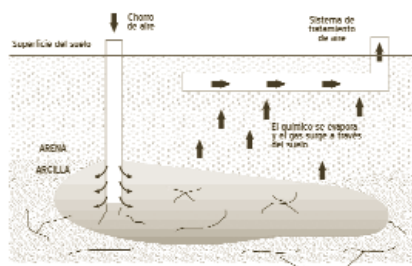
Gráfico 10. Proceso de fracturación hidráulica



■ La fracturación neumática es un método que utiliza aire para fracturar el suelo. Además puede ayudar a extraer sustancias químicas que se evaporan o convierten rápidamente en gases cuando éstas se exponen al aire. Cuando el aire penetra en el suelo a presión, las sustancias

químicas se evaporan pudiendo capturarse sus gases y tratarlos posteriormente en la superficie del suelo.

Gráfico 11. Fracturación neumática



■ La fracturación asistida por explosión es una técnica que emplea explosivos para fracturar la roca. Los explosivos se colocan en orificios y se detonan posteriormente. El propósito principal consiste en crear la mayor cantidad de caminos para que el agua subterránea contaminada llegue a los pozos perforados para someterlos a una limpieza por bombeo y tratamiento.

Otras técnicas de limpieza de suelos son:

■ **Kerfing.** Consiste en la creación mediante un chorro de agua a alta presión y un material abrasivo (arena u otros) de una cavidad paralela o perpendicular al eje de un pozo o sondeo ya existente. La cavidad así formada se puede rellenar bien con un material permeable para que actúe como canal de recogida, bien con un material impermeable para que funcione como barrera, o bien con un agente

descontaminante que facilite la tarea de recuperación.

■ **Zanjas de intercepción.** La idea de esta metodología es excavar zanjas profundas a intervalos regulares en la zona de tratamiento, de manera que cada sector pueda ser tratado por separado y que las líneas de flujo de los fluidos en el suelo sean paralelas (a diferencia del caso de un pozo, en que dichas líneas son convergentes en un punto, limitando el área de influencia)

■ **Técnicas mineralúrgicas de aglomeración y separación.** Estas técnicas permiten aglomerar residuos industriales y terrenos contaminados, para posteriormente inertizarlos por tratamiento térmico. Mediante el tratamiento térmico aplicado a los nódulos peletizados, se separan por volatilización los constituyentes perjudiciales en forma de humos. Esta fracción volátil se recoge por técnicas de condensación, arrastre y/o filtración. El nódulo calcinado, limpio e inertizado, se tritura, pudiéndose utilizar como material de construcción o como componente de un suelo que soporte una actividad agrícola tradicional.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

6.5.2 Técnicas de limpieza de suelos ex situ

En estas técnicas, el volumen de suelo contaminado es excavado, transportado y tratado en una instalación destinada a tal efecto.

Dentro de esta categoría se incluyen las técnicas on site, en las que el suelo es excavado y tratado en instalaciones móviles situadas en la zona de trabajo, minimizando, de este modo, el transporte del suelo contaminado. Éstas son:

Incineración.

Consiste en un proceso de quemado, en un horno y a temperatura controlada, de los materiales peligrosos con el fin de destruir productos químicos potencialmente tóxicos. La incineración reduce a su vez la cantidad de material una vez tratado. En este proceso se eliminan una serie de productos químicos tales como los PCBs, solventes y pesticidas, pero no se destruyen los metales pesados. Existen dos formas posibles de incineración:

- Mediante un incinerador móvil transportado al emplazamiento (proceso on-site) del suelo contaminado para proceder allí a la descontaminación.

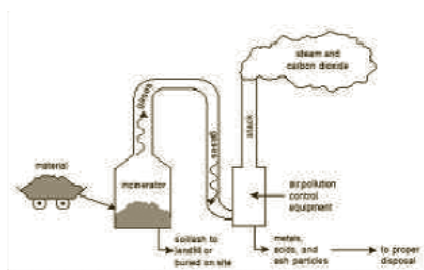
- Transportando el material a tratar a las plantas incineradoras fijas.

En un incinerador se controlan tanto la cantidad de calor como la de aire que se

introduce. Los contaminantes químicos van a ir transformándose en gases, y éstos a su vez pasarán a través de la llama de un quemador para ser eliminados.

Los gases previamente calentados se descomponen combinándose con oxígeno y formando compuestos menos tóxicos y vapor. Los gases producidos en el incinerador pasan a través de un equipo de control de la calidad del aire para eliminar cualquier resto de metales, ácidos y cenizas. Estos componentes tóxicos habrán de ser dispuestos en un vertedero de seguridad. La cantidad de material resultante es mucho menor que la que tratada inicialmente.

Gráfico 12. Esquema de proceso de incineración



Una incineradora correctamente diseñada puede operar y destruir compuestos químicos peligrosos sin producir olores ni humos nocivos.

La ventaja de este proceso es que es rápido y puede destruir elementos que no podrían ser eliminados con otros métodos.

Es un método importante para emplazamientos que han de reducir su contaminación rápidamente por suponer un peligro medioambiental. La incineración on site puede reducir considerablemente la cantidad de material que habrá de ser transportado a un vertedero de seguridad.

Desorción térmica.

Es una técnica innovadora para tratar la tierra contaminada con desechos peligrosos. Este método consiste en un calentamiento de la tierra contaminada hasta una temperatura que oscila entre 90°C y 540°C a fin de que los contaminantes con un punto de ebullición bajo se vaporicen y, por consiguiente, se separen de la tierra.

Una vez vaporizados, los contaminantes se recogen y son tratados en un sistema de tratamiento de emisiones. Aquellos contaminantes que no se hayan vaporizado se trasladan con otros métodos descontaminantes.

Este método es diferente de la incineración. La desorción usa el calor para separar físicamente los contaminantes de la tierra que después se someten a un tratamiento posterior, en cambio la incineración usa el calor para destruir los contaminantes.

Los sistemas típicos de desorción tienen tres componentes:

- El sistema de tratamiento preliminar y movimiento de materiales.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ El dispositivo de desorción.

■ El sistema posterior al tratamiento para gases (contaminantes vaporizados) y sólidos (la tierra que queda).

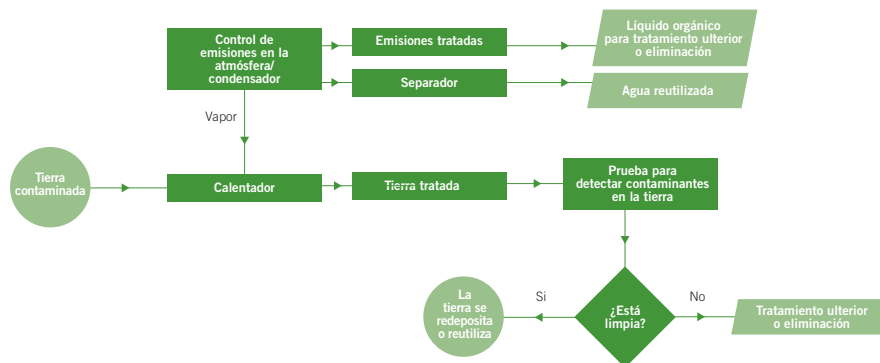
En el tratamiento preliminar los materiales contaminados se pasan por una criba con el fin de entresacar los terrones más grandes y la materia extraña. Si el material contaminado está muy húmedo o tiene una concentración elevada de contaminantes, tal vez será necesario mezclarlo con arena o secarlo para que de este modo se convierta en una masa más uniforme que pueda tratarse con el equipo de desorción.

El dispositivo de desorción tiene como función calentar la tierra contaminada y mantenerla a una temperatura suficiente para secarla y vaporizar los contaminantes que contenga.

Un tipo común es el dispositivo de desorción giratorio que consiste en un tambor cilíndrico giratorio de metal. Una variedad de este dispositivo es el de calentamiento directo, en el que el material entra en el cilindro giratorio y se calienta al entrar en contacto con una llama o con los gases calientes emitidos por una llama.

Otra variedad es la de calentamiento indirecto, en el que la tierra contaminada no entra en contacto con una llama o con gases de la combustión, sino que se calienta el exterior del cilindro de metal,

Gráfico 13. Proceso de desorción térmica



y éste calienta indirectamente la tierra que da vueltas en su interior. A medida que los desechos se calientan, los contaminantes se vaporizan y se integran a la corriente gaseosa de aire y vapores contaminados que sale del dispositivo de desorción y se dirige al sistema posterior al tratamiento. Se puede agregar un gas inerte, como por ejemplo el nitrógeno, a la corriente de gas para evitar que los contaminantes vaporizados se prendan fuego en el dispositivo y facilitar la vaporización y remoción de los contaminantes.

En el sistema posterior al tratamiento los efluentes gaseosos generalmente se someten a un proceso para retirar las partículas que queden en la corriente de gas una vez finalizado el procedimiento. Los contaminantes vaporizados de los efluentes gaseosos se pueden quemar en un quemador auxiliar, recoger con carbón activado o recuperar en un condensador. Según los contaminantes y su concentración, se puede usar cualquiera de estos métodos o todos ellos.

La eficacia del procedimiento se determina, generalmente, comparando la concentración de contaminantes en la tierra tratada con la concentración de contaminantes en tierra sin tratar. Además, como es un procedimiento que trabaja a temperaturas más bajas que otros tratamientos, consume menos combustible. Un equipo puede llegar a tratar hasta 10 toneladas de tierra contaminada por hora.

Si la tierra tratada no es peligrosa, se vuelve a colocar en su lugar de origen o se traslada a otro sitio para usarla como relleno. Sin embargo, si la tierra necesita de un tratamiento ulterior (por ejemplo, si contiene contaminantes que no responden a este proceso), se puede tratar con otra técnica o transportar a otro lugar para su eliminación.

La desorción térmica es un proceso eficaz para separar materia orgánica de desechos procedentes de refinerías, de alquitrán de hulla, del tratamiento de la madera y de pinturas. Puede separar sol-

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

ventes, plaguicidas, bifenilos policlorados, dioxinas y fuel-oil de tierra contaminada.

No se puede aplicar a la mayoría de los metales, aunque con esta técnica se puede extraer mercurio. Los demás metales permanecen en la tierra tratada, en cuyo caso hay que volver a tratarla, o se vaporizan, y entonces pueden complicar el tratamiento de los efluentes gaseosos. Es necesario determinar la presencia de metales y su destino antes de tratar la tierra. No es una buena opción para tratar metales pesados, que no se separan fácilmente de la tierra, o ácidos fuertes, que pueden corroer el equipo utilizado para el tratamiento.

La desorción térmica no resulta igual de eficaz en el tratamiento de todos los tipos de suelos. Si la tierra está húmeda, el agua se evaporará junto con los contaminantes. Debido a la sustancia adicional (agua) que se evapora, se necesita más combustible para vaporizar todos los contaminantes de la tierra húmeda.

Los suelos con alto contenido en limo y arcilla también son más difíciles de tratar. Cuando el limo y la arcilla se calientan, emiten polvo que puede perturbar el equipo. Si el suelo es muy compacto, a menudo, el calor no llega a entrar en contacto con todos los contaminantes, de modo que es difícil que se vaporicen.

Los puestos de trabajo asociados a estas tareas son de similar tipología a los que se

desarrollan en trabajos de movimientos de tierra y obra civil, tales como operarios de movimientos de tierra y maquinaria pesada, jefes y jefas de obra, ingenieros e ingenieras y puestos de trabajo vinculados al trabajo de manejo de materiales pesados (arenas, arcillas y piedras).

