

# CUADERNO DE IMPACTOS AMBIENTALES Y BUENAS PRÁCTICAS EN EL PUESTO DE TRABAJO EN EL SECTOR DE APLICACIÓN DE PINTURA

Proyecto



ECOMETAL

HERRAMIENTAS DE CONCIENCIACIÓN Y  
SENSIBILIZACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE LA  
CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR METAL-MECÁNICO



Fundación Biodiversidad



AIMME  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
METALMECÁNICO



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Social Europeo

*"El Fondo Social Europeo contribuye al desarrollo del empleo, impulsando la empleabilidad, el espíritu de empresa, la adaptabilidad, la igualdad de oportunidades y la inversión de recursos humanos"*

*"Acciones cofinanciadas por el Fondo Social Europeo en un 70% (para Objetivo 1) y un 45% (para Objetivo 3) y por la Fundación Biodiversidad, en el marco de los Programas Operativos de "Iniciativa Empresarial y Formación Continua" 2000-2006"*

*"Acciones Gratuitas dirigidas a trabajadores activos de PYME's y profesionales autónomos relacionados con el sector medioambiental que desarrollen su actividad en la Comunidad Valenciana"*



**Edita:** AIMME

Diciembre 2006

**Autor:** David Ortiz Azagra,  
Ana María Hurtado Ruiz

**Cofinancian:** Fundación Biodiversidad  
y Fondo Social Europeo

## Agradecimientos:

AIMME agradece a las empresas METALESA, S.L. , REUNIÓN INDUSTRIAL,S.L. y MASUNO su colaboración en la elaboración de este manual.

<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>
<b>1</b> El valor del medio ambiente.....	4	<b>5</b> Buenas prácticas medioambientales .....	20
<b>2</b> Aspectos e impactos medioambientales. . .	6	5.1 Introducción.....	20
<b>3</b> Aspectos medioambientales de una instalación de pintura: .....	9	5.2 Sensibilización y formación de operarios .....	20
3.1 Aspectos medioambientales claves.....	9	5.3 Compra, almacenamiento y manipulación de materias primas .....	22
3.2 Consumo de energía.....	10	5.3.1 Gestión de compras e inventarios .....	22
3.3 Consumo de agua.....	10	5.3.2 Almacenamiento de productos químicos .....	23
3.4 Consumo de materias primas. . .	11	5.3.3 Manipulación de productos químicos .....	23
3.5 Aguas residuales.....	14	5.4 Mantenimiento preventivo .....	24
3.6 Residuos. ....	14	5.5 Prevención de fugas y derrames .....	24
3.7 Emisiones atmosféricas.....	15	5.6 Agua de alimentación .....	25
3.8 Ruido.....	16		
<b>4</b> Contaminantes y sus efectos .....	17		
4.1 Introducción .....	17		
4.1.1 Riesgo físico-químico .....	17		
4.1.2 Riesgo toxicológico .....	18		
4.2 Disolventes.....	18		



# EL VALOR DEL MEDIO AMBIENTE

La Comunidad Valenciana, tierra de mar, es universalmente conocida por sus playas. Con cientos de kilómetros de costas y más de 50 municipios litorales, posee una floreciente industria turística. Sin embargo es una de las comunidades españolas con mayor riqueza interior. Los 19 parques naturales, tanto de interior como de litoral, sus 31 parajes naturales municipales y más de 250 microreservas de flora y fauna, entre las que destacan sus maravillosos humedales, hacen de estas tierras una de las más ricas en biodiversidad.

Pero esta naturaleza se está viendo amenazada. El progreso, la presión urbanística, la despoblación del interior, la concentración de habitantes en las zonas costeras, el alto consumo energético, la industria, el transporte... hacen peligrar el frágil equilibrio de la naturaleza. Y la industria del metal no es ajena a estas amenazas. El sector del metal representa el 23 % del empleo industrial, con una participación superior al 26 % del valor añadido bruto de la industria, alcanzando el 35 % de las exportaciones de la Comunidad Valenciana. Este sector acoge actividades tan diversas como la metalurgia, la fabricación de productos metálicos, la industria de la construcción

de maquinaria, electrodomésticos, automóviles... así como actividades auxiliares imprescindibles entre las que destacan la galvanotecnia, la aplicación de pintura y el mecanizado.

Con más de 36.000 empresas, el sector metal-mecánico da trabajo a más de 223.000 trabajadores. La relevancia de este sector industrial como motor de la economía valenciana, se transmite de forma paralela en la incidencia que ejerce sobre el medio ambiente.

La mayor parte de las operaciones de transformación metálica conllevan operaciones de mecanizado, tanto manual como automatizado, con una importante generación de residuos que de no gestionarse de forma adecuada pueden producir impactos negativos en el medio ambiente.

De igual forma, las operaciones galvánicas, absolutamente necesarias en el sector del metal, son susceptibles de generar importantes impactos ambientales, derivados principalmente de la elevada toxicidad de los productos químicos que utiliza, y cuya gestión y tratamiento es clave para la conservación del medio.



El subsector de aplicación de pintura, muy unido a los dos anteriores, tiene igualmente una incidencia directa sobre el medio ambiente, tanto cuando se desarrolla de forma manual, como cuando se aplica en instalaciones automatizadas, destacando las emisiones y la generación de residuos, cuyo control es fundamental en la contribución hacia la sostenibilidad.

Los aspectos ambientales más significativos de estos tres subsectores son la generación de residuos y vertidos, tanto por su volumen como en algunos casos por su peligrosidad. Encontramos residuos como la chatarra y la viruta, que tradicionalmente se separan y gestionan para su reciclaje, o residuos peligrosos, entre los que los aceites y taladrinas son el claro exponente del sector del mecanizado. Los baños galvánicos agotados y sus funciones de enjuague en el sector del galvanizado, generan vertidos cuya toxicidad, si no se trata de forma adecuada, pone en peligro nuestra naturaleza.

Las empresas no pueden cruzarse de brazos e ignorar los riesgos reales que planean sobre nuestro entorno. Todos jugamos un papel importante en la lucha contra la contaminación. Nuestra forma de trabajar puede repercutir positivamente sobre el medio ambiente, aplicando buenas prácticas como: dejar escurrir adecuadamente las piezas a la salida de los baños; separar los residuos y almacenarlos en sus contenedores; evitar los derrames en la manipulación de aceites y taladrinas; y otras muchas que están a nuestro alcance. Son nuestra contribución a una naturaleza más limpia y más bella. La naturaleza nos da todo para vivir, es nuestro deber mantenerla como la hemos encontrado.



