



Guías Tecnológicas

Directiva 96/61 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación

Epígrafe 2.6

Tratamiento electrolítico o
químico de superficies en
el sector de automoción



Fundación Entorno
Empresa y Medio Ambiente

Ministerio de Industria
y Energía





1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto del documento

La presente Guía resume el estudio de prospección tecnológica del sector de tratamiento electrolítico o químico de superficies en el sector de automoción con objeto de recoger los aspectos más relevantes del Informe Tecnológico de manera que las partes interesadas puedan disponer de un documento de consulta más manejable.

En caso de estar interesado en consultar el documento completo puede solicitarlo dirigiéndose por escrito a:

Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente
 C/Padilla 17, ático. 28006 - Madrid
 Telf. 91-575 63 94; Fax. 91-575 77 13
 e-mail: administrador@fundacion-entorno.org

1.2 Metodología de trabajo

En colaboración con las diferentes asociaciones empresariales y demás entidades con competencias en cada sector, se diseñó la siguiente metodología de trabajo para la elaboración de estos estudios::

Fase I: Informe Preliminar. Se realizó un primer informe con el objetivo de definir el ámbito de estudio e identificar las actividades incluidas en cada epígrafe. Ello permitió llevar a cabo para cada sector un informe previo sobre la situación tecnológico-ambiental que serviría de base para el trabajo a realizar directamente con las empresas en una fase posterior. Estos documentos quedaron recogidos en un CD-Rom y fueron distribuidos a las partes interesadas.

Fase II: Mesas de trabajo. Con objeto de poder contar con la opinión directa de las empresas, se convocaron distintas reuniones sectoriales de trabajo con el objetivo principal de discutir el contenido del Informe elaborado en la fase anterior. Además, en estas sesiones pudimos proporcionar a las empresas información sobre el desarrollo de los trabajos realizados para la definición de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) del sector.

Fase III: Trabajo de campo. Las jornadas de trabajo y el compromiso adquirido por las organizaciones empresariales, nos ayudaron a contactar con empresas representativas de cada sector para la realización de visitas en las que, con la ayuda de un cuestionario, se recopilaron una serie de datos que pudieron ser comprobados in situ por nuestros asesores. La amplitud y relevancia del estudio requirió que la muestra de empresas a visitar pudiera ser extrapolable a la globalidad del sector, por lo que se visitaron 4 instalaciones de las 16 identificadas hasta el momento como afectadas.

Fase IV: Informes Tecnológicos. La información recopilada en las fases anteriores fue analizada y evaluada para la confección del Informe Tecnológico objeto del programa. Para que este documento constituyera una potente herramienta en las negociaciones para la determinación de las MTD's, los informes se diseñaron siguiendo un esquema similar a los documentos de referencia que se elaborarán en el Institute for Prospective Technological Studies (JRC-IPTS). Estos documentos están a disposición del público en formato CD-Rom.

Fase V: Difusión. Uno de los objetivos que dan sentido a este proyecto es contar con la opinión directa de los industriales, ya que son pocas las veces en que la negociación precede a la norma. Por ello, además de la edición y distribución gratuita tanto de los Informes Preliminares como de los Finales, se ha participado en diferentes foros profesionales para difundir los resultados del estudio.

Fase VI: Guías Tecnológicas. Para que las partes interesadas puedan disponer de una información más manejable y de documentos de discusión para los distintos foros, se han confeccionado las Guías Tecnológicas que resumen los aspectos más significativos del estudio.

1.3 Estructura de la Guía

1. **Introducción.** Presentación, objetivos, metodología, estructura del documento.
2. **La Industria del sector en España.** Visión general del estado de la industria en España, actividades e instalaciones afectadas por la Directiva.
3. **Descripción general del proceso productivo.** Diagrama de flujo y descripción de los problemas medioambientales.
4. **Características especiales del proceso productivo.** Descripción detallada de las etapas críticas desde el punto de vista medioambiental.
5. **Criterios de selección de las MTD's.** Aspectos a tener en cuenta para la selección de las MTD's, tomando como referencia la capacidad productiva marcada y los anexos III y IV de la Directiva.
6. **Técnicas disponibles.** Resumen de las técnicas productivas con relevancia a la hora de definir las MTD's y evaluación general de las mismas.
7. **Técnicas disponibles para el control de emisiones.** Resumen de las técnicas correctivas y evaluación general de las mismas.
8. **Mejores Técnicas Disponibles.** Resumen de la información agrupando las diferentes técnicas estudiadas.
9. **Técnicas emergentes.** Resumen de las técnicas en desarrollo para un nivel de control de la contaminación igual o superior al actualmente en uso.
10. **Conclusiones y recomendaciones.** Consecuencias de la aplicación de las MTD's en cada una de las actividades, valorización económica y recomendaciones para facilitar el cambio tecnológico.