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Como se mencionaba con anterioridad, la mayor parte de las actividades de este sector están relacionadas con los movimientos de tierra. Estos trabajos están incluidos dentro del listado definido en el Anexo 1, del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad en obras de construcción, por lo que se debe considerar como una obra de construcción. Por lo tanto, cualquier proyecto de estas características debe cumplir con esas disposiciones mínimas.

Los riesgos laborales asociados a estas actividades tienen que ver con el empleo de maquinaria de movimiento de tierras y normalmente son actividades poco intensivas en mano de obra. Los riesgos suelen relacionarse con la circulación de máquinas y camiones (atropellos, golpes), con la utilización de las mismas (caídas en el ascenso y descenso a los mimos). Como factor de riesgo más importante por las consecuencias que supone estaría el vuelco de maquinaria.

En muchos de los tratamientos a los que

se somete el suelo aparece maquinaria específica. Se trata de sistemas de limpieza mediante solventes, extractores, hornos, etc. La utilización de estos equipos supone la presencia de sustancias químicas como los disolventes, la exposición a superficies calientes y a temperaturas extremas (utilización de hornos), la exposición a proyecciones y explosiones por la utilización de sistemas de compresión, y el almacenamiento de sustancias inflamables. El trabajo a la intemperie es también un factor de riesgo asociado a las condiciones climáticas extremas. Pero el factor de riesgo a destacar en todos estos procesos es el ruido que genera el tratamiento del suelo, ya que se trata de máquinas que realizan de forma continua el movimiento de tierras por medios mecánicos.

6.6 Control de ruido y vibraciones

Las actividades relacionadas con el establecimiento de acciones preventivas y correctivas por ruido y vibraciones, vienen marcadas por el desarrollo de una serie de trabajos previos de estudios y toma de datos.

Los pasos habituales en este proceso son:

- Relación de un ensayo acústico (N.E.E.) en distintos horarios y con distintas condiciones ambientales.

- Realización del tratamiento de datos necesario para la obtención de resultados.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ Elaboración de un informe para la puesta en marcha de las medidas necesarias para la minimización de la contaminación por ruido y vibraciones.

El aspecto más destacable y particular es el proceso de toma de muestras. En este proceso se deben estudiar los días y horas más adecuados para la realización de los trabajos, teniendo en cuenta la duración de los mismos, con el fin de que no se generen tiempos muertos por inactividad de las instalaciones objeto de inspección. Los equipos de medición y toma de muestras deben contar con los adecuados certificados de calibración y deben ser manejados por personal cualificado.

Este personal cualificado, llamado normalmente inspector de ruido, deberá haber sido sometido previamente a un procedimiento de entrenamiento y cualificación personal de acuerdo a la normativa específica del sector (ECA nº 400011), ya que para el correcto desarrollo de su función deberá conocer y dominar una serie de equipos y materiales específicos, además de seguir de manera muy precisa una serie de procedimientos e instrucciones técnicas.

Una vez tomada la información, los trabajos de definición de las medidas correctivas y preventivas son funciones que se llevan a cabo en oficinas, con un perfil del puesto de trabajo muy similar al de las tareas administrativas.

La puesta en marcha de medidas correctivas en muchos casos supone el montaje de sistemas correctivos como pantallas absorbentes, sistemas anti reverberantes, etc.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

En el sector del control del ruido predominan las actividades de ingeniería/consultoría y la de toma de muestras. Es decir los trabajos que se desarrollan están fundamentalmente relacionados con trabajos de documentación, búsqueda de información, elaboración de planes de muestreo, interpretación de datos y elaboración de informes, por lo tanto se trata de actividades donde los riesgos presentes están relacionados con trabajos de oficina y el uso de pantallas de visualización de datos.

La toma de muestras es posiblemente la actividad que pueda estar sometida a riesgos más diversos, como puede ser la exposición a ruido, ya que en muchos casos para obtener la medición es necesaria la exposición de algún trabajador o trabajadora. Las condiciones del entorno donde se realiza la medición puede provocar la aparición de riesgos no relacionados directamente con la actividad, como tráfico rodado próximo, lugar de muestreo en altura, malas condiciones lumínicas y otros. La mejor práctica preventiva para esta actividad es la realización de un análisis en profundidad de todas las circunstancias influyentes durante el diseño y planificación del muestreo.

6.7 Reciclaje de materiales

Una vez que con sus diferentes utilidades, las industrias y las y los diversos compradores han dado uso a los distintos productos y materiales, muchos de ellos pueden ser reconducidos a otros procesos productivos mediante su reciclaje.

El reciclado de material es el proceso físico-químico o mecánico al que se somete una materia o un producto ya utilizado, para obtener una o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos alargando el ciclo de vida de estos materiales.

Para ello, es necesario establecer, en primera instancia un procedimiento de recogida de cada uno de estos materiales, realizando un sistema de logística y transporte que lleve a dichos materiales hasta plantas industriales específicas donde serán tratados física o químicamente. En algunos casos algunos materiales no requieren de ningún tipo de tratamiento específico.

En este apartado no entraremos a describir los procesos de recogida abordados en el apartado de tratamiento de residuos sólidos.

Podemos citar las siguientes como las principales actividades asociadas a tecnologías de recuperación de materiales:

■ Tecnologías de extracción hidrometalúrgicas, pirometalúrgicas, mixtas.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

- Extracción selectiva de metales valorizables.

- Valorización de escorias y cenizas de las plantas de incineración de residuos.

- Desarrollo de procesos de desmontaje, desmantelamiento y reciclado.

- Tecnologías que incrementen el reciclado y reutilización de componentes de Vehículos fuera de Uso (VFU), Equipos Eléctrico-Electrónicos EEE y plásticos.

Los principales puestos de trabajo de la actividad de selección y clasificación de residuos son:

- Operador y operadora de planta de selección y clasificación de residuos.

- Encargado y encargada/responsable de planta de selección y clasificación en general.

- Director y directora de planta de selección y clasificación en general.

Los principales puestos de trabajo de la actividad de valorización energética de residuos son:

- Operador y operadora de planta de valorización energético en general.

- Maquinista en planta de valorización energética.

- Encargado y encargada/responsable de planta de valorización energética de residuos.

- Jefe y jefa de planta/Director y directora de valorización energética de residuos.

Los procesos de recuperación o reciclaje de materiales son muy amplios, debido a varias causas:

- Características físico-químicas del mismo, composición.

- Utilización que se le ha dado al material original.

- Toxicidad y peligrosidad de los mismos, definidas por sus características, físicas, químicas o biológicas.

- Posibilidad de reciclado, donde influye el ecodiseño del útil original.

- Valor en el mercado de los materiales recuperados.

- Contaminaciones sufridas.

- Uso de los materiales recuperados.

- Legislación específica sobre el tratamiento.

A continuación se realiza una descripción no exhaustiva de residuos para los que actualmente existen procesos de reciclado y recuperación, describiendo algunas características principales en relación con

los procesos de reciclado.

- **Papel.** Los residuos de papel fueron los primeros en reciclarse de forma industrial. Para su reciclaje, el papel se somete a un triturado, mezcla con agua caliente, eliminación de tintas mediante la adición de sustancias químicas, el blanqueado químico, el filtrado y el proceso de laminado, secado y embobinado.

- **Envases y embalajes.** Los procesos de reciclaje son muy distintos debido a la gran tipología de envases (diferentes tipos de plásticos, latas férricas, latas de aluminio, tetrabricks, etc).

- **Residuos de vidrio.** El proceso de reciclado de vidrio comienza con un triturado de la materia prima recuperada, el lavado para la eliminación de residuos y la homogeneización para su posterior mezcla con materia prima silíceo y entrada en el proceso de fundido.

- **Residuos agrícolas y forestales.** Como residuos agrícolas y forestales se consideran los residuos orgánicos procedentes de plantas, ya que el resto de residuos como envases contaminados, aceites minerales o plásticos están incluidos en otras categorías de residuos. Los restos vegetales normalmente sufren un proceso de triturado, y posteriormente pueden ser sometidos a procesos de compostaje (obteniendo abonos), metanización (obteniendo gases para combustión), alcoholización (obteniéndose bio-alcoholes) y otros.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ **Residuos de pilas, baterías y acumuladores.** Se realiza un tratamiento diferente dependiendo del tipo de pila. Tras la trituración de pilas con contenido en mercurio (excepto las pilas botón) se obtiene una mezcla que es destilada para la obtención de mercurio de mucha pureza. De la trituración de las pilas normales se obtiene escoria férrica y no férrica, papel, plástico y polvo de pila. Este último debe seguir distintos procesos para recuperar los metales que contiene. El elevado coste de recuperación hace que la mayor parte de las pilas sean sometidas a procesos de incineración o el depósito en vertedero controlado.

■ **Residuos de Neumáticos fuera de uso.** El tratamiento actual para los neumáticos que pueden volver a utilizarse es el recauchutado. Aquellos neumáticos que no son reutilizables se Trituran o granulan. La valorización del residuo se emplea en la elaboración de mezclas bituminosas (asfaltos para carreteras), para pavimentos en parques infantiles y pistas deportivas, como material drenante y de relleno, o bien la valorización energética en acerías y cementeras.

■ **Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.** El reciclaje de estos equipos y aparatos en de uso comprende el desmontaje de parte de los equipos, procesos de triturado y separación, incinerado, refinado y reciclaje químico. Los productos del reciclado son: hierro, aluminio, concentrado de cobre con metales preciosos, plásticos y vidrios.

■ **Residuos de construcción y demolición.** Estos residuos tras una separación de las diferentes fases que los componen, son triturados y utilizados como relleno en obras o depositados en vertederos controlados.

■ **Residuos de lodos de depuradoras.** Los lodos resultantes de la depuración de aguas residuales son sometidos a un tratamiento de estabilización, por el que se elimina la carga patógena. Este proceso se puede hacer mediante una estabilización química o mediante un proceso anaeróbico que produce, además del lodo estabilizado, gas que se puede utilizar para generar energía eléctrica por combustión. Posteriormente el lodo es secado y utilizado como abono o enmienda orgánica de terrenos (para lo que tendrá que ser pasteurizado), la valorización energética de los restos orgánicos presentes (biometanización) o depósito en vertedero.

■ **Residuos ganaderos.** Como residuos ganaderos se entienden los excrementos de animales, siendo los mayoritarios los purines (aguas residuales agroalimentarias líquidas), procedentes de la cría intensiva de cerdos, y la gallinácea (residuos sólidos agroalimentarios), procedente de la cría intensiva de gallinas. En el caso de los purines se realiza una separación sólido-líquido, realizando posteriormente una digestión aeróbica de la fase sólida y tratamiento biológico aeróbico de la fase líquida. Estos procesos producen gas, que puede ser utilizado para la pro-

ducción energética, y sólidos ricos en nutrientes minerales que pueden ser utilizados como abono.

■ **Residuos de madera.** El reciclaje de restos de madera se realiza mediante el triturado y la eliminación de partes metálicas. El resultado se utiliza para la fabricación de tableros, obtención de energía, producción de abonos y enmiendas orgánicas y camas de ganado, entre otros.

■ **Residuos Textiles.** Para el reciclado de textiles la primera operación que se realiza es su clasificación por materiales (algodón, lanas, sintéticos, etc.). Posteriormente se realiza una reducción de volumen mediante la reducción a fibras, que sirven fundamentalmente como rellenos, para la fabricación de absorbentes y trapos industriales, etc.