# ASPECTOS E IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES

2

Cuando se habla de la protección medioambiental, parece obvio que se tenga que definir primero qué es el medio ambiente. Una definición de medio ambiente podría ser: el entorno en el cual una empresa opera, incluyendo el aire, el agua, tierra, recursos naturales, flora, fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.

Cualquier proceso de una empresa puede tener una repercusión sobre el medio ambiente. Aquellas partes de un proceso que pudieran tener tal repercusión sobre el medioambiente se denominan aspectos medioambientales. Algunos aspectos medio-ambientales frecuentes en los procesos de las industrias del sector metal-mecánico son:

- a) las emisiones atmosféricas.
- b) los vertidos al agua.
- c) producción de residuos.
- d) ruido.
- e) empleo de materias primas y recursos naturales.

Los aspectos medioambientales de un proceso dado pueden producir en el medio ambiente cambios adversos o beneficiosos, en mayor o menor grado. Estos cambios se denominan impactos medioambientales.

Existe una relación de “causa-efecto” entre aspecto e impacto ambiental, de tal manera que los impactos ambientales (desertificación, pérdida de masa forestal y recursos naturales, etc) vienen por una incorrecta gestión de los aspectos ambientales de las empresas entre otras causas. Por ejemplo:



Fig. 1 Impactos medioambientales de un vertido directo



ASPECTO	IMPACTO
<b>Consumo de materiales:</b> Pigmentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de recursos naturales.</li> </ul>
<b>Consumo de sustancias peligrosas:</b> Disolventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de recursos naturales.</li> <li>Contaminación del suelo.</li> </ul>
<b>Consumo de agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de recursos naturales.</li> </ul>
<b>Consumo de energía:</b> Energía eléctrica Consumo de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de recursos naturales.</li> <li>Efecto invernadero.</li> </ul>
<b>Generación de emisiones atmosféricas:</b> Emisión de NO <sub>x</sub> Emisión de CO <sub>2</sub> Emisión de SO <sub>2</sub> Emisión de COV's	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efecto invernadero.</li> <li>Reducción de la capa de ozono.</li> <li>Lluvia ácida.</li> <li>Smog.</li> <li>Disminución de recursos naturales.</li> </ul>
<b>Producción de residuos peligrosos:</b> Lodos en fase amorosa Lodos con fase orgánica Disolventes orgánicos agotados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación del suelo.</li> <li>Contaminación de las aguas.</li> </ul>
<b>Producción de vertidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación del suelo.</li> <li>Contaminación de aguas superficiales, acuíferos, ...</li> </ul>

Tabla 1 Relaciones entre aspecto e impacto ambiental

En este sentido, cuando se hable de gestión ambiental se estará haciendo referencia a la gestión de todo aquellos “aspectos” que interrelacionan la empresa y el medio ambiente o entorno.

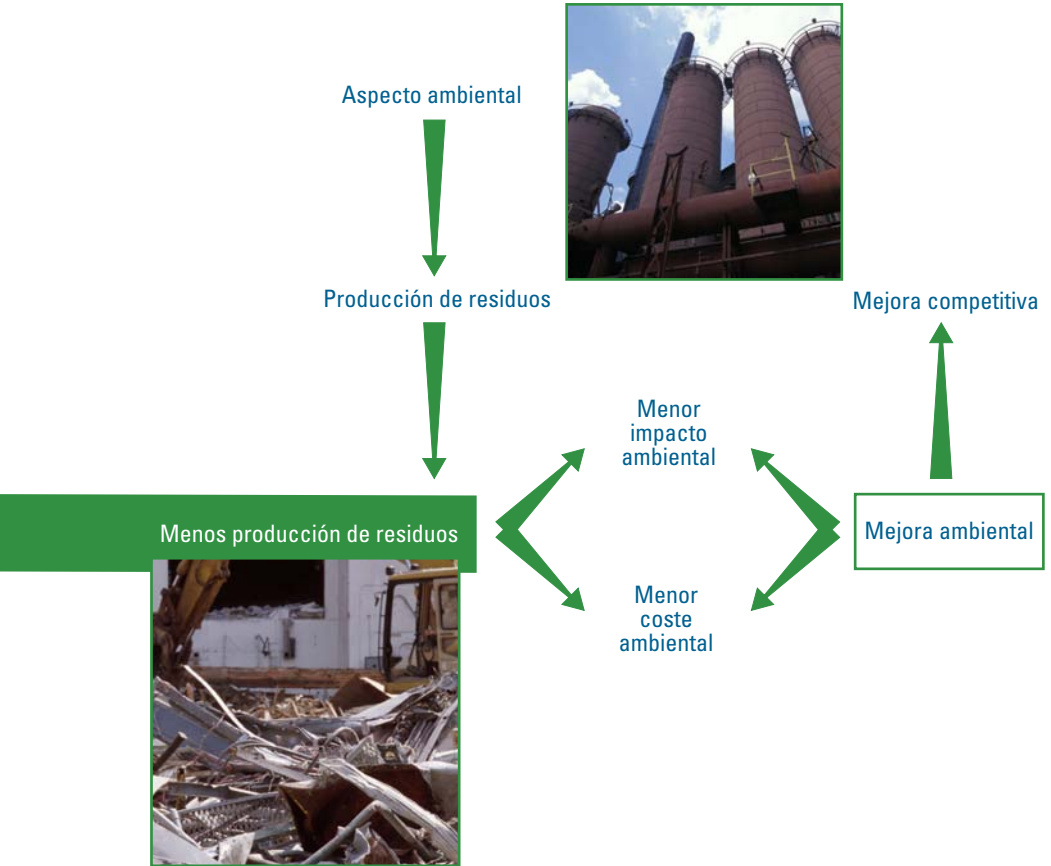
Si el objetivo principal de una correcta gestión empresarial es que funcione adecuadamente, obtenga beneficios y se desarrolle, una correcta gestión ambiental es conseguir lo anteriormente citado de una manera respetuosa con el medio ambiente, es decir reduciendo al mínimo el impacto ambiental negativo al entorno.