1.4 Entidades participantes

Las entidades que han colaborado en la realización de este estudio han sido la Asociación Nacional de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), la Asociación Española de Fabricantes de Equipos y Componentes para Automoción (SERNAUTO), el Instituto Tecnológico Metalmecánico (AIMME), la Federación Empresarial Metalúrgica Valenciana (FEMEVAL) y empresas del sector.

★ 2. LA INDUSTRIA DEL SECTOR AUTOMOCIÓN EN ESPAÑA

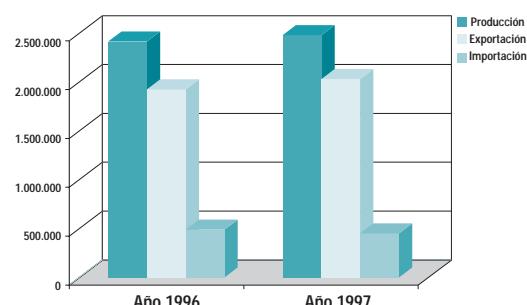
2.1 Panorama general del sector

El sector de automoción comprende el conjunto de empresas de fabricación de vehículos a motor para transporte por carretera de personas o de bienes, así como aquellas otras cuya actividad principal es la fabricación de componentes para los vehículos. Sin embargo, en este estudio nos centraremos principalmente en la fabricación de turismos y vehículos industriales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir, que España ocupa el tercer lugar a nivel europeo en la fabricación de automóviles, después de países como Alemania y Francia, y el sexto lugar a nivel mundial, detrás de Estados Unidos, Japón y Corea.

En el siguiente gráfico se muestra la evolución que ha experimentado la producción y la exportación e importación de vehículos en los años 1996 y 1997.

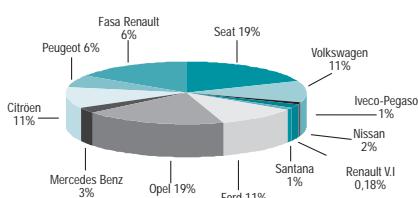
Producción, exportación e importación de vehículos (1995-1996)



Como se observa en el gráfico anterior, la variación en la producción entre estos dos años ha sido de un 2,8% y la exportación de vehículos ha aumentado ligeramente. Ningún sector industrial en España exporta tanto y ningún sector de automoción de otro país exporta una fracción tan alta de lo que produce.

A continuación, se muestra la producción de vehículos en 1997 distinguiendo entre las diferentes empresas del sector.

Producción de vehículos por empresas en 1997



El sector del automóvil en España es pionero en la implantación de sistemas de organización de trabajo y en el uso de tecnologías avanzadas. A pesar de la tendencia a una mayor competencia, las perspectivas de la industria española a corto y medio plazo, hasta el año 2000 son favorables.

En cuanto a la evolución de la demanda se prevé un ligero aumento en el mercado interior, motivado por las medidas tomadas por la Administración para el fomento de la renovación del parque automovilístico (Programa PREVER).

2.2 Actividades e instalaciones afectadas por la Directiva 96/61

La producción de vehículos en España, se reparte entre doce empresas que cuentan con grandes instalaciones. En su proceso productivo incluyen operaciones como el desengrase, fosfatado, pasivado crómico y cataforesis, todas ellas afectadas por el epígrafe 2.6 del Anexo I de la Directiva.

Dentro de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93), la aplicación de este epígrafe al sector de la automoción (transporte por carretera) incluye los siguientes códigos:

- 341-3410-34100. "Fabricación de vehículos de motor".
- 342-3420-34200. "Fabricación de carrocerías para vehículos de motor, remolques y semiremolques".
- 343-3430-34300. "Fabricación de partes, piezas y accesorios no eléctricos para vehículos de motor y sus motores".
- 354. "Fabricación de motocicletas y bicicletas".
 - 3541-35410. "Fabricación de motocicletas".
 - 3542-35420. "Fabricación de bicicletas".
 - 3543-35430. "Fabricación de vehículos para inválidos".
- 355-3550-35500. "Fabricación de otro material de transporte".