■ **Residuos de medicamentos.** El medicamento debe eliminarse como un residuo tóxico y peligroso. La mayor parte de estos residuos en la actualidad son incinerados.

■ **Residuos de aceites y grasas.** Hay que diferenciar entre los aceites minerales (aceites lubricantes) y los aceites y grasas de origen animal o vegetal. Los residuos de los primeros son tratados mediante complejos procesos industriales que buscan su recuperación como lubricante, su transformación en combustible o su utilización para la realización de mezclas asfálticas.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Las grasas animales y residuos de aceites vegetales en la actualidad están siendo usados como materia prima para la obtención de biodiesel y glicerina, mediante un proceso industrial de esterificación. Son también empleados para la fabricación de piensos para animales.

■ **Residuos de vehículos fuera de su vida útil.** En primer lugar, se retiran del vehículo todos los componentes considerados residuos peligrosos (la etapa de descontaminación): baterías, líquido de frenos, aceites de motor y filtro, aceites del diferencial y caja de cambios, aceites de los amortiguadores, líquido anticongelante, refrigerante del aire acondicionado, catalizadores, filtro del aire, condensadores y componentes electrónicos con PCB Y PCT, extracción de zapatas y ferodos con amianto, gasolinas y gasóleos, neumáticos, neutralización o retirada de los AIR-BAG. Posteriormente se retiran todas las partes del vehículo con posibilidad de reciclado: lunas, plásticos, espumas de asientos, salpicaderos y metal.

■ **Residuos metálicos.** El proceso de reciclado empieza por una reducción de volumen y separación de los diferentes metales. El siguiente paso es la eliminación de sustancias contaminantes, pasando posteriormente a fundir el material para la conformación de lingotes o barras de los diferentes metales. Se trata de procesos muy industrializados.

■ **Residuos sanitarios.** Hay una amplia

variedad de residuos sanitarios. Existen residuos sanitarios asimilables a los urbanos y, por lo tanto, su tratamiento es similar a ellos. Los residuos que contienen sustancias tóxicas o peligrosas son incinerados. Dentro de este grupo se encuentran los residuos con restos biológicos. En muchos países se está imponiendo como medida alternativa a la incineración para estos residuos, el tratamiento mediante la esterilización y, una vez triturados, se asimilan a los residuos urbanos. La eliminación de residuos citostáticos se realizará mediante neutralización química o incineración a una temperatura que pueda garantizar su destrucción.

■ **Residuos industriales peligrosos.** Dependiendo del tipo de residuo y sus características físico-químicas, se realizará un tratamiento u otro, o combinación de algunos de los siguientes:

■ **Tratamientos Físicos:** adsorción, centrifugación, cristalización, coagulación, desorción, destilación, electrodiálisis, evaporación, filtración, flotación y otros.

■ **Tratamientos químicos:** calcinación, catálisis, clorolisis, electrolisis, fotolisis, hidrólisis, neutralización, precipitación, oxidación, ozonolisis, reducción.

■ **Tratamientos biológicos:** compostaje, digestión anaeróbica, filtros de chorro, lagunas aireadas, lodos activos, piscinas de estabilización y tratamiento enzimático.

■ **Tratamientos térmicos:** combustión, gasificación, incineración y pirolisis.

■ **Residuos radiactivos.** Los residuos radiactivos en España son gestionados por los propios productores en el caso de los residuos de alta actividad, almacenando los mismos en las centrales nucleares. La empresa estatal ENRESA (Empresa Nacional de Residuos Radioactivos, S.A.) supervisa el tratamiento de estos residuos, así como la gestión de los residuos de media y baja actividad. La gestión de estos residuos está muy controlada y protocolizada al tratarse de materiales muy peligrosos.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Las características de las condiciones de trabajo en este sector son muy diferentes dependiendo de la especialización de cada industria. Es muy complicado, por tanto, realizar una explicación única y lineal sobre dichas condiciones y su repercusión sobre la salud de las personas trabajadoras.

Hemos considerado que lo más adecuado era enumerar algunos factores de riesgo destacables por estar presente en gran parte de las industrias o por su especial repercusión en la prevención de riesgos laborales.

■ **Exposición a Ruido.** La mayoría de los procesos que hemos enumerado para el reciclado de residuos son procesos muy industrializados en los que se emplea maquinaria y equipos que realizan opera-

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

ciones con emisión de ruido, con lo que podemos concluir que un gran número de trabajadores en el sector del reciclado están expuestos a niveles de ruido que es necesario evaluar.

■ **Exposición a partículas en suspensión.** El gran número de operaciones de disgregación, molienda, triturado, etc. que se realizan en el sector son en su mayor parte mecánicas, por lo que son propensas a la generación de polvo y partículas en suspensión, lo que deberá ser evaluado en cada caso.

■ **Productos químicos.** Los productos químicos aparecen en los diferentes procesos, como residuos, productos intermedios, reactivos o como contaminantes.

■ **Ritmo de trabajo marcado por cadena de producción.** En las cadenas de producción en las que intervienen operarios, el ritmo de trabajo no es controlado por los mismos sino que es impuesto por el proceso completo.

■ **Movimientos repetitivos.** En trabajos relacionados con la selección de materiales, los operarios encargados de la misma realizan movimientos repetitivos que deberán ser estudiados.

■ **Temperaturas extremas.** Motivados por el trabajo a la intemperie o bien por la presencia de procesos a altas temperaturas como los de valorización energética, secado o incineración. Será necesario realizar la evaluación de estrés térmico.

■ **Agentes biológicos.** Gran parte de los residuos descritos tienen una alta carga biológica a la que las personas trabajadoras están expuestas (lodos de depuradoras, residuos sanitarios, etc.). Por tanto, se deberá realizar una evaluación específica de exposición a agentes biológicos.

En todo caso, es necesario destacar la necesidad de realizar evaluaciones específicas de riesgos centradas en la actividad, no dando por válidas las evaluaciones genéricas que inciden poco o muy poco en aspectos higiénicos y ergonómicos.

Si ya hemos destacado la importancia del ecodiseño en la mejora del reciclado, una buena práctica a implantar sería el establecimiento de variables relacionadas con la prevención de riesgos laborales a tener en cuenta a la hora de diseñar un producto. En la utilización de sustancias químicas, por ejemplo, la definición de procesos de reciclado que mejoren las condiciones de trabajo podría ser una buena práctica certificable.

6.8 Suministro de agua

Las actividades principales de las empresas pertenecientes a este sector se centran en la gestión y administración del ciclo integral del agua. Se trata principalmente de actividades de captación de los recursos hídricos; distribución (abastecimiento domiciliario, industrial y urbano de agua

potable, alcantarillado); tratamiento (tratamiento de aguas residuales); control de calidad del agua; actividades de I+D+i; preservación del medio ambiente; etc.

Siguiendo el proceso del ciclo vital del agua, desde su recogida y almacenamiento hasta su red de salida por el alcantarillado, podemos tener en cuenta las siguientes actividades principales en el sector de suministro de agua: embalses, estaciones de tratamiento de agua potable, laboratorios de análisis químico y biológico, estaciones de bombeo, red de abastecimiento y red de alcantarillado.

■ A. Embalses

Los embalses son grandes depósitos de agua que se forman de un modo artificial. Generalmente cerrando la boca de un valle o barranco mediante un dique, con el fin de almacenar las aguas de un río, barranco o arroyo.

Los embalses se construyen, por tanto, para acumular las aguas de escorrentía y aprovecharlas en el regadío y en el abastecimiento de las poblaciones, operando como contenedores superficiales de agua.

Por su tipología se puede establecer la siguiente clasificación de embalses:

■ *Presas de gravedad*, que resisten el empuje de las aguas por su propio peso. Estas presas pueden ser de hormigón en masa o de materiales sueltos.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ *Presas de bóveda*, que se construyen con hormigón armado y pretensado. Las estructuras de estas presas se conciben, de tal modo, que los empujes del agua acaban siendo transmitidos a los apoyos laterales en terreno firme.

Según las funciones que deban desempeñar las presas reciben la clasificación de Hidroeléctricas, de abastecimiento, mixtas y de riegos.

Los puestos de trabajo relacionados con las presas hemos de dividirlos en dos áreas claramente diferenciadas. Por un lado, los puestos de construcción del embalse y presa. Por otro lado, los puestos de mantenimiento y control una vez que las obras estén concluidas.

■ B.Estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP)

Las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) son instalaciones que convierten el agua natural o bruta en agua potable. Tienen como misión la eliminación de tres tipos principales de sustancias indeseables en el agua destinada al consumo humano:

■ Materiales inorgánicos.

■ Materiales orgánicos: fenoles, hidrocarburos, detergentes, residuos de pesticidas, etc.

■ Contaminantes biológicos: microorganismos, como bacterias, protozoos, virus, etc.

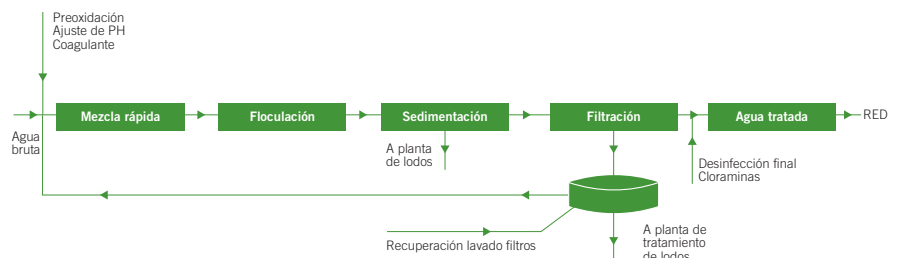
El agua potable, por lo tanto, debe cumplir una exigencia fundamental: ausencia de microorganismos patógenos y de sustancias peligrosas (incluye nocivas, irritantes, corrosivas, tóxicas, radioactivas, etc.). Pero también debe cumplir con una serie de propiedades organolépticas (ausencia de sabores, olores, colores o turbiedades desagradables), provocando el rechazo de las personas usuarias en caso contrario.

El tratamiento de las aguas se realiza mediante una serie de procesos encadenados, dependientes de las características del agua a tratar. La secuencia de procesos más usual es la siguiente:

no), cloro, dióxido de cloro, permanganato potásico, ozono y agua oxigenada, bien solos o en combinación.

■ *Coagulación y floculación*. Mediante la adición de reactivos (sales metálicas) y procesos de agitación rápida y lenta, se consiguen agrupar partículas muy pequeñas cargadas eléctricamente (coloides). Estas partículas, por su pequeño tamaño y carga, no sedimentarían nunca, siendo responsables del color y la turbiedad del agua. El proceso se realiza neutralizando las cargas eléctricas que mantienen separadas a las partículas coloidales, con lo que éstas se agrupan aumentando de tamaño, se rompe el equilibrio y decantan al fondo por gravedad.

Gráfico 14. Proceso de tratamiento de potabilización del agua



■ *Preoxidación*. Se introduce en el agua un agente químico oxidante que reacciona con las materias orgánicas e inorgánicas disueltas en el agua susceptible de ser eliminadas por oxidación. Los agentes oxidantes normalmente utilizados son aire atmosférico (por su contenido en oxígeno),

■ *Decantación*. El agua circula a baja velocidad en los decantadores donde, por la acción de la gravedad, se depositan en el fondo las partículas y las agrupaciones de coloides formadas en el proceso anterior. Del fondo, son extraídas en forma de fango, para su posterior tratamiento y secado.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ **Filtrado sobre arena:** En este proceso se retienen las pequeñas partículas que no han sido extraídas en la decantación. Es, por tanto, un proceso de afino. Las pequeñas partículas quedan retenidas en los huecos existentes entre los granos de arena, al pasar el agua a través de un lecho de este material. El lecho de arena es lavado periódicamente, haciendo pasar en sentido contrario al del paso normal del agua, aire a presión y agua ya tratada. El agua de lavado se recupera enviándola a la cabecera del tratamiento.