Por ello, con el fin de reducir el impacto ambiental asociado a la actividad y/o

producto, es importante que las empresas conozcan sus aspectos ambientales y los impactos que producen, de esta manera podrán controlarlos, reducirlos y prevenirlos. De esta manera se podrá establecer los objetivos y metas que garanticen una eficaz mejora continua, que conllevará una mejora de la competitividad de las empresas.

Dicho con otras palabras: controlando y gestionando adecuadamente los aspectos ambientales, se reducirán los impactos y se reducirán los costes ambientales y, en consecuencia, se producirá una mejora de la competitividad de las empresas.

Fig.2 Efectos de una adecuada gestión ambiental



## 2 ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DE UNA INSTALACIÓN DE PINTURA

### 3.1 Aspectos medioambientales clave

En mayor o menor medida, todos los procesos llevados a cabo en una instalación de pintura generan aspectos ambientales a tener en cuenta a la hora de establecer estrategias de minimización. Sin embargo, la mayor parte de los aspectos medioambientales y, especialmente aquellos que presentan mayores índices de peligrosidad, aparecen en las operaciones de desengrase y aplicación de pintura, por ser en estas áreas en las que se manipulan las sustancias más peligrosas.

Los principales aspectos medioambientales que se pueden encontrar en una instalación de pintura son el consumo de recursos (materias primas, agua y energía), la generación de residuos sólidos y líquidos y las emisiones atmosféricas; en menor medida los vertidos acuosos y el ruido.

La electricidad se consume en todos los procesos, principalmente como agente auxiliar para el funcionamiento de las máquinas. En algunas ocasiones también puede ser un recurso empleado para el calentamiento de los hornos eléctricos. Para el funcionamiento del horno de secado también es frecuente otros combustibles fósiles (gasóleo, fuel oil, gas natural)

El consumo de agua se debe fundamentalmente a la formulación de los desengrases acuosos y los enjuagues posteriores y, en menor medida a la empleada para consumo doméstico (servicios, duchas, limpieza, etc.).

Las emisiones a la atmósfera son uno de los aspectos más significativos de las instalaciones de pintura. Se pueden distinguir dos tipos de emisiones atmosféricas:

- Gases de combustión: Son debidos a la utilización de combustibles fósiles para el calentamiento de los hornos de secado. Estos gases se caracterizan por la presencia de NO<sub>x</sub>, CO y SO<sub>2</sub> además de la opacidad.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV's): Son los debidos a la utilización de disolventes orgánicos en las tareas de desengrase (ocasionalmente) y pintado con pintura líquida.

Los residuos constituyen otro de los capítulos más importantes en la generación de aspectos medioambientales, ya que en las instalaciones de pintura, la mayoría de desperdicios se generan en forma de residuos (sólidos o líquidos) y prácticamente todas las operaciones unitarias llevadas a cabo generan algún residuo.

Finalmente, los vertidos se generan únicamente a la etapa de preparación de la pieza mediante desengrases acuosos y procesos de fosfatado y a los enjuagues posteriores a éstos.

### 3.2 Consumo de energía

En una instalación de pintura existen distintas fuentes de consumo de energía:

- Electricidad utilizada para el proceso de desengrase orgánico: Esta operación suele llevar asociado el calentamiento del desengrase hasta fase vapor. Este calentamiento se realiza mediante resistencias eléctricas.
- Electricidad utilizada para el proceso de desengrase acuoso: Estos tipos de baños suelen trabajar a temperatura elevada (40-60°C) por lo que se suelen utilizar resistencias eléctricas para su calentamiento. Además este tipo de equipos llevan asociado sistemas de impulsión del desengrase y filtración de impurezas.
- Electricidad utilizada en los procesos de secado y curado de la pintura: Este proceso hay que tenerlo en cuenta cuando las operaciones de secado de las piezas posterior a los baños de pretratamiento y el curado de la pintura se realizan en hornos eléctricos.
- Electricidad utilizada para iluminación, acondicionamiento y ventilación de las áreas de trabajo.

### 3.3 Consumo de agua

El consumo de agua que se produce en una instalación de pintura no es importante y tiene una gran diversidad de usos.

A continuaciones se describen algunas de las operaciones en las que se produce un consumo de agua:

- **Formulación de baños de desengrase-fosfatado:** Los baños de desengrase-fosfatado son disoluciones acuosas de sales y detergentes que se emplean para la limpieza de las piezas previamente a su recubrimiento orgánico con pintura o laca. En función del tipo de pieza a recubrir y de la instalación de desengrase los volúmenes de agua a utilizar varían, así como las pérdidas de ésta por evaporación o arrastres. Una instalación cerrada, con enjuagues de recuperación y automática puede llegar a reducir hasta en un 50% las pérdidas de agua.



- **Dilución de pintura al agua:** En las pinturas al agua, como su nombre indica, el diluyente utilizado es agua. Se dividen en tres grandes clases, según sean polímeros solubles en agua, emulsiones o dispersiones.

- **Cortinas de agua:** Entre los métodos existentes para la recogida del overspray generado durante la aplicación de la pintura, la cortina de agua es uno de los más extendidos, sobre todo en instalaciones que utilizan pintura líquida base disolvente.



- **Refrigeración de baños de desengrase organo-halogenados:** Los baños de desengrase con disolventes orgánicos disponen de un sistema de refrigeración para condensar los vapores de disolvente y facilitar su recuperación. Esto se lleva a cabo mediante la instalación de serpentines a través de los cuales circula agua fría. El mayor consumo debido a esta operación se produce cuando el circuito de refrigeración trabaja en abierto y el agua, una vez ha abandonado los serpentines, es vertida. Los circuitos cerrados, donde el agua se enfría mediante torres de refrigeración, consumen mucha menos agua pero tienen otros aspectos medioambientales asociados entre los que se encuentra el riesgo de legionella.

- **Agua de limpieza y baldeos:** El consumo de agua debido a actividades de limpieza y baldeo de suelos no es desde luego de la magnitud de los anteriores consumos, pero no por ello debe despreciarse sobre todo porque es origen de contaminación de las aguas y puede llegar a presentar importantes concentraciones de contaminantes.