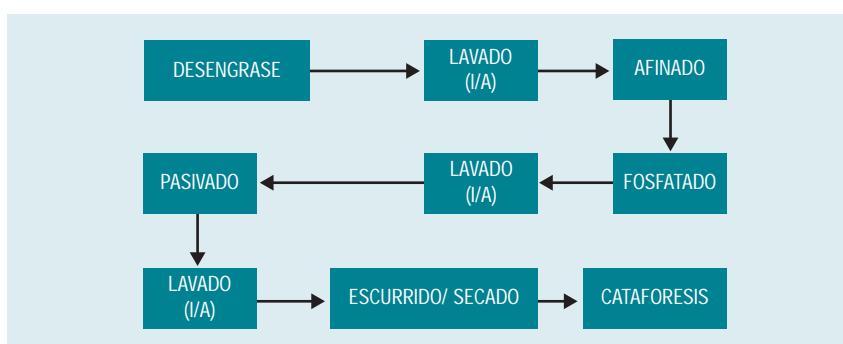
★ 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

3.1 Diagrama de proceso

La fabricación de vehículos comprende un gran número de operaciones dentro de su ciclo productivo, de las cuales la preparación de las carrocerías previa al pintado estaría afectada por el epígrafe 2.6 (Instalaciones para el tratamiento de superficies de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico, cuando el volumen de las cubetas destinadas al tratamiento sea superior a 30 m³).

La etapa de preparación de carrocerías tiene como objetivo principal evitar la oxidación y posterior corrosión de la chapa y aplicar una base adecuada para facilitar el pintado. Comprende una serie de operaciones características (desengrase, lavados, afinado, fosfatado, pasivado), que cada instalación aplicará utilizando diferentes tecnologías, dependiendo de variables como la calidad, el diseño, el espesor de la chapa utilizada, etc.

Dicho proceso comprende el tratamiento superficial de la carrocería y la cataforesis, actividades que se describen en el siguiente diagrama de proceso:



3.2 Problemática medioambiental

Los principales problemas medioambientales a los que se enfrenta el tratamiento superficial de carrocerías son los relacionados con efluentes contaminados, altos consumos de agua (en formulación de baños y disoluciones, reposición de baños disminuidos por evaporación y lavados), la generación de residuos y en menor medida las emisiones atmosféricas.

A continuación resumimos los principales impactos por etapas, indicando en verde los que hacen necesaria la implantación de una MTD:

ETAPA	PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL	AFECCIÓN
DESENGRASE	C.RESIDUOS	Lodos aceitosos y envases
	C.HÍDRICA	Aguas básicas y aceitosas
LAVADO	C.RESIDUOS	Lodos de depuración de aguas
	C.HÍDRICA	Aguas básicas y aceitosas
AFINADO	C.RESIDUOS	Envases
	C.HÍDRICA	Aguas con fosfatos
FOSFATADO	C.RESIDUOS	Lodos de fosfatado y envases
	C.HÍDRICA	Aguas con fosfatos
LAVADO	C.RESIDUOS	Lodos de depuración de aguas
	C.HÍDRICA	Aguas con fosfatos
PASIVADO	C.RESIDUOS	Envases
	C.HÍDRICA	Aguas crómicas
LAVADO	C.RESIDUOS	Lodos de depuración de aguas
	C.HÍDRICA	Aguas crómicas
ESCURRIDO/SECADO	C.HÍDRICA	Aguas contaminadas
CATAFORESIS	C.ATMOSFÉRICA	Gases de combustión (CO_2 , CO y NOx) y COV's
	C.RESIDUOS	Envases
	C.HÍDRICA	Aguas de cataforesis



4. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

En este apartado se recogen las características más relevantes de las etapas de proceso que han sido analizadas en el estudio con especial dedicación, dado su impacto ambiental y para cuya reducción se recomienda la aplicación de una MTD.

La preparación previa de carrocerías, es una etapa de gran importancia dentro del proceso de fabricación de vehículos, debido a que el proceso de pintado presenta unas exigencias de calidad muy estrictas para garantizar las características de acabado decorativo y protección anticorrosiva exigidas por el cliente.

Se distinguen dos procesos claramente diferenciados:

- Tratamiento superficial de la carrocería (conocido por algunos fabricantes de vehículos como Túnel de Tratamiento de Superficies (TTS)).
- Túnel de Cataforesis.