■ **Neutralización:** La acidez del agua se ajusta mediante la adición de reactivos químicos apropiados (cal o sosa). El objetivo es que el paso del agua no produzca la corrosión en las tuberías o provoque deposición de incrustaciones a la red de distribución.

■ **Desinfección final:** Elimina los microorganismos que puedan sobrevivir tras los procesos anteriores. Para ello se adiciona al agua una sustancia oxidante (cloro o compuestos de cloro), que además garantiza la calidad del agua ante posibles contaminaciones accidentales en su recorrido por la red de distribución.

El tratamiento del agua puede exigir además la necesidad de instalar procesos específicos en función de sus características especiales. Los más habituales son:

■ **Filtración sobre carbón activo:** un filtro de carbón retiene en sus microporos inte-

riores las moléculas que pueden dar al agua malos olores y sabores. El carbón puede ser utilizado en polvo o en grano.

■ **Ozonización:** el ozono es utilizado como desinfectante y viricida, mejorando los caracteres organolépticos del agua. Este proceso se suele situar en la cabecera de la Estación o bien al final de los demás procesos.

■ **Ablandamiento:** algunas aguas, por su dureza, han de ser sometidas a un proceso químico de desalación para la eliminación de sus sales de calcio y magnesio. Además de proporcionar una mayor calidad al agua, evita posibles problemas en la red de distribución (incrustaciones de cal).

■ C. Laboratorios de análisis químico y biológico

Tienen asignados los controles analíticos de calidad de las aguas y vertidos en el ámbito geográfico de la zona de competencia de la empresa.

Los tipos de análisis que se pueden llevar a cabo son entre otros:

■ **Análisis de agua bruta (captación):** muestra diaria.

■ **Análisis de proceso en ETAP:** muestras diarias de agua decantada y filtrada.

■ **Análisis de salida de Planta:** muestra

diaria para análisis de control y análisis completo cada mes.

■ **Análisis en depósitos:** sesenta análisis de control al año y siete análisis completos.

■ **Red de distribución.**

■ **Grifo de consumidor.**

Diariamente se determina el nivel de desinfectante residual en varios puntos de la red de abastecimiento para garantizar la desinfección del agua de consumo. Igualmente se realizan análisis organolépticos, color, olor, sabor y turbidez, de muestras tomadas en estos mismos puntos.

Principales controles que se deben realizar:

■ De captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y depuración.

■ De fugas y filtraciones.

■ Físico-químicos, microbiológicos, de toxicidad y radioactividad de todo tipo de aguas.

■ Análisis microbiológicos del aire.

■ De vertidos domésticos, industriales, etc.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ D.Red de distribución de agua (Abastecimiento)

Consiste en un entramado de tuberías dispuestas para garantizar que en todos los puntos exista el caudal previo, la presión conveniente y la calidad del agua requerida, evitando cualquier posible contaminación desde su recogida en el depósito hasta el punto de consumo.

La colocación de la tubería ha de quedar asentada a cota superior a la del alcantarillado para evitar contaminaciones.

■ E.Red de recogida de agua residual (Alcantarillado)

El alcantarillado se define como “la evacuación de las aguas residuales o de los efluentes líquidos de las viviendas a través de un sistema de conductos”. Con este sistema se pretende llevar a cabo un saneamiento, es decir, la recogida de aguas residuales y su adecuado tratamiento.

La red debe contar con todos los elementos necesarios: conducciones, emisarios, aliviaderos, sumideros, arquetas, etc., que posibilitan la recogida de las aguas residuales y pluviales y conducirlas, salvo casos muy excepcionales, por gravedad, hasta las estaciones de tratamiento, evitando los olores y facilitando el mantenimiento. Para el caso de lluvias intensas, en determinados puntos, existen aliviaderos que, a partir de una determinada dilución de las aguas residuales con las plu-

viales, permiten evacuar los colectores y emisarios a cauces público.

Los trabajos y procesos relacionados con el montaje y mantenimiento de las redes de abastecimiento y alcantarillado son tareas propias de la obra e ingeniería civil, tales como movimientos de tierra, utilización de maquinaria pesada y puestos de construcción con formación y experiencia específica en ingeniería de caminos en los aspectos de diseño y supervisión, y puestos técnicos dedicados al montaje y supervisión de las infraestructuras.

■ F.Estaciones de muestreo

Su objetivo es la toma de muestras de aguas y determinaciones in-situ de los diversos núcleos abastecidos, así como su posterior traslado al laboratorio. Suelen estar localizadas tanto en zonas urbanas como industriales.

■ G.Estaciones de bombeo (EBAR)

En ocasiones, y debido a la orografía del terreno, son necesarias estaciones de bombeo que impulsen las aguas residuales hacia las depuradoras, ya que los colectores están situados a una cota más baja que las EDAR.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Las empresas dedicadas al suministro de agua realizan normalmente el ciclo completo del agua, es decir realizan también la recogida de aguas residuales y las tratan.

Las operaciones, actividades, equipos y sustancias utilizadas para la potabilización del agua son muy parecidas a las utilizadas para su depuración, por lo que en este apartado entraremos en más profundidad en aquellas operaciones diferentes y haremos referencia a las abordadas en el tratamiento de aguas residuales cuando sean similares.

Embalses

La gestión de la operativa de los embalses se encuentra centralizada en las salas de control, donde existe puesto de mando para la gestión de la instalación. Los trabajos desarrollados en estos puestos tienen características de trabajos de administración, y los riesgos asociados a ellos están relacionados con los trabajos en oficinas.

Los trabajos realizados en los embalses son fundamentalmente operaciones relacionadas con la generación de electricidad, recreativas y mantenimiento de las instalaciones. Los trabajos relacionados con la generación de electricidad están plenamente automatizados y controlados desde la sala de control.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Imagen 4. Embalse de la Minilla (Sevilla) y Embalse del Río Guadalfeo



Los trabajos relacionados con actividades recreativas consisten en la vigilancia de las personas usuarias del embalse durante el desarrollo de actividades como el uso de embarcaciones recreativas o deportivas, la pesca o el baño. Las personas trabajadoras que realizan estos trabajos están expuestas a los riesgos relacionados con las condiciones climáticas, y a los riesgos derivados de la navegación en pequeñas embarcaciones, caídas desde las embarcaciones. Especial interés, desde el punto de vista preventivo,

tienen las actividades de salvamento y socorro que pueden tener lugar en los embalses. Únicamente trabajadores y trabajadoras debidamente formados, entrenados y equipados podrán realizar dichas labores.

Los trabajos de mantenimiento en embalses están relacionados con actividades de mantenimiento de instalaciones eléctricas, instalaciones de conducción de aguas, mantenimiento de estructuras y edificios, y limpieza de los entornos de los embalses. Desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales los trabajos con mayor relevancia por los riesgos a los que se exponen los trabajadores y trabajadoras serían:

- Trabajos eléctricos en zonas húmedas, como los trabajos en cuartos de bombas y zonas con válvulas eléctricas. Las instalaciones de estos locales deberán cumplir con la legislación industrial vigente (Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus IT correspondientes).

- Trabajos en recintos confinados, como pozos, arquetas, depósitos, etc. Trabajos con características similares y a los que se deben aplicar medidas preventivas iguales a las descritas en el apartado dedicado al trabajo en recintos confinados del análisis de las condiciones de trabajo realizado en el apartado dedicado al tratamiento de aguas residuales.

- Trabajos submarinos, necesarios para la realización del mantenimiento de equipos sumergidos (válvulas, estructuras) o

limpieza de sedimentos, localización de averías y otros. Estos trabajos deben estar realizados por empresas especializadas, que cuenten con los equipos necesarios y personas trabajadoras formadas y entrenadas para estas tareas. Las y los buceadores tendrán la titulación y capacitación adecuada y necesaria de acuerdo con la exposición hiperbárica a la que se van a someter. Estos trabajos deberán estar procedimentados de forma que sólo las personas autorizadas puedan realizarlos, cumpliendo las limitaciones de tiempos máximos de inmersión diarios, realizando de forma correcta la compresión y descompresión, disponiendo del equipo humano necesario, nombrando una o un jefe de equipo de buceo, y demás consideraciones necesarias para correcta ejecución de las tareas.

Estaciones de tratamiento de agua

El agua bruta procedente de embalses o pozos es sometida a procesos de preoxidación. En esta misma etapa se le añade coagulantes y floculantes. El agua aditivada es llevada a unas piscinas de floculación y decantadores para que se produzca la floculación y decantación.

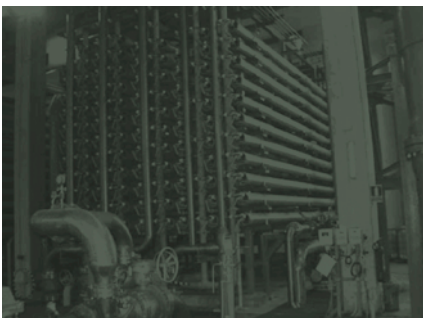
Los riesgos a los que están expuestas las personas trabajadoras son los relacionados con el manejo y almacenamiento de sustancias químicas y las caídas a distinto nivel por los trabajos desarrollados en los decantadores. Normalmente este riesgo se encuentra controlado por la instala-

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

ción de barandillas en las zonas de trabajo y tránsito.

El filtrado del agua es un proceso realizado de forma automática. Las personas trabajadoras están expuestas a ruido producido por los sistemas de filtrado, bombas y motores. Normalmente los equipos de bombeo se encuentran en recintos diseñados exprésamente, por lo que la exposición de la persona trabajadora es esporádica y relacionada con trabajos de mantenimiento.

Imagen 5. Sistema de filtrado por ósmosis inversa.



Otros riesgos relacionados con la actividad de potabilización del agua son los ya expuestos y desarrollados en el tratamiento de aguas residuales, como son: exposición a temperaturas extremas, espacios confinados y exposición a sustancias tóxicas y nocivas.

Laboratorios

En los laboratorios dedicados al análisis de aguas potables, los equipos, procedi-

mientos de trabajo, sustancias químicas, etc. son los mismos que existen en los laboratorios de aguas residuales. En muchos casos son los mismos laboratorios los que realizan las analíticas para las dos actividades ya que, como se ha dicho, en numerosos casos son las empresas que realizan la gestión de aguas residuales las mismas que realizan la gestión del suministro de agua potable, gestionando el ciclo completo del agua. Por ello para la definición de condiciones de trabajo y los riesgos laborales asociados remitiremos al apartado donde se trataron los laboratorios de aguas residuales.

Red de distribución y Red de alcantarillado

Los trabajos relacionados con la red de distribución de agua potable y la red de alcantarillado tienen que ver con el mantenimiento de las mismas. Los trabajos que realizan las personas trabajadoras son actividades de fontanería y limpieza, y los riesgos a los que se encuentran expuestos están relacionados con el manejo de maquinaria y herramientas manuales, amoladoras, cortadoras, equipos de soldadura, etc., así como con el manejo de cargas (tapas de arquetas) y conducción de vehículos.