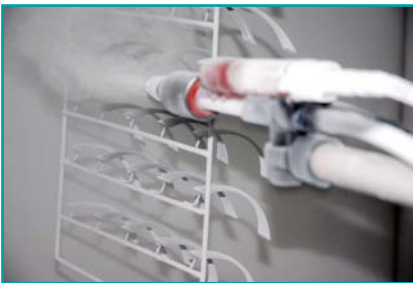
### 3.4 Consumo de materias primas

Las materias primas que se utilizan en instalaciones de pintura son escasas y se ciñen básicamente a las necesarias para la formulación de los desengrases acuosos y las pinturas, así como los desengrases orgánicos. El resto son materias primas auxiliares como absorbentes, guantes, reactivos para depuración, y elementos de envasado y transporte. La principal fuente de contaminación que se produce en las instalaciones de pintura procede de los residuos que contienen alguna de las sustancias peligrosas utilizadas durante el proceso. Debido a la importancia que tienen desde el punto de vista medioambiental es interesante hacer algunas consideraciones sobre ellas.

Las materias primas peligrosas consumidas en una instalación de pintura pueden clasificarse en los siguientes grandes grupos:

- **Disolventes:** Se utilizan fundamentalmente para operaciones de desengrase, preparación de la pintura y limpieza de útiles. Se pierden por evaporación, ya que son muy volátiles, por arrastre con las piezas y, una vez agotados, se convierten en residuos que deben ser gestionados externamente.

- **Tensoactivos y otros aditivos:** Se emplean en el proceso de desengrase acuoso para preparar la superficie. Estos productos se adicionan al agua y finalmente se depuran con las aguas de enjuague o se gestionan con los baños agotados de desengrase.
- **Álcalis (sosa, potasa, lechada de cal):** Se utilizan como reactivo de ajuste de pH en los desengrases alcalinos acuosos y en el tratamiento de las aguas residuales procedentes del desengrase acuoso.
- **Ácidos (clorhídrico, sulfúrico):** Se utilizan como reactivo de ajuste de pH en el tratamiento de las aguas residuales.
- **Pintura (líquida, polvo):** Es la materia prima esencial. Los sistemas de aplicación (air-less, air-mix, electrostática, inmersión, etc.) determinarán el grado de aprovechamiento de la misma y las pérdidas asociadas. Así mismo, el control en la preparación de las pinturas determinará el porcentaje de pérdidas asociadas a una mala gestión de stocks y una mala planificación de la producción.



Uno de los principales focos de contaminación se deriva de las pérdidas de materias primas. Estas pérdidas pueden estar provocadas por prácticas habituales inadecuadas, por accidentes o en las operaciones de almacenamiento y manipulación. A continuación se muestran las causas que provocan pérdidas en las materias primas y, por consiguiente, un aumento en el consumo de las mismas.

### A. Pérdidas sistemáticas.

Estas pérdidas tienen su origen en:

- Vaciado total o parcial de baños agotados de desengrase.
- Pérdidas por arrastres del baño en las aguas de enjuague.
- Pérdidas por evaporación de los baños de desengrase.
- Limpieza de útiles de aplicación y equipos.
- Vaciado total o parcial de cortinas de agua.
- Depuración de baños de pretratamiento agotados.

### B. Pérdidas accidentales.

Estas pérdidas son, por definición, difíciles de cuantificar dado que provienen de accidentes, como por ejemplo:

- Perforación de cubas/depositos de trabajo.
- Fugas en conducciones.
- Mal empleo de utillaje.
- Piezas defectuosas.
- Formulación errónea de pinturas o baños de pretratamiento.
- Caducidad de productos almacenados.

### C. Pérdidas producidas en el almacenamiento y manipulación de las pinturas

No se puede olvidar que los productos químicos, antes de ser empleados en el proceso de pintado, pueden ser en origen una fuente potencial de contaminación:

- Durante su almacenaje.
- En su manipulación.
- En la gestión de los envases.



	ORIGEN	RIESGOS DE CONTAMINACIÓN
Apertura de recipientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes frágiles</li> <li>• Deformaciones de los mismos</li> <li>• Generación de gas en el interior</li> <li>• Golpes y accidentes en el momento de la manipulación</li> <li>• Malas condiciones de almacenaje</li> <li>• Explosión</li> </ul>	Goteo en el suelo Vertido a la red de alcantarillado
Goteo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes mal cerrados</li> <li>• Conducciones defectuosas</li> <li>• Manipulación poco cuidadosa</li> <li>• Vertido en operaciones de carga y descarga</li> </ul>	Vertido al suelo por goteo
Envases	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de los envases deteriorados, conteniendo producto</li> </ul>	Vertido en contenedor de residuos general de la empresa

Tabla 3 Riesgos de contaminación por manipulación y almacenaje de productos. (J.N. Breuil)



### 3.5 Aguas residuales

El vertido de aguas residuales es el aspecto medioambiental menos significativo que se puede encontrar en una instalación de aplicación de pintura. Los distintos tipos de aguas residuales que se producen son los siguientes:

- **Aguas de refrigeración:** Son las aguas de los circuitos de refrigeración de los baños de desengrase con disolvente. Cuando se trabaja en circuito abierto se pueden verter directamente, ya que no contienen ningún contaminante más que la temperatura. Cuando se trabaja en circuito cerrado, el vertido lo constituyen las purgas. Estas purgas sí que pueden presentar algún problema de contaminación debido a los reactivos que se adicionan al agua para prevenir corrosión, incrustaciones y contaminación bacteriana.
- **Aguas de limpieza y baldeo:** Son las aguas residuales producidas en las operaciones de limpieza, mantenimiento y recogida de derrames y fugas. A pesar de que éste es el método menos indicado para ello, es práctica habitual, por lo que deberá ser objeto de una reflexión por parte de las empresas para el establecimiento de procedimientos adecuados para hacer frente a estas situaciones.
- **Aguas de enjuague:** Son las aguas generadas en los procesos de enjuague posteriores a los desengrase acuosos y procesos de fosfatado. Estas aguas presentan contaminación por aceites y grasas, así como por los productos químicos que se les han adicionado

por lo que es necesaria su depuración antes de proceder a su vertido. Si el volumen de agua no es elevado se puede contemplar la posibilidad de su gestión como residuo, y en los casos en que sea posible la instalación de sistemas de reciclaje y vertido cero.