4.1 Etapa: Desengrase

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Carrocería sin tratar	N.D.	-
Materias secundarias	Desengrasantes alcalinos	N.D.	La solución desengrasante puede aplicarse por inmersión,aspersión o técnicas mixtas
	Agua industrial	Elevado	-
Energía	E.Eléctrica	N.D.	Para desplazamiento de carrocerías

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL
C.Residuos	Lodos aceitosos	RP	Media-alta	Gestor autorizado
	Baño agotado (2)			
	Envases (3)			
C.Hídrica	Aguas básicas y aceitosas (1)	Alto contenido en materia orgánica (aceites y grasas)	Elevada	Eliminación de las grasas flotantes del baño mediante desaceitadores y técnicas de microfiltración para separar el aceite emulsionado

(1) La basicidad es debida a los desengrasantes utilizados.

(2) Se genera al sobrepasar el límite de capacidad de emulsión de grasas y aceites.

(3) De los productos químicos utilizados.

4.2 Etapa: Afinado-Fosfatado

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Carrocería desengrasada	N.D.	-
Materias secundarias	C.Químicos	N.D.	Fosfatos, fluoruros y ácidos
	Agua industrial	Elevado	-
Energía	E.Eléctrica	N.D.	Desplazamiento de carrocerías

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL
C.Residuos	Lodos (1)	RP	Media-alta	Gestión según composición
	Envases (2)			
C.Hídrica	Aguas contaminadas	Fosfatos,metales (Zn, Pb),SS,aceites y elevada DQO (3)	Elevada	Precipitación por adición de cal y FeCl ₃ , floculación, decantación y filtración

(1) Lodos con fosfatos y los generados por la depuración de aguas de afinado y fosfatado.

(2) De productos químicos empleados.

(3) La presencia de aceites se debe a los arrastres de baños anteriores. El fosfato contribuye a la eutrofización en caso de vertido sin tratamiento.

4.3 Etapa: Pasivado

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Carrocería fosfatada	N.D.	-
Materias secundarias	Ac.Crómico y sustitutivos del Cr (VI)	N.D.	-
	Agua tratada	Elevado	-
Energía	E.Eléctrica	N.D.	Para desplazamiento de carrocerías

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL
C.Residuos	Lodos (1)	RP	Media-alta	Gestor autorizado
	Envases (2)			
C.Hídrica	Aguas crómicas	Cr (VI) (3)	Media-alta	Reducción a Cr (III) con ácido (sulfúrico y otros),precipitación con cal,flocculación,decantación y filtración.

(1) Generados en la depuración de aguas de pasivado.

(2) De productos químicos empleados.

(3) Elevada toxicidad.

4.4 Etapa: Enjuagues o lavados

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Carrocería del baño correspondiente	N.D.	-
Materias secundarias	Agua industrial	Muy elevado	-
Energía	E.Eléctrica	N.D.	Para desplazamiento de carrocerías

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL
C.Residuos	Lodos (1)	RP	Media-alta	Gestor autorizado
	Aguas contaminadas			
C.Hídrica	Arrastres de baños de desengrasante,afinado-fosfatado y pasivado (2)	Elevada		Depuración

(1) De depuración de aguas.

(2) Dependiendo de la etapa anterior al lavado podrán encontrarse unas u otras sustancias.

4.5 Etapa: Cataforesis

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Carrocería tratadas	N.D.	-
Materias secundarias	Agua industrial	N.D.	-
	Pintura al agua		
Energía	E.Eléctrica	Elevado	-

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL
C.Atmosférica	Gases de combustión	CO ₂ , CO, NO _x	Media-baja	Filtración y sustitución de disolventes halogenados
	COV's	Procedentes de disolventes		
C.Residuos	Lodos (1)	RP	Media-baja	Gestión adecuada según composición
	Pinzas o perchas inútiles	-		
C.Hídrica	Aguas contaminadas	Fósforo,metales (Zn, Pb,Ni,Fe),SS	Elevada	Depuración

(1) De depuración de aguas de cataforesis.



5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MTD'S

El primer criterio ha sido la limitación de la aplicación de la Directiva al sector representado por el epígrafe 2.6 en cuanto al volumen de las cubetas destinadas al tratamiento, cuya capacidad debe ser superior a 30 m³.