Especial atención hay que prestar a los trabajos desarrollados en:

- Instalaciones de alta presión, la rotura de estas puede provocar la caída del trabajador o el golpe del agua a presión.

- Trabajos en recintos confinados. En el caso de las redes de saneamiento, las circunstancias se agravan ya que se produce la fermentación y descomposición de los restos orgánicos contenidos en las aguas residuales, así como otras sustancias tóxicas desechadas de forma accidental o no, por industrias u hogares.

- Trabajos en locales húmedos con la presencia de electricidad.

En el caso de las redes de alcantarillado las personas trabajadoras se exponen a riesgos biológicos. Los agentes patógenos son los mismos que los descritos en apartados anteriores dedicados a las aguas residuales. Además, los trabajadores y trabajadoras están expuestos a los accidentes provocados por animales, como por ejemplo mordeduras de ratas.

6.9 Gestión de espacios naturales, protección de la naturaleza, Silvicultura

La gestión de espacios naturales tiene un fin básico como es la conservación del patrimonio natural. En este sentido, las actividades del sector cumplen una importante función ambiental y sociocultural que requiere el desarrollo de tareas como investigación, administración, dirección y gestión de equipamientos de uso público que se desarrollan en los propios espacios naturales. Además, tienen especial relevancia

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

los puestos relacionados con la atracción del ecoturismo, la conservación de elementos singulares, valiosos y atractivos del patrimonio natural, combinándolos con iniciativas de educación ambiental.

La mayor parte de los empleos generados en espacios naturales protegidos están relacionados con las actividades de vigilancia y mantenimiento que pueden resumirse en la tabla siguiente:

Tabla 21. Áreas de trabajo en espacios naturales protegidos

Principales áreas de trabajo de las actividades realizadas en los espacios naturales protegidos:
Trabajadores/as del área de gestión:
Vigilancia Mantenimiento Gestión (administración y dirección) Conservación Investigación Uso público Desarrollo socioeconómico

Como actividad diferenciada e importante dentro de la gestión de espacios protegidos, se encuentra la gestión de las masas forestales, en tanto que supone la puesta en marcha de una serie de procesos y trabajos muy específicos y que son muy relevantes al tener un alto impacto en el número de empleos generados.

El aprovechamiento y la explotación de los bosques, tradicionalmente utilizados para

producir alimentos, leña y materiales de construcción, se realiza en los espacios naturales protegidos para además mantener en buen estado de salud y conservación los ecosistemas.

Los procesos básicos de la gestión de los espacios forestales son: establecer, repoblar, gestionar y proteger los bosques, y aprovechar sus productos. Todas estas actividades se engloban en tres partes diferenciadas: plantación, mantenimiento y aprovechamiento. En este sentido, puede ser considerado en cierta medida como subsector agrario ya que presenta una serie de características comunes con el mismo, tales como: el trabajo al aire libre, la mecanización de los trabajos, la subcontratación, la rotación del personal, el alejamiento y dispersión general de las explotaciones.

Colateralmente, hay que contar entre los trabajos forestales con las tareas de extinción de incendios, ya que a causa de estas tareas hay cada año pérdidas de vidas humanas en nuestro país. Al ser estas tareas de extinción de incendios muy complejas, y específicas, no son abordadas dentro del presente monográfico.

Los principales puestos de trabajo relacionados con la gestión forestal son: ingenieros e ingenieras de montes, e ingenieras e ingenieros técnicos forestales, encargada y encargado capataz forestal, podador y podadora forestal, motoserrista, trabajador y trabajadora del alcornoque, carbo-

nero y carbonera y peón. El desarrollo de la mayor parte de los puestos de trabajo de campo son realizados con maquinaria pesada y/o específica como máquinas portátiles motosierras y desbrozadoras, así como maquinaria autopropulsada (tractores, skidders, autocargadores, procesadoras, bulldozers, etc.), que requieren de una formación especializada y de una técnica y experiencia que resulta imprescindible para la adecuada realización del puesto con garantías de seguridad.

Por otra parte, hay que tener en cuenta la gran implicación de las personas trabajadoras autónomas en el sector, y que gran parte estos trabajadores y trabajadoras pertenecen al Régimen Especial Agrario (REA). Este hecho influye en gran medida en una de las características de los datos de siniestralidad del sector: la infra-declaración.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Las características de los trabajos en entornos forestales presentan actividades muy comunes que se producen en diferentes entornos, como son el abonado y la aplicación de fitosanitarios; y actividades con características variadas como son el trabajo en viveros, el trabajo en plantación y el mantenimiento de la masa forestal. Se abordarán en primer lugar las actividades particulares y, posteriormente, las que se presentan de una forma transversal.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Viveros

Los viveros son las instalaciones dedicadas a la producción de plantas para la repoblación forestal. Las actividades que habitualmente se desarrollan son:

■ Preparación de planteles o almácigos donde se plantan semillas para que germinen. Los trabajos que se realizan en muchos casos suponen el manejo de cargas por el transporte de almácigos, tierras vegetales y otras cargas. Este trabajo también requiere el mantenimiento de posturas forzadas, ya que el diseño de los viveros en la mayor parte de los casos hace que los almácigos se encuentren en el suelo, teniendo que realizar trabajos sobre ellos con la cintura flexionada.

Existe la posibilidad de usar máquinas para la plantación de semillas o plantas de forma directa, sin utilizar almácigos. El uso de estas máquinas sembradoras ocasiona la exposición a vibraciones de cuerpo entero. La adecuación del equipo a la legislación de equipos de trabajo es otro aspecto clave a valorar. En los últimos años el parque de equipos y maquinaria agrícola se ha renovado por lo que ha existido una mejora en las condiciones de seguridad de los mismos.

Para el desarrollo de estos trabajos se utiliza de forma habitual una serie de herramientas manuales tales como: azadas, rastrillos, palas, tijeras, etc. El uso de estas herramientas supone la exposición a la proyección de partículas y del mantenimiento de posturas forzadas.

■ Trasplantedo de las plantas germinadas a envases o macetas, para su desarrollo y maduración. Durante el desarrollo de estos trabajos se realiza el manejo manual de cargas y el trabajo en posturas forzadas.

Trabajos en zonas forestales

Los trabajos en zonas forestales los podemos dividir en: plantación, mantenimiento y explotación forestal.

Actividades de plantación

■ **Preparación del terreno.** En los trabajos relacionados con la preparación del terreno predominan, en muchos casos, los movimientos de tierras y excavaciones. La maquinaria que se utiliza para ello es la habitual para el movimiento de tierras, tratándose por tanto de actividades de características similares a las de una obra de construcción. Durante los trabajos de acondicionamiento del terreno para la plantación, las actividades que se realizan son:

■ **Desbroce.** Para lo cual se utilizan desbrozadoras manuales o manejadas desde un tractor. Los riesgos asociados a la primera aparecen durante la fijación de la misma al tractor (atrapamientos y golpes) y durante su uso (proyección de partículas, atropellos, vibraciones de cuerpo entero). Las desbrozadoras manuales presentan riesgos de proyecciones, mucho más alto que en el caso de las operadas con tractor. La persona trabajadora está expuesta al ruido del motor de combus-

ión y a las vibraciones mano-brazo y de cuerpo entero (ambas de alta frecuencia). El riesgo de quemadura también está presente al existir un motor de combustión.

Una operación relacionada con la preparación del terreno y la eliminación de restos vegetales anteriores, es la eliminación de tocones (restos de árboles cortados). La existencia de tocones provenientes de una masa arbolada anterior condiciona la ejecución de determinados trabajos silvícolas y puede dificultar la disposición lineal de la nueva plantación. Desde el punto de vista de la seguridad y salud, la existencia de tocones puede facilitar los tropiezos de las personas trabajadoras, el vuelco de maquinaria y la mala circulación de vehículos. La eliminación de tocones suele realizarse con maquinaria específica (tritadoras, hendidoras o pinzas) y no específicas (bulldozer, tractores con rejón o excavadoras).

Imagen 6. Desbrozadora manual



6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

■ **Explanaciones.** Los trabajos de explanación son realizados por maquinaria pesada (bulldozer, motoniveladora, angle-dozer) incorporada a tractor de gran potencia, y maquinaria de movimiento de tierras. En esta actividad aparecen los riesgos asociados a la maquinaria de movimiento de tierras, tales como caídas en las subidas y bajadas de las mismas, riesgo de atropello a operarios, vibraciones, polvo en suspensión, ruido, vibraciones de cuerpo entero y el riesgo de vuelco.

■ **Taludes.** La realización de taludes artificiales o la mejora de taludes naturales es uno de los trabajos donde se presenta mayor riesgo de vuelco de maquinaria. Es aconsejable que toda la maquinaria de movimiento de tierras utilizadas en trabajos forestales, tenga cabina antivuelco certificada y sistema de control del ángulo de inclinación.

■ **Drenajes.** La realización de drenajes se realiza normalmente abriendo zanjas con retroexcavadora o retroaraña y rellenando posteriormente las mismas con material drenante. De nuevo los riesgos asociados a esta actividad están relacionados con el manejo de maquinaria de movimiento de tierras.

■ **Mejoras de suelo.** Las mejoras de suelo consisten en la adición al terreno de tierras que aporten una mayor calidad para el uso forestal del mismo. Para ello se realizan arados con diferentes equipos tirados por tractor, y el vertido de tierras de mejora que puede realizarse de forma mecánica.

■ **Excavación de pozos para la plantación de plantas.** Dependiendo del tipo de planta, se realizará la apertura mecánica (mediante taladro perforador accionado por tractor) que presentaría riesgos relacionados con la proyección de partículas y tiene como principal medida preventiva el mantenimiento de una distancia de seguridad, o bien la apertura de pozos de forma manual, que se realiza cuando las condiciones del terreno no permiten la entrada de un tractor. En este caso, la apertura del pozo se realiza con pala y pico, y la proyección de partículas y los sobreesfuerzos lumbar es los riesgos principales a los que se enfrenta el trabajador y la trabajadora.

■ **Plantación y siembra.** Si el terreno lo permite, la siembra se suele realizar de forma mecanizada mediante sembradoras o plantadoras, normalmente accionadas por tractor y manejadas por operarios transportados sobre las mismas. Se utilizan fundamentalmente en terrenos llanos o con pocas pendientes. Estas máquinas no presentan en la mayoría de los casos unas condiciones adecuadas que garanticen la seguridad de la persona trabajadora, ya que los puestos de trabajo no reúnen unas condiciones mínimas de seguridad (cinturones, partes móviles accesibles, etc.), ni unas condiciones ergonómicas adecuadas (asientos sin sistemas de absorción de vibraciones, posturas forzadas, exposición al polvo y malas condiciones termohidrométricas).

Imagen 7. Sembradora.



Si la siembra es realizada de forma manual, la persona trabajadora estará expuesto a riesgos por el manejo de cargas (árboles, tocones, etc.) y a riesgos relacionados con las herramientas manuales (palas, rastrillos, etc.) que se vinculan con posturas forzadas y proyección de partículas.

En ambos casos el transporte de la planta se realiza en remolque o camión, y la descarga y preparado de la misma se realiza de forma manual.

■ **Mantenimiento y explotación forestal**

■ **Desbrozados.** Las operaciones y riesgos son los mismos que los expuestos en el desbroce de preparación del terreno.

■ **Podas.** Es una de las actividades realizadas con mayor frecuencia en las masas forestales. La poda se realiza para eliminar ramas secas o mejorar el crecimiento de la población, por condiciones de seguridad o aireación. Las podas son realizadas a pie de planta o en altura, y para

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

ello el operario utiliza tijeras, cizallas, serruchos, sierras manuales y mecánicas.