### 3.6 Residuos

Gran parte de los residuos que se producen en una instalación de pintura son peligrosos y por tanto deben ser gestionados como tales. Dentro del grupo de los residuos líquidos destacan los procedentes de los baños agotados de desengrase-fosfatado y las aguas de cabina de pintura agotadas, mientras que en el de los residuos sólidos tienen una importancia significativa los desengrases agotados y lodos de desengrase, y los sólidos de cabina de pintura y lodos de depuración.

- **Baños de procesos agotados o contaminados:** Los desengrases acuosos y las operaciones de fosfatado se agotan por presencia de aceites y grasas y metales en disolución. Periódicamente son retirados y gestionados como residuos y se formulan nuevamente.

- **Envases vacíos:** Cuando los envases han contenido alguna sustancia peligrosa, el envase recibe la consideración de residuo peligroso por estar contaminado con restos de esa sustancia.



- **Lodos de depuración de aguas de desengrase y tratamiento de aguas de cabina:** Por lo general es un residuo peligroso por contener sales procedentes de los baños de desengrase y fosfatado y metales pesados como hierro, aluminio, níquel, cromo, cinc, etc, procedentes de los pigmentos de las pinturas, etc; además de sustancias tóxicas como los disolventes.
- **Materiales contaminados:** se refiere a los trapos, papel etc. utilizados en la limpieza de las instalaciones y que contienen restos de pintura y disolvente. También se incluyen aquí los absorbentes que se utilizan para limpiar fugas y derrames (serrín, sepiolitas, tierras de diatomeas) y la ropa de trabajo contaminada (guantes, delantales, etc).



- **Productos químicos deteriorados, caducados o fuera de uso:** Son aquellos productos que se han vuelto inservibles por haberse deteriorado, por ejemplo al haber sido expuestos a agentes atmosféricos, que han caducado por haber estado demasiado tiempo almacenados o que han quedado fuera de uso por haber realizado cambios en los procesos, o simplemente por haber dejado de trabajar con ellos.
- **Muestras de productos:** Son los productos que los proveedores dejan para probar y que no se van a utilizar finalmente.
- **Disolventes usados:** Se trata de los disolventes utilizados para desengrasar o para limpieza de útiles de pintura. Se agotan por acumulación de aceites y grasas o por la presencia de restos de pintura. Si los equipos que se utilizan para desengrasar disponen de equipos de destilación, el residuo es el fondo de destilación que es un lodo con restos de disolvente.
- **Aguas de cabina:** A pesar de su tratamiento periódico, las aguas de cabina de pintura se deben retirar y gestionar cuando la cantidad de sólidos y materias disueltas no permitan su reutilización.

### 3.7 Emisiones atmosféricas

Existen varias fuentes de emisiones atmosféricas en instalación de pintura. Aquellas que presentan un mayor impacto medioambiental son las procedentes de los procesos de desengrase con disolventes y los gases de combustión:

- **Vapores de compuestos orgánico volátiles:** Proviene de los procesos de desengrase con disolvente.
- **Gases de combustión:** Son los gases que se producen en la combustión de combustibles fósiles empleados en el calentamiento de hornos de secado y curado de la pintura.



### 3.8 Ruido

La industria de aplicación de pintura no presenta aspectos significativos en cuanto a la generación de ruido.

Los procesos generadores de mayor ruido, o al menos los más molestos, son los derivados de la carga y descarga de materias y de los extractores de aire en los hornos de secado.

# 4 CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS

## 4.1 Introducción

Los principales impactos ambientales en la aplicación de pintura lo constituyen:

- La emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV's).
- Los residuos peligrosos.
- Los vertidos.

Los COV's proceden de la evaporación de los disolventes de la pintura, mientras que los residuos peligrosos tienen su origen en el exceso de pintura pulverizada (overspray), en las pinturas recuperadas después de una aplicación defectuosa, o en las operaciones de limpieza de los desechos generados en cambios de pintura y en la renovación de las cortinas de agua. En las nuevas formulaciones, las técnicas y los equipos de aplicación pueden reducir o eliminar en parte estos residuos.

El peligro asociado a un residuo es a menudo, diferente del asociado con la materia prima. Por ejemplo, en los lodos procedentes de la aplicación de pintura, se han evaporado los disolventes más volátiles, que elevan suficientemente el punto de inflamación, por lo que son prácticamente no inflamables.

Sin embargo, los restos de pintura que se encuentran en el envase, presentan el mismo peligro que el producto de partida. En todos los casos, es indispensable conocer los riesgos asociados con el

producto de partida para evaluar los peligros de los residuos y asegurar una gestión eficaz.

La peligrosidad del producto, viene indicada en el envase, mediante unos iconos, junto con los constituyentes principales de su composición química. Básicamente, se pueden contemplar los riesgos desde dos puntos de vista, riesgo físico-químico y riesgo toxicológico.



### 4.1.1 Riesgo físico-químico

Los riesgos más frecuentes relacionados con las características físico-químicas de las materias primas empleadas en la aplicación de pintura y sus residuos son los siguientes:

- Inflamabilidad.
- Explosividad.
- Carácter comburente.

En el campo de las pinturas, el peligro de inflamabilidad es el más corriente, mientras

que el peligro de comburencia es excepcional.

El peligro de inflamabilidad de un producto se define por el punto de inflamación. Es la temperatura a partir de la cual los vapores emitidos por la pintura o el disolvente tienen una concentración tal, que una fuente de energía es suficiente para hacerlos inflamar.

Las pinturas y disolventes son considerados como fácilmente inflamables si su punto de inflamación es inferior a 21°C. Si su punto de inflamación está comprendido entre 21 y 55°C se consideran inflamables, mientras si su punto de inflamación es superior a 55°C no se consideran inflamables.

#### 4.1.2 Riesgo toxicológico

Los riesgos más frecuentes relacionados con las características toxicológicas de las materias primas empleadas en la aplicación de pintura y sus residuos son los siguientes:

- Tóxico.
- Nocivo.
- Irritante.
- Corrosivo.

#### 4.2 Disolventes

Se entiende por desengrase a la operación destinada a eliminar las grasas y aceites existentes en la superficie de la pieza. El procedimiento a emplear, al igual que la naturaleza del desengrase, dependerá del tipo y tamaño de la pieza, suciedad y tratamiento posterior al que vaya a ser sometida.