Como segundo criterio, se ha tomado la lista indicativa de las principales sustancias contaminantes (Anexo III de la Directiva) en el sector de tratamiento de superficies que se tendrán en cuenta obligatoriamente, y si es pertinente se fijarán valores límite de emisión en:

Atmósfera: monóxido de carbono, COV's, metales y sus compuestos, flúor y sus compuestos y cianuros.

Aqua: cianuros, metales y sus compuestos, materiales en suspensión, sustancias que contribuyen a su eutrofización (nitratos y fosfatos) y sustancias que ejercen una influencia desfavorable sobre el balance de oxígeno (computables mediante parámetros tales como la DBO, DQO).

Asimismo se han considerado algunos criterios recogidos en el Anexo IV de la Directiva, como:

- Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
- Uso de sustancias menos peligrosas.
- Desarrollo de técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso.
- Procesos, instalaciones o métodos de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
- Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate.
- Fechas de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
- Plazo que requiere la instauración de una mejor técnica disponible.
- Consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizadas en procedimientos de eficacia energética.
- Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.
- Necesidad de prevenir cualquier riesgo de accidente o de reducir las consecuencias para el medio ambiente.
- Información publicada por la Comisión en virtud del apartado 2 del artículo 16 o por organizaciones internacionales.

Por último, se tendrá en cuenta el impacto sobre la economía sectorial y general del ámbito geográfico determinado que suponga la implantación de una MTD.



6. TÉCNICAS DISPONIBLES

En este apartado se presentan las diferentes técnicas utilizadas para las etapas más relevantes a la hora de definir las MTD's, siendo éstas las de desengrase, lavado y cataforesis.

Teniendo en cuenta los criterios de selección de las MTD's, para el sector de tratamiento de superficies son muy variadas las técnicas conocidas que cumplen con los objetivos previstos. De esta manera nos centraremos en los criterios más representativos:

- Uso de técnicas de fabricación que minimicen la generación de residuos.
- Utilización de sustancias menos peligrosas a las empleadas en la actualidad.
- Empleo de técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso.

6.1 Etapa: Desengrase

Ultrafiltración

VENTAJAS	Recuperación de agentes desengrasantes. Alargamiento vida del baño.
DESVENTAJAS	Duración de las membranas, limpieza de las mismas. Requiere pretratamiento de desbaste con desaceitado o centrifugas.
OBSERVACIONES	Técnica empleada a escala industrial. La solución concentrada puede obtenerse con más del 90% de aceites. Los costes dependen de la instalación, volumen a tratar y contenido en grasas.

Destilación

VENTAJAS	Recuperación disolvente empleado como desengrasante.
DESVENTAJAS	Problemas azeotropos.
OBSERVACIONES	Permite alargar la vida del baño de desengrase. Bajos costes

Sustitución de solventes halogenados

VENTAJAS	Se eliminan las emisiones de COV's.
DESVENTAJAS	Necesidad de mayor espacio.
OBSERVACIONES	Solución fácil de llevar a cabo.

Desaceitador

VENTAJAS	Eliminación de aceites sobrantes.
DESVENTAJAS	Requieren que los desengrases incorporen agentes antiemulsionantes. Los de bandas y discos tienen dificultades para cubrir grandes superficies de baño y requieren sistemas auxiliares de barrido superficial.
OBSERVACIONES	Técnica física empleada para la separación de aceites que obtiene buenos resultados en caso de desaceitadores de bandas. Costes bajos-muy bajos.

Centrífuga

VENTAJAS	Puede separar aceites superficiales y parte de los emulsionados.
DESVENTAJAS	Requiere un sistema autolimpiente para ser efectivo.
OBSERVACIONES	Se trata de un método muy eficaz para la separación de aceites, caracterizándose por la eliminación de aceites dispersos. Coste alto según dimensiones.

Centrífuga+microfiltración

VENTAJAS	Permite un elevado rendimiento de las membranas por reducción del peligro de colmatación.
DESVENTAJAS	Los propios de la centrifugación y la microfiltración.
OBSERVACIONES	Técnica mixta que permite alcanzar resultados óptimos de separación de grasas y aceites. Costes altos.

Evapoincineración

VENTAJAS	Única alternativa para la depuración de desengrases (1)
DESVENTAJAS	Requiere su gestión externa para tratamiento en centro colectivo.La evaporación puede ser asumida por la empresa
OBSERVACIONES	Técnica no empleada en España,aunque obtiene buenos resultados.