Las podadoras de altura permiten al operario realizar podas a 3-4 metros de altura desde el suelo. Son podadoras mecánicas accionadas por un motor de combustión. Para la poda en baja altura se utiliza la motosierra.

El operario y la operaria están expuesto a riesgos relacionados con la exposición a ruido, proyecciones de partículas, vibraciones en mano-brazo, cortes, quemaduras por contacto con motor de combustión, posturas forzadas (brazos levantados, cintura flexionada), manejo de cargas y golpes con ramas cortadas.

Los trabajos de poda en altura suponen la utilización de medios auxiliares como escaleras, por lo que el operario y la operaria estarán expuestos a la caída desde la misma. Es evidente que deberán utilizarse escaleras en buen estado, asentadas de forma firme sobre el terreno y sujetas al tronco. Desde las escaleras no se usarán herramientas que impliquen la utilización de ambas manos (motosierras, podadoras mecánicas, etc.). Para los trabajos en altura se utiliza a veces medios mecánicos como cestas sobre brazos hidráulicos de tractores. Estos equipos deben estar certificados.

En la actualidad existen tijeras eléctricas accionadas por una batería que la persona operaria lleva en el cinturón, que son muy útiles y prácticas para las podas bajas

de ramas pequeñas, ya que minimizan la exposición al movimiento repetitivo con esfuerzo que se produce por las manos con el uso de tijeras manuales.

Tras la poda es necesario realizar la eliminación de los restos vegetales, realizada bien triturando parte de los restos, mediante la retirada manual de los mismos, el transporte y la carga en remolques, o la retirada mecánica, si el terreno lo permite, mediante tractor y apero diseñado para ello.

■ **Talado.** El talado es una de las actividades que necesita de una planificación y control, debido a la cantidad de riesgos que presenta. Las operaciones consisten en el acondicionamiento de los árboles, eliminación de ramas, talado del árbol y posterior transporte de los troncos cortados.

Durante este trabajo se utilizan herramientas comunes a las actividades de poda (sierras mecánicas, tijeras, etc.), además de maquinaria pesada como skidder, tractores, grúas de pinzas, remolques autocargadores.

Entre las técnicas seguras para la tala se puede mencionar el talado apoyado, que evita el desplome incontrolado del árbol.

La saca, operación que consiste en el traslado de los troncos cortados y limpios de ramas. Se realiza mediante arrastre con skidder utilizando para ello cables que son fijados a los troncos a sacar. Los riesgos relacionados con estos trabajos son los

golpes con los troncos, los provocados por la utilización de cables de acero y por la utilización de maquinaria pesada. La saca puede realizarse también con tractel, apareciendo riesgos por el manejo de cables de acero en tensión. El autocargador es una máquina muy empleada para la realización de la saca.

Imagen 8. Autocargador forestal



La procesadora es una máquina instalada sobre un brazo mecánico de un tractor u otra máquina pesada que mediante tratamiento mecánico elimina el ramaje de los troncos. Durante la operación aparecen riesgos de proyecciones de partículas, golpes con el tronco en proceso o ramas, exposición a ruido y otros.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

Imagen 9. Procesadora y detalle procesadora



En los trabajos forestales existen una serie de características de las condiciones de trabajo y actividades que se presentan de forma transversal en todos los trabajos y actividades que se han ido exponiendo. Estas son:

■ Condiciones del terreno y el entorno

Los lugares de trabajo no se encuentran acondicionados para la realización de tra-

bajos, ya que se trata de espacios naturales muchos de ellos protegidos donde no es posible acondicionar el terreno. Esto conlleva que sean zonas con accesos poco definidos, en mal estado, zonas de trabajo con pendientes excesivas, baches, elementos vegetales en las zonas de tránsito, humedad, y otras circunstancias que hacen que las personas trabajadoras estén expuestas a:

■ Caídas al mismo nivel.

■ Torceduras.

■ Golpes.

■ Riesgos biológicos

El trabajo al aire libre y zonas con alta densidad biológica hace que la exposición de las personas trabajadoras a agentes biológicos sea alta, en concreto a la exposición de insectos, parásitos y el contacto con animales. El contacto con los mismos puede provocar alergias, enfermedades, transmisión de agentes biológicos, etc. Las medidas básicas de prevención estarán relacionadas con la utilización de repelentes para insectos (aquellas personas trabajadoras alérgicas a picaduras), la utilización de repelentes (humos) cuando sean detectados focos numerosos, la suspensión de los trabajos, la higiene personal tras el trabajo, la disposición de botiquín con productos adecuados para el tratamiento de picaduras y un plan de emergencia y evacuación ante una situación grave.

■ Tratamientos fitosanitarios

Se trata de una actividad muy presente en los trabajos de mantenimiento y explotación de zonas forestales. Los productos fitosanitarios son sustancias químicas sintéticas que se usan para combatir plagas y enfermedades, e incluyen productos como herbicidas, insecticidas, fungicidas, bactericidas, acaricidas, nematocidas y adherentes. Dependiendo del tipo de plaga al que nos enfrentemos se empleará uno u otro tipo.

Para que la aplicación de los plaguicidas resulte eficiente, además de tener un adecuado conocimiento de la plaga y de los productos disponibles, es imprescindible que los equipos y maquinaria empleados sean manipulados por personal cualificado, que conozca su estructura, manejo y regulación. Es necesario poseer el carnet de aplicador de plaguicidas.

El control preventivo de esta actividad debe ser muy exhaustivo, es necesario conocer las sustancias que se aplican, poseer sus fichas de datos de seguridad química, las instrucciones de uso y aplicación de el o la fabricante, y en función de esta información planificar su aplicación. Especial atención supondrá:

■ El transporte.

■ Almacenamiento.

■ Preparación de mezclas y caldo de aplicación.

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

- Equipos de protección.

- Procedimientos de aplicación.

- Medidas de emergencia.

- Tratamiento de los desechos.

- Limpieza.

- Higiene personal.

Abonados

Es, junto con los tratamientos fitosanitarios, la actividad más importante en la que el trabajador y la trabajadora se expone a productos químicos en este sector. De igual forma que el apartado anterior, será necesario conocer las características de las sustancias químicas a aplicar, así como la forma de aplicación de las mismas. Para ello será necesario poseer las fichas de datos de seguridad química aportadas por el comercializador y las instrucciones de aplicación definidas por el fabricante. De esta forma, se podrá realizar una planificación de la aplicación en la que se integren medidas preventivas.

Contactos eléctricos

En ocasiones, en los espacios naturales se encuentran líneas eléctricas aéreas, normalmente de alta y media tensión, lo que puede provocar accidentes si se entra en contacto con ellas o se realiza una aproximación a las mismas.

Especial atención hay que prestar en el uso de maquinaria de gran altura o con elementos móviles con posibilidad de extensión en altura (grúas, remolques autocargadores, procesadoras, palas, volquetes, retroexcavadoras y retro arañas, etc.), no sólo por el contacto directo, sino por la posibilidad de que se produzca arco eléctrico.

Los trabajos de poda, recolección de frutos y otros en los que se utilizan herramientas de trabajo en altura son susceptibles de realizar contacto eléctrico directo e indirecto.

Un conocimiento de las líneas eléctricas en la zona es el primer paso para la prevención, que consistirá en la definición y señalización de zonas de trabajo seguras.

Exposición a temperaturas extremas

En los trabajos en exteriores aparece el riesgo de exposición a temperaturas extremas cuando existen condiciones climáticas adversas por frío o calor. Por un lado, la exposición directa al sol durante espacios prolongados de tiempo o mientras se realiza algún actividad física intensa. Por otro lado, la exposición a frío puede provocar enfriamiento general o local de algunas partes del cuerpo.

Las medidas de prevención organizativas como la programación de los trabajos en función de las condiciones climáticas o la limitación temporal de las personas traba-

jadoras, es la mejor de las medidas preventivas ya que elimina el riesgo o lo minimiza. Si no es posible esta programación será necesaria la aplicación de medidas de protección como pueden ser:

- Protección frente al calor: ropa de trabajo adecuada, protectores solares, agua potable para la hidratación, etc.

- Para la protección ante el frío: ropa de abrigo.

Ruidos y vibraciones

En la mayor parte de los trabajos forestales se emplean maquinaria y equipos de trabajo que provocan ruido y vibraciones. El control del ruido es provocado en la mayoría de los casos por la utilización de equipos de protección individual.

En el caso de las vibraciones podría ser interesante realizar un estudio de las condiciones de trabajo y analizar la posibilidad de implantar medidas preventivas de tipo organizativo y administrativas para disminuir la exposición de las personas trabajadoras: rotaciones de tareas, puestos, limitación de tiempos de exposición.

Accidentes in-itinere y Accidentes de circulación

Los accesos a los lugares de trabajo se realizan por pistas forestales, caminos y otras vías de circulación que presentan mal estado de conservación, por lo que

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

aumenta significativamente el riesgo de accidente. La conducción por este tipo de vías debe ser realizada por personas con experiencia, sobre todo en el caso de vehículos que transporten cuadrillas de trabajadores y trabajadoras.

Fabricantes de maquinaria agrícola

Muchas de las máquinas utilizadas no ofrecen garantías del cumplimiento del Real Decreto 1215/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por las y los trabajadores de los equipos de trabajo, ya que están fabricadas por empresas pequeñas que no realizan una adecuada evaluación de los riesgos del equipo y, por consiguiente, son muy deficitarias en el diseño e instalación de medidas preventivas.

La Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo destacaba esta circunstancia en el Informe sobre trabajos forestales realizado en junio de 2006 por el grupo de trabajo del sector agrario.

Instalaciones de aseo y descanso

Debido a las condiciones de trabajo, es difícil encontrar instalaciones para el descanso y aseos en los lugares de trabajo, tales como comedores, vestuarios, aseos y lugares acimatados para descansos.

Vigilancia de la salud

En el Informe sobre trabajos forestales realizado en junio de 2006 por el grupo de trabajo del sector agrario de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, se pone de manifiesto la mala aplicación de la obligación empresarial de vigilar la salud de las personas trabajadoras. Existe poca implantación del control médico de las condiciones de trabajo y sus consecuencias, circunstancia que agrava las consecuencias de riesgos a los que se encuentran sometidas las personas trabajadoras: ruido, vibraciones, productos fitosanitarios, sobreesfuerzos, riesgos biológicos, etc. Esta circunstancia puede ser consecuencia del alto número de personas trabajadoras autónomas presentes en el sector y el pequeño tamaño de las empresas.

Emergencia y Evacuación

Las condiciones de acceso a los lugares de trabajo aumentan las dificultades para la gestión de las emergencias y evacuación ante un accidente y/o emergencia. La implantación de planes de emergencia y evacuación en los trabajos en este sector es tan deficitaria como necesaria. Es necesario planificar la actuación en caso de emergencia debido a la lejanía de estos lugares de trabajo de núcleos de población y, por lo tanto, de hospitales; el pésimo acceso a los mismos para medios para atención primaria (ambulancias, equipos médicos); etc. En este sen-

tido, la preparación de personal en la realización de primeros auxilios es fundamental, así como la presencia de medios para la atención primaria (botiquines, sala de curas, etc).