En los talleres de pintura se utilizan tanto desengrases acuosos como desengrases orgánicos halogenados, siendo estos últimos los que mayor interés despiertan debido a sus consecuencias medioambientales y para la salud humana y animal. Los desengrases orgánicos halogenados son utilizados tanto en fase vapor (solvente) como en fase líquida (en frío o caliente).

En fase vapor, los disolventes se hacen evaporar en el baño para producir los vapores de disolvente. Los disolventes más utilizados actualmente para llevar a cabo el desengrase son:

- Tricloetileno y percloroetileno.
- Cloruro de metileno.
- Triclorofluoreto.
- Hidrofluoreto, HFA, HFC.
- n-propilbromuro.
- i-bromopropano.
- Hidrocarburos tipo A3.

En el caso de utilización del desengrase con disolventes líquidos, se emplean los mismos compuestos pero se aplican por inmersión de las piezas en un recipiente adecuado.

Por otro lado, en las tareas de preparación de pintura líquida y limpieza de útiles de aplicación y bastidores se emplean disolventes orgánicos como sustrato de los pigmentos que, una vez aplicados son evaporados en los procesos de curado.

En mayor o menor medida y dependiendo del tipo de disolvente, y la temperatura a la que se utilizan o curan, todos los disolventes orgánicos (halogenados o no) son responsables de la emisión a la atmósfera de los llamados "COV's" compuestos orgánicos volátiles.

Los compuestos orgánicos volátiles (COV's) agrupan a una gran cantidad de sustancias químicas que se convierten fácilmente en vapores o gases y que pueden tener diferentes efectos nocivos sobre el medio ambiente y la salud. El principal inconveniente medioambiental de estos gases es que, al mezclarse con otros contaminantes atmosféricos, como los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y reaccionar con la luz solar, pueden formar radicales libres, que contribuyen al problema del smog fotoquímico. Este problema se agrava especialmente en verano, al incidir el sol y las altas temperaturas.

**En cuanto a sus consecuencias sobre la salud**, pueden tener un alto grado de toxicidad dependiendo del compuesto y el período de exposición al mismo. Por ejemplo, se sabe que el benceno es un carcinógeno humano y se tienen sospechas razonables sobre el formaldehído y el percloroetileno.



Además de sus efectos cancerígenos, la exposición a estos COV's puede causar lesiones de hígado, riñones y sistema nervioso central a largo plazo, mientras que a corto plazo puede causar irritación de los ojos y vías respiratorias, dolor de cabeza, mareos, trastornos visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas de la piel, náuseas y trastornos de memoria.

Los efectos inmediatos suelen desaparecer cuando cesa el contacto con la sustancia, pero la exposición mantenida o elevada a disolventes tóxicos puede ocasionar efectos perjudiciales para la salud.

Según su peligrosidad, se clasifican en varios grupos:

- Extremadamente peligrosos para la salud: Benceno, cloruro de vinilo y 1,2 dicloroetano.
- Compuestos de clase A (pueden causar daños significativos al medio ambiente): Acetaldehído, anilina, bencilcloruro, carbonotetracloruro, CFC's, acrilato de etilo, halones, anhídridomaleico, 1,1,1-tricloroetano, tricloroetileno, triclorotolueno.
- Compuestos de clase B (con menor impacto en el medio ambiente): Acetona, etanol.

# BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES

## 5

### 5.1 Introducción

Las buenas prácticas medioambientales son un subconjunto de métodos de prevención de la contaminación. Estas actividades están enfocadas hacia los aspectos humanos y organizativos de la producción que en general reciben la consideración de MTD (Mejores Técnicas Disponibles). Generalmente, no implican inversiones en infraestructuras y equipos, aunque de la ejecución de algunas buenas prácticas pueden resultar inversiones significativas de capital cuando se aplican a toda la empresa. Algunas de las buenas prácticas que se relacionarán, proporcionarán una mejora en la calidad del producto y una reducción de los costes operacionales junto con una reducción en la generación de residuos. Además, generalmente éstas mejorarán el comportamiento medioambiental de un taller, incluyendo aspectos de Seguridad e Higiene.

En las plantas poco automatizadas, en las que los procesos controlados manualmente son mayoritarios y la posibilidad de error humano es mayor, las Buenas Prácticas en general cobran una gran importancia en la reducción en origen de los residuos y de las emisiones.

A continuación se muestran los procesos donde las Buenas Prácticas son más efectivas:

- Procesos en cargas o en “batch” frente a los procesos en continuo.

- Procesos poco automatizados con mayor participación humana, y por tanto, con mayor posibilidad de error.
- Procesos que utilizan materias primas de menor coste unitario y poca peligrosidad, porque normalmente su manipulación es menos cuidadosa.
- Procesos de producción que comparten equipos con otros procesos que utilizan materias primas o productos intermedios diferentes.
- Procesos que generan residuos con un elevado coste de gestión.
- Procesos cuyos subproductos no tienen de antemano un alto valor de venta.

### 5.2 Sensibilización y formación de operarios

La forma de trabajar de los operarios de una planta de pintura tiene una importante repercusión en el grado de contaminación producida por los procesos, de forma que su papel es fundamental a la hora de abordar un plan de prevención de la contaminación. Sin su colaboración y participación activa, incluso el mejor de los planes de minimización puede estar condenado al fracaso.

La sensibilización y la formación deben dar comienzo con una clara política medioambiental de la empresa que se traduzca en un programa de control y prevención de la contaminación. La política debe ser comunicada a todos los

empleados y reforzada de varias formas en orden a crear una actitud positiva que permita alcanzar de forma eficaz los objetivos medioambientales de la empresa.

La formación dada a los operarios debe contener los siguientes elementos:

- Cómo, por qué y dónde se produce la contaminación y cómo puede minimizarse.
- Métodos de mantenimiento preventivo para la reducción de la contaminación.
- Procedimientos de la empresa para la manipulación de las materias primas y condiciones de operación de los pretratamientos y la aplicación de la pintura.
- Procedimientos de actuación frente a fugas y derrames.
- Actuaciones concretas para la prevención de la contaminación en el puesto de trabajo.
- Requisitos legales medioambientales y cómo afectan estos a los procesos en los que se desarrolla su trabajo.
- Por qué la prevención de la contaminación es importante (coste de la contaminación, seguridad e higiene, mejora del ambiente del puesto de trabajo, preservación del medio ambiente).
- Cómo pueden afectar los costes de gestión de la contaminación (reactivos de depuración, agua, gestión de residuos, etc) a los salarios.