(1) Un desengrasante presenta muchos problemas para ser depurado por vía físico-química.Los aceites, grasas y tensoactivos inhiben y perjudican la floculación/precipitación de otros tóxicos,fundamentalmente metales pesados.El problema en España es la contestación social hacia la incineración de residuos industriales y su consecuente inviabilidad.Esto hace que se traten por vía físico-química,es decir, de forma no adecuada ya que consecuentemente obliga a sobredimensionar la depuradora para dosificar y diluir el problema y así ajustar la concentración admisible de vertido.La etapa previa de evaporación es necesaria porque un desengrasante agotado puede situarse en una DQO de 10.000mg/LO₂, y ello supone un poder calorífico inferior (Pci) demasiado bajo para su incineración directa.La etapa de evaporación permite concentrar, aumentando el Pci,convirtiendo el residuo en incinerable,además de recuperar agua de muy buena calidad.

6.2 Etapa: Lavados**Reciclado de aguas mediante intercambio iónico**

VENTAJAS	Disminución del consumo de agua.Mejora de la calidad del agua de lavado.Reducción del volumen de efluentes a depurar. Reducción del espacio para la instalación de la depuradora.
DESVENTAJAS	No válido para aguas de desengrasante.
OBSERVACIONES	Utilización de resinas de intercambio iónico.Costes no excesivamente elevados.

Disposición y número adecuado de cubas

VENTAJAS	Reduce el consumo de agua.
DESVENTAJAS	Requiere amplios espacios.
OBSERVACIONES	Costes muy bajos.

6.3 Etapa: Cataforesis**Ultrafiltración**

VENTAJAS	Disminución del consumo de pinturas.
DESVENTAJAS	-
OBSERVACIONES	Técnica ampliamente empleada por el sector. Costes de inversión y operación no demasiado elevados.

Intercambio iónico

VENTAJAS	Recuperación de pintura.
DESVENTAJAS	Es conveniente mantener valores de conductividad constantes.
OBSERVACIONES	Se están obteniendo rendimientos interesantes con membranas iónicas mediante electrodialisis tubular.

Osmosis inversa+ultrafiltración

VENTAJAS	Recuperación de pintura.No precisa agua pura para el último lavado.
DESVENTAJAS	-
OBSERVACIONES	Disminuye el consumo de agua y el volumen de aguas residuales a tratar.



7. TÉCNICAS DISPONIBLES PARA EL CONTROL DE EMISIONES

En este capítulo se presenta la evaluación técnico-económica de las técnicas disponibles para controlar y minimizar la contaminación generada por las empresas del sector de automoción en su actividad de tratamiento de superficies.

7.1 Minimización del consumo de agua

TÉCNICA	ETAPA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	COSTE		OBSERVACIONES
			INV.	OPER.	
Lavado simple (inmersión)	Lavado	Consumo de agua:alto Calidad de lavado:baja	Bajo	Alto	Difícil recirculación de arrastres.Necesidad de poco espacio
Lavado cascada (inmersión)		Consumo de agua:medio Calidad de lavado:media	Bajo		El agua se reutiliza repetidas veces
Lavado estanco (inmersión)		Consumo de agua:bajo Calidad de lavado:baja	Bajo		-
Lavado estanco+cascada (inmersión)		Consumo de agua:medio Calidad de lavado:media	Bajo		Necesidad elevada de espacio
Lavado simple+aspersión (inmersión)		Consumo de agua:medio-alto Calidad de lavado:alta	Medio		Difícil recirculación de arrastres.Necesidad de poco espacio
Lavado cascada con aspersiones		Consumo de agua:medio Calidad de lavado:alta	Medio		Relativa facilidad de recirculación de arrastres
Lavado aspersión (duchas)		Consumo de agua:alto Calidad de lavado:media	Medio	Alto	Difícil recirculación de arrastres.Necesidad de poco espacio
Lavado aspersión en cascada		Consumo de agua:medio Calidad de lavado:media	Alto		Necesidad de poco espacio