Planificación de la prevención

Los trabajos en espacios o zonas forestales están en su mayor parte planificados por un proyecto o plan de uso y aprovechamiento elaborado por personal técnico competente. El contenido de estos proyectos forestales incluye un estudio o estudio básico de seguridad y salud. En este estudio de seguridad y salud deben recogerse todas las prescripciones necesarias para la realización de los trabajos proyectados de forma que no supongan riesgo para la salud de las personas trabajadoras. Tal y como ocurre en las obras de construcción, el desarrollo posterior de los trabajos por parte de los ejecutantes de los mismos (contratistas) suponen en muchos casos el desarrollo de los mismos con medios, recursos y procedimientos no planificados necesariamente en el proyecto, de ahí que se haga necesario en las obras de construcción la realización de un Plan de Seguridad y Salud, por parte de la o el contratista, para el desarrollo del estudio de seguridad.

En el ámbito de los trabajos forestales no es desarrollado el estudio por parte de la o el ejecutor de los trabajos, práctica que podría ser implantada en este sector, con lo que se conseguiría una mayor planifi-

6. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Eco-Industrias en Andalucía

cación de la prevención de riesgos laborales, la asignación más concreta de responsabilidades, la concreción de los recursos preventivos a emplear y los medios puestos a disposición de las personas trabajadoras.

Existen actividades en las que la aplicación del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, sería de aplicación, como son todas las relacionadas con movimientos de tierra y excavaciones, recogidas en el Anexo 1 de este Real Decreto como actividades de construcción.

Coordinación de actividades empresariales - subcontratación

Otra buena práctica del sector de la construcción aplicable al forestal es el control de la subcontratación y coordinación de actividades empresariales, impulsado por la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción, dado el alto número de subcontratistas y personas trabajadoras autónomas que tiene presencia en los trabajos forestales.

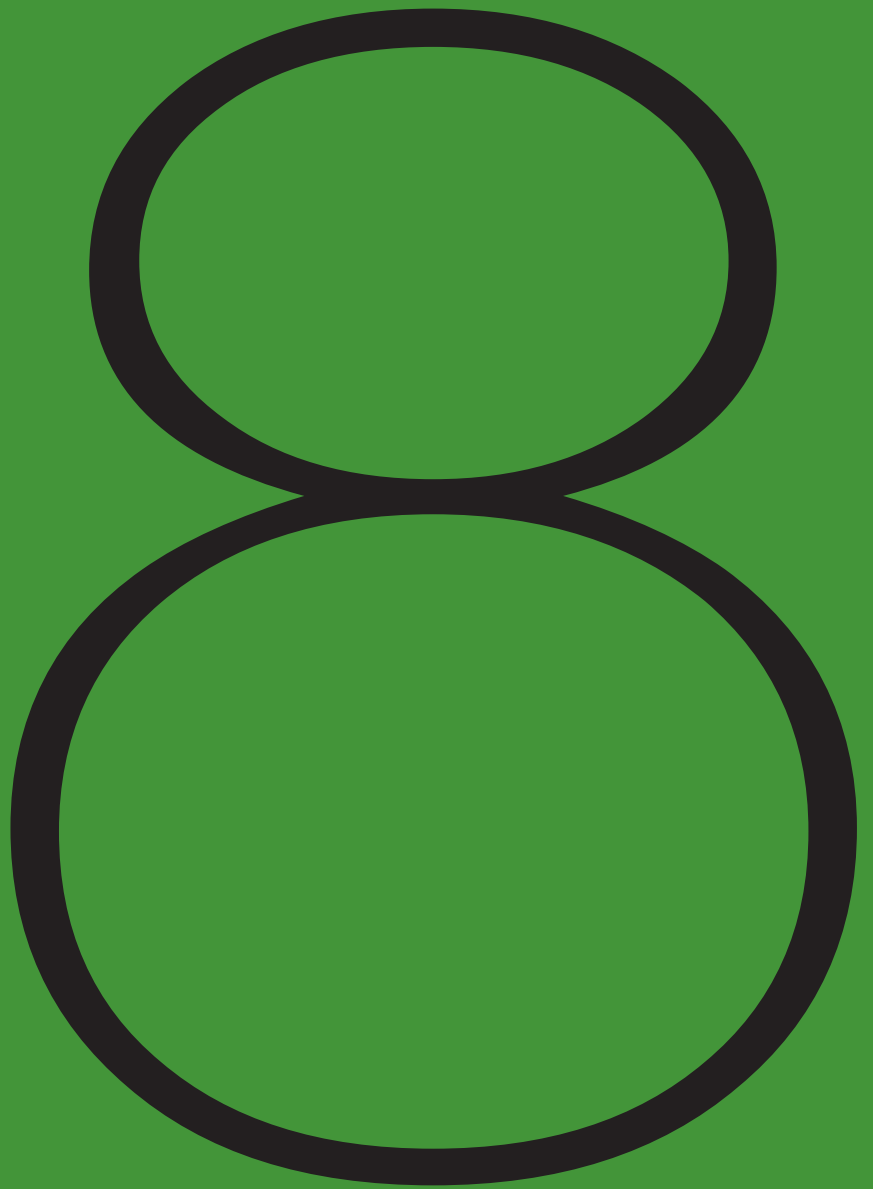
Bibliografía



Bibliografía

- *Desarrollo sostenible en Europa para un mundo mejor: Estrategia de la Unión Europea para un desarrollo sostenible*. 2001.
-
- *Acciones comunes para el crecimiento y el empleo: el programa comunitario sobre la estrategia de Lisboa*. 2005.
-
- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social europeo y al Comité de las Regiones relativa al plan de acción sobre consumo y producción sostenibles y una política industrial sostenible. 2008.
-
- *Informe sobre el Plan de Actuación a favor de las Tecnologías Ambientales (2005-2006)*, comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. 2007
-
- *Empleo y crecimiento en la Unión Europea. Plan de trabajo para un futuro sostenible*. Comisión Europea Dirección General de Comunicación
-
- *Study on the Competitiveness of the EU eco- industry. Final Report*. Part 1 and part 2. Ecorys. 2009.
-
- *Ideas para una nueva economía. Hacia una España más sostenible es 2015*. Fundación Ideas. 2010.
-
- *Proyecto de Ley de economía sostenible*. 2010.
-
- *Sostenibilidad en España 2009*. Observatorio de la Sostenibilidad en España. 2010.
-
- *Informe Económico del Presidente del Gobierno 2009*. Oficina Económica del Presidente del Gobierno. 2009.
-
- *Informe empleo verde en una economía sostenible*, Fundación Biodiversidad y Observatorio de la Sostenibilidad en España. 2010.
-
- *Medio Ambiente en Andalucía. Informe 2008*. Consejería de Empleo de la Junta de Andalucía. Año 2009.
-
- *Plan de medio ambiente de Andalucía 2004-2010*. Junta de Andalucía.
-
- *Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible (EADS)*. Junta de Andalucía.
-
- Martínez Ataz, E. y Díaz de Mera Morales, Y. (2004). *Contaminación atmosférica*. Universidad de Castilla-La Mancha.

Glosario de términos



Glosario de términos

■ **ACETOGÉNICA (FASE):** Proceso por el que las moléculas se convierten en ácidos simples (el más importante es el acético).

■ **ACUÍFERO:** Zona subterránea de roca permeable saturada con agua bajo presión.

■ **AERÓBICO (TRATAMIENTO):** Descomposición de materia orgánica que necesita oxígeno durante su proceso de desintegración.

■ **AGUAS RESIDUALES:** Son un combinación de líquido y agua que transporta desechos de residencias, edificios comerciales, plantas industriales e instituciones junto con cantidades menores de lluvia, escorrentía y aguas subterráneas, que son admitidas intencionalmente.

■ **ANAERÓBICO (TRATAMIENTO):** Descomposición de materia orgánica por medio de microorganismos que no utilizan oxígeno.

■ **ANALITO:** Es el componente (elemento, compuesto o ion) de interés analítico de una muestra.

■ **ASFALTO:** Mezcla de hidrocarburos de color negrozco, muy viscosa, usada en pavimentos y revestimientos de muros.

■ **ALCANTARILLADO:** Es el conjunto de conductos subterráneos, llamados alcantarillas, que transportan el agua residual o pluvial.

■ **BIFENILOS POLICROMADOS:** Son sustancias con fórmula general $C_{12}H_{10-n}Cl_n$. El número y posición de los átomos de cloro determinan las propiedades biológicas y su comportamiento ambiental. De hecho, algunos PCB son bastante biodegradables y sólo un 6% de todos ellos presentan alta toxicidad. Estas sustancias, que se generan en ciertos procesos tecnológicos, se sintetizaron por primera vez en 1864 y se empezaron a producir de forma comercial en 1929 en Estados Unidos. Se han asociado a distintos tipos de cáncer, a alteraciones inmunológicas, dermatológicas, etc.

■ **BIODIVERSIDAD:** La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

■ **BIOGAS:** Mezcla de gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica realizada por acción bacteriana en condiciones anaerobias.

■ **BIOMASA:** Conjunto de recursos forestales, plantas terrestres y acuáticas, y de residuos y subproductos agrícolas, ganaderos, urbanos e industriales.

■ **CALCINACIÓN:** Proceso por el que se obtiene cal al calentar piedra caliza a una temperatura elevada.

■ **CATALIZADOR:** Agente o sustancia capaz de acelerar o retardar una reacción, sin alterar el resultado final de la misma. Sustancia que aumenta la velocidad de un proceso químico sin consumirse en la reacción.

■ **CENTRIFUGACIÓN:** La centrifugación separa en base al tamaño de la partículas y la deferencia de densidad entre las fases líquidas y sólidas.

■ **CITOSTÁTICOS (COMPUESTOS):** Sustancias tóxicas que se han diseñado u obtenido y se utilizan específicamente para causar disfunción celular. El mecanismo general de acción implica la interacción con el ADN, el ARN o la síntesis de proteínas en células vivas, tanto normales como cancerosas. A través de esta actividad es cuando pueden provocar efectos mutagénicos, carcinogénicos o teratogénicos.

■ **CLORACIÓN:** Proceso de purificación del agua en el cual el cloro es añadido al agua para desinfectarla, para el control de organismos presente. También usado en procesos de oxidación de productos impuros en el agua.

■ **COMPOSTAJE:** Transformación de materiales orgánicos crudos en un producto biológicamente estable, "semejante" al humus, apto para distintos usos.

■ **CONDENSADOR:** Dispositivo eléctrico que permite acumular cargas eléctricas.

8. Glosario de términos

■ **CONTAMINACIÓN:** Es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas y biológicas de nuestro aire, tierra y agua que puede afectar o afectara nocivamente la vida humana y la de especies beneficiosas.

■ **CONTROL METROLÓGICO:** Son las técnicas y procedimientos destinados al control de los aparatos y sistemas de seguimiento y medición en las industrias.

■ **CUCHARA BIVALVA:** Herramienta de doble válvula. Es la herramienta específica para el excavado de pozos, ya que consigue excavar en movimientos verticales únicamente el volumen de tierra necesario.

■ **DECANTABLE:** Porción de sólidos inicialmente suspendidos capaces de ser eliminados por sedimentación después de un determinado período de decantación, bajo condiciones especificadas.

■ **DECANTACIÓN:** Es la separación de las partículas sólidas contenidas en un líquido, o la separación de dos líquidos inmiscibles entre sí en un solo líquido. La separación se realiza por gravedad o por traslado; puede ser con una centrífuga si se quiere ganar en rapidez.

■ **DEPURACIÓN:** Proceso por el cual se eliminan las impurezas desde el agua. Llegar a ser libre de contaminantes.