Es necesario establecer un sistema de indicadores que permita medir el éxito del programa de formación. Para ello la empresa debe tener un histórico de consumo de materias primas, producción de residuos, etc, con objeto de evaluar la eficacia de los planes de prevención. Para motivar la participación de los empleados en estos planes es muy interesante establecer primas, premios y cualquier otra forma de reconocimiento que estimule un papel activo de los mismos.

El desarrollo de estos procesos de sensibilización no deben ser ajenos a la actividad cotidiana de cada operario, sino que deben formar parte de sus tareas. Así, mediante la elaboración de un manual de instrucciones de cada puesto de trabajo, el trabajador recibirá:

- Una descripción de los procedimientos normales de operación.
- Un listado de las condiciones y controles de operación de cada proceso, incluyendo los niveles normales de generación de residuos.
- Una descripción GLOBAL del proceso y cómo encaja en él cada uno de los trabajos individuales que se realizan.
- Una descripción de las normas de seguridad y de actuación en caso de emergencia.
- Las hojas de seguridad de todas las materias primas y materiales empleados.
- Un registro de datos sobre la generación de residuos y emisiones de cada línea de producción o puesto

de trabajo, y los costes asociados. Este registro deberá ser mantenido al día por el propio operario.

## 5.3 Compra, almacenamiento y manipulación de materias primas.

Las buenas prácticas relacionadas con la compra, almacenamiento y manipulación de los productos químicos se encaminan a reducir las pérdidas de éstos que se producen por fugas, derrames, deterioro del producto y otras causas y que finalmente se traducen en contaminación.

### 5.3.1 Gestión de compras e inventarios

Un control de inventarios se concibe con el fin de que la empresa no tenga más materias primas que las que realmente necesita. Además de la ocupación de espacio y el inmovilizado que supone, la ausencia de un adecuado control de inventarios puede derivar en la generación de residuos procedentes de materias primas que ya no son necesarias, que han caducado o se han deteriorado, momento en el cual se han convertido en un residuo.

Existen dos situaciones principales en las que se puede reducir la cantidad de residuos con el control de inventarios:

- Materiales caducados por permanecer demasiado tiempo en stock.
- Materiales en stock que ya no se necesitan en las operaciones de la planta, no necesariamente caducados.

Un conjunto de buenas prácticas relacionadas con este capítulo pueden ser las siguientes:

- Desarrollar procedimientos de

inspección para los materiales antes de su compra o aceptación.

- Estandarizar los productos químicos utilizados, de tal forma que se utilice el menor número posible de éstos en el mayor número posible de operaciones.
- Evitar comprar en exceso considerando las necesidades reales de los procesos.
- Comprar los productos en recipientes de dimensiones adecuadas al uso y a las características del producto, procurando minimizar el número de envases. A ser posible utilizar envases reutilizables.
- Establecer un protocolo de aceptación de muestras de productos, aceptando solo aquellos cuyo proveedor se comprometa a recoger en caso de no utilizarse en su totalidad.
- Utilizar un sistema de gestión FIFO (first-in-first-out), llevando a cabo una rotación de los envases situados en el fondo de las estanterías hacia delante cuando lleguen productos nuevos.
- Aplicar la técnica de producción ágil “just in time” (JIT). Los principios de la técnica de producción ágil, que tienen un efecto más directo en la minimización de residuos son:
  - Producir sin stock.
  - Reforzar la conexión cliente/proveedor.
  - Transporte JIT.
  - Etiquetar todos los contenedores.
  - Reducir la cantidad de contenedores parcialmente llenos.
  - Reducir el número de contenedores usados y vacíos.

- Utilizar sistemas informáticos para el seguimiento de las materias primas y productos acabado.

### 5.3.2 Almacenamiento de productos químicos

Las buenas prácticas en el almacenamiento de productos químicos se encaminan a la reducción de los residuos producidos por un deterioro de los productos producido por exposición a agentes atmosféricos o contacto con otros productos incompatibles, y derrames por defectos y daños en los recipientes. Una relación de estas buenas prácticas es la siguiente:

- Utilizar para el almacenamiento áreas separadas de acceso restringido que estén señalizadas, iluminadas y debidamente protegidas, de modo que se evite el deterioro de los envases y sus productos contenidos. La zona dispondrá de una solera de hormigón hidrófugo y un sistema de recogida de derrames y fugas accidentales.
- En función de las características concretas de los productos habrá que tomar las siguientes precauciones para evitar el almacenamiento de productos químicos incompatibles de manera conjunta:
  - Almacenar ácidos y álcalis separadamente.
  - Reducir el riesgo de incendio almacenando los productos inflamables separados de agentes oxidantes.
  - Reducir el riesgo de incendio almacenando aquellos productos que se inflaman espontáneamente con la humedad en condiciones de sequedad y separados de agentes

oxidantes. Marcar esta área de tal forma que se evite el uso de agua en ella como medio de extinción de incendios.

- Mantener la separación suficiente entre envases y contenedores para facilitar el acceso a los mismos y las tareas de inspección. Los envases deben ordenarse de acuerdo con el grado de utilización y peligrosidad.
- Todos los recipientes deben estar etiquetados y no deben utilizarse para contener productos distintos de los originales.
- Para prevenir daños en los envases de productos químicos seguir las siguientes indicaciones:
  - Almacenar y apilar los envases de acuerdo con las instrucciones del envasador o el fabricante.
  - En caso de apilar materiales distintos situar siempre los líquidos debajo de los sólidos.
  - Prevenir la corrosión de recipientes metálicos protegiéndolos de vapores y ambientes corrosivos, y elevándolos con respecto al suelo para que no entren en contacto con la humedad del exudado del hormigón.