7.2 Alargamiento de la vida de los baños, reciclado de aguas y tratamiento final del vertido

TÉCNICA	ETAPA	CARACTERÍSTICAS	COSTE	
			INV.	OPER.
Microfiltración	Desengrase	Técnica de membranas por diferencia de presión.Vida casi ilimitada del baño. Eliminación de SS, aceites y grasas.	Bajo	
Desaceitador de discos		Consumo E.Electrica.Buena eficacia en la separación de grasas y aceites.Requiere sistemas auxiliares de barrido superficial.	Bajo	
Desaceitador de bandas		Consumo E.Electrica.Buena eficacia en la separación de grasas y aceites en baños con fluctuaciones de nivel.Requiere sistemas auxiliares de barrido superficial.	Bajo	
Centrifuga		Muy eficaz para la eliminación de aceites,no rompe emulsiones.	Alto	Medio
Centrifuga + filtración		Técnica complementaria a la anteriormente descrita.	Alto	Medio
Destilación		Eficacia elevada en la recuperación de disolventes empleados como desengrasantes.	Medio	Bajo
Evapoincineración		Aunque esta técnica no se emplea en España, se han obtenido con ella muy buenos resultados.	Alto	Medio
Gestión externa		Se trata de una solución fin de línea, y puede resultar rentable para la empresa respecto a las anteriores.	Bajo	
Ultrafiltración	Desengrase y catáforesis	Consumo E.Electrica.Membranas cerámicas. Vertido cero en el caso del lavado del desengrasante,pero elimina tensioactivos.Disminución del consumo de pinturas al recuperar los arrastres de enjuagues posteriores.	Medio	
Intercambio iónico	Pasivado crómico Enjuague baño cromo	Proceso químico mediante intercambiadores iónicos como resinas,carbones,etc.Se trata de una alternativa que da muy buenos resultados. Disminución del tratamiento de aguas residuales.	Bajo	Medio
Electro-Electrodialisis	Deposición electrolítica Pasivado crómico	Técnica de membranas por diferencia de potencial eléctrico.Los pasivados crómicos pueden tener vida ilimitada con esta técnica.	Alto	
Ósmosis inversa+evaporación al vacío	Enjuagues baño cobre cianurado	La combinación de estas técnicas da lugar a vertido cero de las aguas de enjuague del cobre cianurado.	Alto	
Depuración	Catáforesis	Procesos de neutralización, floculación y flotación permiten alcanzar los límites establecidos por la legislación.A pesar de ser una solución de fin de línea da buenos resultados.	Medio	Alto

7.3 Sustitución de sustancias tóxicas

Las posibles actuaciones para disminuir el uso de sustancias tóxicas son:

- Sustitución de disolventes halogenados en la etapa de desengrase por otros disolventes o soluciones mixtas de compuestos solubles en agua (alcoholes, aminas) o insolubles (ésteres, éteres) menos perjudiciales. De esta forma se reducen las emisiones de COV's.
- Control operacional: estudio de las concentraciones de los compuestos en el baño para ver cómo repercute la disminución de algunos compuestos tóxicos en la calidad final del producto.
- Minimizar la presencia de disolventes orgánicos en pinturas, para disminuir las emisiones de COV's.
- Sustitución del cromo hexavalente por cromo trivalente, menos perjudicial desde el punto de vista medioambiental.

7.4 Minimización de emisiones atmosféricas

Las emisiones de compuestos clorados se puede minimizar mediante cambios en el diseño de los equipos de desengrase, o bien a través de buenas prácticas medioambientales. Una de las técnicas empleadas en las operaciones de desengrasar con disolventes clorados es la recuperación del disolvente por destilación. El destilador sirve para recuperar el solvente separándolo de las fracciones ricas en aceite. La separación de agua procedente de la condensación de la humedad atmosférica y en piezas, se realiza mediante un sistema complementario de enfriamiento y un vaso florentino que devuelve el solvente casi exento de agua.

De igual manera, pueden reducirse las emisiones de compuestos de cromo mediante cambios en el proceso y equipos de tratamiento de las emisiones como desvesiculadores.

7.5 Control del consumo eléctrico

La industria de tratamiento de superficies en el sector de automoción se caracteriza por un gran consumo de energía eléctrica, principalmente en la etapa de catáforesis.

Una mayor eficiencia energética se consigue manteniendo las variables del baño en niveles adecuados controlando parámetros como la temperatura, densidad de corriente, concentración de los iones metálicos, pH, conductividad del agua, concentración de aditivos, tipo y concentración de los aniones, etc.



8. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Es objeto del presente apartado definir para las etapas más relevantes del proceso, las mejores técnicas disponibles desde la óptica medioambiental.

Existe un gran número de técnicas (dirigidas a la minimización de vertidos, residuos, consumo de agua, etc.) que dan resultados medioambientales satisfactorios desde el punto de vista técnico, aunque muchas de ellas implican grandes inversiones y elevados costes de explotación que repercuten en la actividad económica de las empresas.