■ **DEPURADORA:** es una instalación donde el agua sucia se somete a un pro-

ceso en el que, por combinación de diversos tratamientos físicos, químicos y/o biológicos, se consigue eliminar en primer lugar las materias en suspensión, las sustancias coloidales y, finalmente, las sustancias disueltas.

■ **DESALINIZACIÓN:** O desalación es el proceso de eliminar la sal del agua de mar o salobre, obteniendo agua dulce.

■ **DESARENADOR:** Obras hidráulica que sirve para separar (decantar) y remover (evacuar) después, el material sólido que lleva el agua de un canal.

■ **DESBROZAR:** Quitar las hojas malogradas, ramas, cortezas y otros despojos de las plantas.

■ **DESCONTAMINACIÓN:** Proceso que consiste en la remoción física de los contaminantes o en la alteración de su naturaleza química para las sustancias inocuas.

■ **DESECHO:** Aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo.

■ **DESTILACIÓN:** Operación que se realiza calentando cuerpos sólidos y, recogiendo los gases y vapores que se desprenden. Proceso que consiste en hervir un líquido para formar vapor y luego condensar el vapor para formar nuevamente el líquido. Se usa para separar compuestos líquidos de sus impurezas.

■ **DESULFURACIÓN:** Proceso de eliminación de compuestos de azufre a las fracciones del petróleo

■ **DETERGENTE:** Compuesto químico que se utiliza para lavar. Aquellos que contienen fosfatos, contaminan y contribuyen a la eutrofización de las aguas.

■ **DETOXIFICACIÓN:** Liberación de toxinas de un sustrato

■ **DIOXINA:** Grupo de compuestos químicos organoclorados que poseen estructuras químicas similares. Algunos tienen propiedades nocivas, en función del número y de la posición de los átomos de cloro

■ **DRENAR:** Dar salida y corriente a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos, por medio de zanjas o cañerías.

■ **ECO-INDUSTRIA:** Actividades que producen bienes y servicios para medir, prevenir, limitar, minimizar o corregir los daños medioambientales sobre agua, aire y suelo, así como también los problemas relativos a los residuos, ruido y ecosistemas. Se incluyen igualmente aquellas tecnologías, productos y servicios limpios que reducen el riesgo medioambiental y minimizan la contaminación y la utilización de los recursos.

■ **ECOSISTÉMICOS (SERVICIOS):** Procesos a través de los cuales la naturaleza produce resultados beneficiosos para los humanos y el resto de especies del planeta. El agua limpia, la madera, los paisajes, la protección a los rayos ultravioleta, la mitigación de los fenómenos climáticos extremos y de la erosión o la dispersión de semillas son ejemplos de estos servicios.

■ **ECOTURISMO:** Es la actividad turística que se desarrolla sin alterar el equilibrio del medio ambiente y evitando daños a la naturaleza.

■ **EDAFOLOGÍA:** Es la ciencia que estudia el suelo en su conjunto (composición, funciones, formación y pérdidas, su clasificación y su distribución a lo largo de la superficie del planeta). Es una ciencia interdisciplinaria porque su contenido depende de otras ciencias (Química, geología, geografía, Botánica, Física, etc.) siendo para la Agronomía una ciencia básica.

■ **ELECTROESTÁTICA:** Es la parte de la física que estudia los fenómenos producidos por la electricidad cuando está situada en reposo sobre los cuerpos electrizados.

■ **ELECTROVÁLVULA:** Es la combinación de dos partes fundamentales, un solenoide (bobina) y un cuerpo de válvula con 2 o 3 vías que sirve para abrir o cerrar el paso de un fluido a través de una señal eléctrica.

■ **ESTERIFICAR:** Formar un éster mediante la unión de un ácido y un alcohol o un fenol.

■ **EUTROFICACIÓN:** Enriquecimiento de las aguas con nutrientes a un ritmo tal que no puede ser compensado por su eliminación definitiva por mineralización, de manera que el exceso de materia orgánica producida hacen disminuir enormemente el oxígeno en las aguas profundas. Estado de un cuerpo de agua con un gran aporte de nutrientes y, por tanto, con una gran producción de materia orgánica. Viene a significar un enriquecimiento indeseable del agua. Acumulación de nutrientes en un área.

■ **FANGO:** Lodo glutinoso que se forma generalmente con los sedimentos terrestres en los sitios donde hay agua detenida

■ **FERMENTACIÓN:** Transformación química de una sustancia orgánica producida por la acción de otra sustancia que se llama fermento, actuando esta en mínima proporción respecto a la primera. Los fermentos pueden ser organismos vivos, levaduras, bacterias, etc.

■ **FLÓCULO:** Masa que es formada por la acumulación de partículas suspendidas. Puede ocurrir de forma natural, pero es usualmente inducido e orden de ser capaz de eliminar ciertas partículas del agua residual.

■ **FOCO EMISOR:** Punto emisor de contaminantes de la atmósfera, en especial cualquier instalación industrial o parte identificada de la misma, que vierte al ambiente exterior a través de chimeneas o de cualquier otro conducto.

■ **FOSFATOS:** Son las sales o los ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica.

■ **FURANO:** Un compuesto orgánico heterocíclico. Es un líquido claro, incoloro, altamente inflamable y muy volátil, con un punto de ebullición cercano al de la temperatura ambiente. Es tóxico y puede ser carcinógeno.

■ **GAS NATURAL:** Es la porción del petróleo que existe en fase gaseosa o en solución en el aceite en los yacimientos, y es gaseosa a condiciones atmosféricas.

■ **GASIFICACIÓN:** Producción de combustible gaseoso a partir de combustible sólido o líquido

■ **GRAVIMETRÍA:** Parte de la geofísica que trata del estudio y medición de la gravedad terrestre.

■ **HIDROCARBURO:** Son compuestos químicos de carbono (83 a 87%) e hidrógeno (10 a 14%). Compuesto orgánico que contiene carbono e hidrógeno únicamente. ALIFÁTICOS: Los cíclicos. AROMÁTICOS: Los que constan de una cadena cerrada

8. Glosario de términos

no saturada y poseen unas propiedades especiales derivadas de su constitución.

■ **HIDRÓLISIS:** Reacción química mediante la cual resultan dos nuevos compuestos a partir de una sustancia compleja mediante la adición de agua y su posterior descomposición.

■ **INCINERACIÓN:** Proceso para la eliminación de residuos peligrosos que no pueden ser reciclados, reutilizados o dispuestos por otra tecnología. Es un proceso de oxidación térmica, a alta temperatura en el cual los residuos son convertidos, en presencia del oxígeno del aire, en gases y en un residuo sólido incombustible.

■ **INERTE:** Aquello que se caracteriza por la falta de vida, de movilidad o bien por su inutilidad.

■ **INOCUO:** Que no hace daño.

■ **ISOMERIZACIÓN:** Procedimiento que convierte la cadena recta de los hidrocarburos parafínicos en una cadena ramificada. Se hace sin aumentar o disminuir ninguno de sus componentes.

■ **LIXIVIADO:** Líquido que se ha filtrado a través de los residuos sólidos u otros medios y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos. Denominación que se le da a los constituyentes sólidos tras haber sufrido el proceso de lixiviación.

■ **METANOGENICA (FASE):** Procedimiento estrictamente anaeróbico en el que las bacterias convierten el ácido acético en metano y CO₂

■ **NEMATICIDA:** Plaguicida que mata nemátodos (parásitos de cultivos).

■ **NITRITOS:** El nitrito es el radical univalente NO₂ o un compuesto que lo contenga, tal como una sal o un éster de ácido nitroso.

■ **OXIDACIÓN:** Reacción química en la que una sustancia se combina con oxígeno. Químicamente se corresponde con un aumento de cargas positivas del átomo debido a una pérdida de electrones.

■ **PARTICULAS COLOIDALES:** Son suspensiones de pequeñas partículas en un medio continuo. Los coloides son sustancias que consisten en un medio homogéneo y de partículas dispersadas en dicho medio. Estas partículas se caracterizan por ser mayores que las moléculas pero no lo suficientemente grandes como para ser vistas en el microscopio.

■ **PASTEURIZACIÓN:** Es un tratamiento térmico suave, normalmente utilizado con los alimentos y cuyo objetivo es su estabilización para reducir la población de organismos existentes en el compuesto.

■ **PATÓGENO:** Elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser huma-

no o un vegetal, cuyas condiciones estén predisuestas a las ocasiones mencionadas

■ **PESTICIDA:** Son sustancias materiales o sintéticas utilizadas en el control de plantas y animales no deseables. Desde el punto de vista químico de la contaminación cuatro grupos son importantes: Organoclorados, organomesforados, mercuriales, arsenicales y carbamados.

■ **PIRÓLISIS:** Degradación térmica de una sustancia en ausencia de oxígeno o que se lleva a cabo con una cantidad reducida del mismo.

■ **PLAGUICIDA:** Sustancia química de origen natural o sintético u organismo vivo, sus sustancias y/o subproductos, que se utilizan solas, combinadas o con mezclas para la protección (combatir o destruir, repeler o mitigar: virus, bacterias, hongos, nemátodos, ácaros, moluscos, insectos, plantas no deseadas, roedores, otros) de los cultivos y los productos agrícolas. Igualmente cualquier mezcla de sustancias que se las use como desfoliantes, desecantes, reguladores de crecimiento, y las que se aplican a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto.

■ **PROSPECCIÓN:** Conjunto de métodos y técnicas empleadas en la búsqueda de yacimientos de minerales útiles, aguas subterráneas e hidrocarburos líquidos o gaseosos.

■ **PUTREFACCIÓN:** Descomposición biológica de la materia orgánica; asociada con condiciones anaeróbicas.

■ **RECICLAJE:** Es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto

■ **REFINACIÓN:** Se aplica a todas las operaciones cuyo objeto es la fabricación u obtención de los diferentes productos derivados del petróleo.

■ **REFORESTACIÓN:** Plantación de bosques en tierras dónde históricamente habían existido pero que sufrieron un cambio en su uso.

■ **RESIDUO:** Aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado no tiene valor para quien lo posee y por ello se desecha y se tira.

■ **RESTAURACIÓN:** Proceso al cual se puede someter a diferentes objetos, sistemas o instituciones para mejorar su funcionamiento o aspecto.

■ **RUIDO:** Cualquier sonido no deseado que puede interferir la recepción de un sonido. El ruido acústico es aquel (entendido como sonido molesto) producido por la mezcla de de distintas y distintas . La mezcla se produce a diferentes niveles al

conjugarse tanto las frecuencias fundamentales como los que las acompañan.

■ **SEDIMENTO:** Es la materia que, después de haber estado en suspensión en un líquido, termina en el fondo por su mayor gravedad. A este proceso se le llama sedimentación.

■ **SELVICULTURA:** Conjunto de reglas y técnicas que permiten la explotación racional de los bosques, así como su conservación y regeneración.

■ **VERTEDERO:** Enclaves que cuentan con autorización sanitaria y/o administrativa como el lugar donde se disponen actual y oficialmente los residuos.

■ **VERTIDO:** Material de desecho que las instalaciones industriales o energéticas arrojan a vertederos o al agua.

■ **VITRIFICAR:** Proporcionar una cualidad cristalina a un cuerpo cerámico por cocción a alta temperatura.

E

Informes Sectoriales de Seguridad y Salud Laboral
Volumen III: Eco-industrias

Consejería de Empleo
Junta de Andalucía

EE

Informes Sectoriales de Seguridad y Salud Laboral
Volumen III: Eco-industrias