### 5.3.3 Manipulación de productos químicos

Es posible implantar un conjunto de buenas prácticas en las operaciones de carga y descarga, transporte y manipulación de materias primas que se dirijan hacia la prevención de derrames, fugas y contaminación de materiales. De este conjunto se pueden destacar las siguientes:

- Realizar las operaciones de carga y descarga en zonas bien iluminadas, señalizadas, y sin obstáculos.
- Establecer procedimientos escritos para las operaciones de carga, descarga, trasvase, y formulación de la pintura.
- Designar al personal responsable de la formulación de la pintura y manipulación de disolventes.
- Prever en las zonas donde se realizan operaciones de trasvase la instalación de sistemas que faciliten el escurrido hacia recipientes que permitan la recuperación del producto. Asimismo, en estas operaciones procurar evitar el goteo, derrame o vertido accidental de los productos trasegados y tener preparados métodos de contención de esas pérdidas.
- Cuando no se use un envase asegurarse de que este queda cerrado, sobre todo si contiene disolventes volátiles.
- Establecer un procedimiento y formar al personal en materia de detección, contención y saneamiento de emergencias en caso de escapes o derrames de sustancias peligrosas.
- Formar e informar al personal de planta de las obligaciones emanadas de la normativa ADR de transporte por carretera, carga y descarga de materias peligrosas.

## 5.4 Mantenimiento preventivo

Desde el punto de vista de la prevención de la contaminación, el mantenimiento preventivo puede minimizar las pérdidas

de materias primas debidas a fugas, reducir el riesgo de derrames accidentales, y evitar la producción de piezas defectuosas por fallos en las instalaciones.

El mantenimiento preventivo consiste en la inspección y limpieza periódica de equipos e instalaciones, incluyendo la lubricación, comprobación y sustitución de piezas en mal estado.

Las áreas específicas donde el mantenimiento preventivo puede reducir la generación de contaminación incluyen:

- Inspección regular de pistolas y tanques, con sustitución o reparación de las unidades dañadas o deterioradas.
- Sustitución periódica de boquillas de pistolas y juntas en las bombas, manguitos y filtros.
- Inspección y reparación de bastidores y sistemas de transporte de piezas (cadenas, motores, etc.).

Las empresas que poseen programas de mantenimiento efectivos pueden observar un incremento en los costes de producción; sin embargo, generalmente, estos costes son contrarrestados por la disminución de paradas por avería, derrames accidentales o contaminación de pinturas.

## 5.5 Prevención de fugas y derrames

La magnitud de las pérdidas de productos debidas a fugas y derrames frecuentemente no es despreciable con respecto a las pérdidas sistemáticas debidas a la normal operación de los procesos, pudiendo ser

igual a éstas o incluso mayor. En ocasiones las fugas que se producen en maguitos, filtros y conducciones pueden pasar inadvertidas y suponer pérdidas importantes de materias primas. Algunos métodos para reducir esas pérdidas y las debidas a derrames accidentales, normalmente mucho más evidentes, se muestran a continuación:

- Llevar a cabo un mantenimiento preventivo de juntas, manguitos y filtros, tal como se ha comentado en el punto anterior.
- Almacenar los contenedores de manera que la posibilidad de rotura sea mínima y se facilite la detección visual de corrosión o fugas.
- Asegurarse de que todos los contenedores siguen un programa de mantenimiento y están en buenas condiciones.
- Almacenar los materiales peligrosos en áreas donde la probabilidad de fuga sea menor.
- Reservar áreas de contención alrededor de los tanques o de las zonas de almacenamiento.
- Establecer procedimientos formales y controles administrativos para todas las operaciones de carga, descarga y transferencia.
- Llenar los tanques por el fondo.
- Instalar alarmas de rebose en los tanques de almacenamiento y comprobarlas periódicamente.
- Diseñar o instalar un sistema de válvulas de seguridad que incluya sistemas de cierre.

- Elaborar informes de todas las fugas y sus costes asociados.
- Realizar estudios de prevención de fugas durante las fases de diseño y operación.

Los derrames pueden ser reducidos o evitados mejorando la formación del personal en la manipulación de pinturas y disolventes, y en los métodos de prevención de derrames. La formación debería incluir la adecuada utilización de conducciones, embudos y recipientes de recogida de goteos durante la manipulación y trasiego de las pinturas y sus preparados; el mantenimiento de niveles de líquido en los depósitos, evitando desbordamientos; el uso de mopas o raspadores para limpiar los derrames (en contraposición al uso de absorbentes que deben ser tratados como residuos peligrosos); y la utilización de los cubetos de contención para retener los derrames.

## 5.6 Agua de alimentación.

La calidad del agua utilizada en la formulación de los baños y en los enjuagues en las etapas de pretratamiento (desengrase – fosfatado) ejerce una importante influencia en la eficiencia de los procesos y en la generación de residuos de los mismos. Los contaminantes naturales presentes en el agua de abastecimiento, tales como calcio, hierro, magnesio, manganeso, cloruros, carbonatos y fosfatos, pueden causar problemas en los procesos, por ejemplo:

- Incrustaciones (depósitos de sales de calcio) en las conducciones, pero sobre todo en las cubas conteniendo

productos alcalinos y en las redes de aguas residuales.

- Defectos sobre las piezas como resultado de la presencia de sales poco solubles.
- Presencia de materia orgánica. Incremento en la producción de los lodos de los tratamientos convencionales de aguas residuales.
- Aumento de la viscosidad de los baños y como consecuencia aumento en el volumen de los arrastres.

Por estos motivos, es necesario el análisis de la calidad del agua de suministro para determinar la necesidad o no de tratamientos previos antes de su utilización en la línea de procesos. Es difícil dar un valor de referencia para la calidad del agua de suministro, ya que ésta es función de las condiciones particulares de utilización. No obstante, la experiencia muestra que un agua con una dureza de 15 a 20 ° F es útil para la preparación de la mayor parte de los baños y de sus enjuagues.

Se deben tomar una serie de precauciones particulares para ciertos procesos:

- **Baños alcalinos y sus enjuagues:** Se debe utilizar preferentemente agua descalcificada para evitar incrustaciones, manchas y colmataciones.
- **Baños calientes:** Dado que las pérdidas de nivel deben ser compensadas mediante aportaciones importantes de agua (directamente desde la red o procedente de las funciones de enjuague), se

recomienda utilizar agua desmineralizada (o como mínimo descarbonatada) para evitar la mineralización del baño por concentración progresiva de sales.

- **Enjuague final** (caliente o frío): debe ser de buena calidad con el fin de evitar manchas (por presencia de calcio en particular y sales en general), y la corrosión debida fundamentalmente a los cloruros.



---

AIMME © 2006