ETAPA	Problema M.A	MTD'S
Desengrase	Emisiones de COV's	Sustitución de disolventes halogenados.
	Baños agotados	Alargamiento de la vida de los baños mediante técnicas de microfiltración, ultrafiltración, desaceitadores e intercambio iónico.
Pasivado	Cr (VI)	Sustitución por cromo trivalente en el cromado.
	Alto consumo de E. Eléctrica	Control de las variables del baño.
Cataforesis	Pinturas electroforéticas	Ultrafiltración.
Lavados	Alto consumo de agua	Lavado estanco. Lavado en cascada. Lavado aspersión en cascada.
Proceso	Arrastres	Control de la solución (viscosidad y adición de humectantes). Buena colocación y orientación de las piezas. Velocidad de salida de las piezas y drenaje adecuado.

★ 9. TÉCNICAS EMERGENTES

9.1 Electro-Electrodiálisis

Se recogen a continuación los procesos, técnicas, tecnologías y alternativas que bien por su poca implantación, bien por estar en fase piloto o a escala laboratorio, se deben considerar como técnicas emergentes dentro del sector.

9.2 Electrocogulación/floculación electrolítica

Técnica que permite minimizar los problemas de las pasivaciones crómicas (proceso que se agota con rapidez) y así aumentar la vida de los baños de cromo.

9.3 Oxidación anódica

Técnica que consiste en provocar la precipitación de los metales de las aguas de proceso sin necesidad de emplear agentes químicos, simplemente mediante el paso de corriente.

9.4 Floculación electrostática

Técnica que permite la combustión electrolítica (no térmica) de orgánicos refractarios o tóxicos con una DQO media-elevada (100-50.000). Actualmente se encuentran aplicaciones en la oxidación de cianuros, aunque su expansión aún está por venir con el desarrollo de nuevos ánodos catalíticos.

Técnica que permite la desnaturalización y floculación (mediante descargas eléctricas de alto voltaje) de los componentes de la pintura contenidos en la cortina de agua de las cabinas. En la actualidad, su efectividad varía según la naturaleza de la pintura.

★ 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Problemática medioambiental y carencias tecnológicas

Los principales problemas medioambientales a los que se enfrenta la industria de tratamiento de superficies en el sector de fabricación de automóviles son los altos consumos de agua y electricidad y la generación de altos volúmenes de efluentes y lodos procedentes de la depuración de las aguas residuales del proceso.

El sector de automoción es consciente de estos problemas inherentes a su actividad económica y de las medidas a tener en cuenta para prevenir, controlar o minimizarlos. En este sentido, es el sector más avanzado en las medidas adoptadas para el control de la contaminación en el ámbito global de la industria de tratamiento de superficies.

10.2 Inversiones necesarias

Existe un gran número de técnicas que dan resultados positivos desde el punto de vista medioambiental y que han sido descritas en capítulos anteriores. Sin embargo su valoración económica no justifica su implantación, ya que el coste no puede ser asumido por la empresa.

A continuación se describen las inversiones necesarias para adoptar las MTD's seleccionadas:

PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL	MTD's	COSTE UNITARIO
Altos consumos de agua	Reciclado	3-10 MPts
Aguas y lodos contaminados	Depuración	8-15 MPts
Baños agotados	Recuperación de productos químicos	12-30 MPts
TOTAL:		>15-75 MPts

10.3 Recomendaciones y actuaciones previstas

Se considera imprescindible la coordinación entre todas las autoridades ambientales en lo que a la tramitación, actualización y revisión de permisos se refiere, de tal forma que en lo posible se dependa de una única autoridad que sea la que diseñe un único procedimiento administrativo para tales fines.

También se demanda la existencia de unos procedimientos de control e inspección con una mínima homogeneidad de criterios, que sean de obligado cumplimiento y aplicación en todo el territorio nacional, para evitar los posibles favoritismos entre unas y otras regiones, lo cual perjudicaría seriamente al sector desde el punto de vista competitivo. Para ello se considera que debería existir una legislación específica básica estatal que recogiera dicho criterios.

Respecto a los trabajos a nivel europeo para la determinación de las MTD's, el epígrafe 2.6 pertenece al Grupo de Trabajo Técnico número 5a y, según el último calendario, tiene previsto comenzar su labor en el año 2001.



Colaboran:



Ejecución Técnica:

