

## Sección Única

---

*Este artículo fue publicado en el número 27-2003, páginas 26 a 33.  
Siguiendo la línea de la página Web del INSHT se incluirán los textos íntegros de los artículos  
prescindiendo de imágenes y gráficos no significativos.*

# Exposición dérmica a sustancias químicas. Estudio cuantitativo en talleres de pintura de coches

**Pedro Delgado Cobos** <sup>(1)</sup>

**Isaac Abril Muñoz**

**Nuria Torres Prieto**

**Antonio Terán Rodríguez**

*Centro Nacional de Medios de  
Protección. Sevilla. INSHT.*

*pdelgado@mtas.es*

**Juan Porcel Muñoz**

**Agurtzane Zugasti Makazaga**

*Centro Nacional de Verificación de  
Maquinaria. Vizcaya. INSHT.*

*Los talleres de pintura de coches son potencialmente peligrosos para el trabajador en lo que se refiere al contacto de la piel con sustancias nocivas. Se repasa en este artículo la problemática de las enfermedades profesionales relacionadas su prevención laboral.*

## 1. Introducción

Entre los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo siempre se citan los riesgos por contacto y por absorción a través de la piel. Sin embargo, en la evaluación de los riesgos por agentes químicos se ignora con frecuencia la vía dérmica, lo cual puede ser debido en muchos casos a la escasez de procedimientos normalizados de evaluación directa de la exposición por esta vía. El control biológico permite la evaluación indirecta de la exposición dérmica pero, puesto que mide la dosis absorbida por todas las vías de entrada, es difícil precisar la contribución específica de la vía dérmica y no se puede determinar la exposición de cada una de las zonas corporales.

Por ello, actualmente no se dispone de mucha información sobre la exposición dérmica, tanto cualitativa como cuantitativa, con la posible excepción de la exposición laboral a productos fitosanitarios. La vía dérmica se considera la más importante durante la mayoría de las operaciones de mezcla/carga y aplicación de estos productos, como lo confirman numerosos estudios en los que se ha medido simultáneamente la exposición dérmica y respiratoria. Asimismo se conoce que existe una exposición dérmica significativa en muchos lugares de trabajo, lo que puede dar lugar a enfermedades profesionales.

Cuando un agente químico se puede absorber por vía cutánea, sea por la manipulación directa del mismo o a través del contacto de los vapores con las partes desprotegidas de la piel, y esta aportación puede resultar significativa para la dosis absorbida por el trabajador, el agente en cuestión aparece señalado en la lista de Valores Límite Ambientales (VLA) con la notación "vía dérmica". Esta llamada advierte, por una parte,

de que la medición de la concentración en el aire puede no ser suficiente para cuantificar la exposición global y, por otra, de la necesidad de adoptar medidas para prevenir la absorción cutánea (INSHT, 2002).

En el etiquetado de las sustancias y preparados peligrosos se incluyen frases de riesgo (frases R) que nos advierten de las propiedades toxicológicas relacionadas con la exposición dérmica. Dicha exposición puede producir efectos locales, sistémicos o ambos efectos simultáneos. Los efectos locales originan enfermedades de la piel de origen laboral, que constituyen un alto porcentaje de las enfermedades profesionales, y como consecuencia de la absorción por vía dérmica puede producirse una gran variedad de efectos sistémicos.

La exposición dérmica a sustancias químicas puede originarse a través de mecanismos de inmersión, deposición y contacto con superficies contaminadas (Benford y col, 1999). Las principales fuentes de exposición dérmica son:

- Contacto directo con el agente o con superficies contaminadas
- Contacto con ropa o guantes contaminados
- Condensación de vapores sobre la piel o la ropa
- Deposición de partículas presentes en el aire
- Absorción de gases y vapores
- Inyección a alta presión

El grado de absorción de una sustancia por vía dérmica depende de una serie de factores determinantes relacionados con la piel, con la sustancia y con la exposición (Tabla 1). La propiedad físico-química más importante es la solubilidad en agua y en lípidos, y una mayor volatilidad origina menor tiempo de contacto con la piel. Las condiciones ambientales más importantes son el viento, la temperatura y la humedad relativa.

**Tabla 1**  
**Factores determinantes de la absorción dérmica**

Relacionados con la piel	Relacionados con la sustancia	Relacionados con la exposición
Estado de la piel	Propiedades físico-químicas Vehículo Cantidad o concentración	Área expuesta de la piel
Grosor del estrato córneo		Duración de la exposición
Hidratación de la epidermis		Tamaño de partícula
Irrigación de la dermis		Actividad física
		Condiciones ambientales

Con objeto de evaluar la exposición por vía dérmica pueden realizarse medidas de exposición potencial, exposición real y dosis absorbida (Figura 1). Se entiende por exposición potencial la cantidad de sustancia que entra en contacto con la ropa y la piel del trabajador (es el peor de los casos, es decir, la exposición si estuviera desnudo). La exposición real indica la cantidad de sustancia que entra en contacto con la piel del

trabajador en cada caso particular, teniendo en cuenta las zonas descubiertas de la piel y la penetración a través de las zonas protegidas (ropa y guantes). La dosis absorbida depende del porcentaje de absorción dérmica y se determina mediante el control biológico de la exposición (es una evaluación indirecta de la exposición dérmica).

**Figura 1**  
**Tipos de medida de la exposición dérmica**



La medida directa de la exposición dérmica permite determinar el grado de exposición correspondiente a cada una de las zonas corporales del trabajador, lo cual nos permite seleccionar adecuadamente los medios de protección necesarios y los métodos de trabajo más adecuados.

La metodología utilizada habitualmente para evaluar la exposición dérmica está basada en la guía de la OECD para estudios de plaguicidas (OECD, 1997), adaptándola a cada caso particular. Los métodos de evaluación de las manos más utilizados son el de los guantes absorbentes y el de lavado de manos. Para evaluar el cuerpo se usan frecuentemente el método de los parches absorbentes y el de análisis de la ropa de trabajo. Otros métodos, tales como el de los trazadores fluorescentes y el de la limpieza con disolvente, se utilizan con menos frecuencia.

Se han creado bases de datos genéricos de exposición dérmica potencial a productos fitosanitarios, que se han utilizado para la elaboración de modelos de cálculo que permiten realizar estimaciones de la exposición en determinadas situaciones, de gran utilidad para la evaluación del riesgo en el proceso de autorización de estos productos (Ledesma y col, 1994). Actualmente se está finalizando un modelo predictivo, disponible en Internet, elaborado por un grupo europeo sobre exposición laboral a productos fitosanitarios (EUROPOEM) a partir de un importante número de estudios de exposición. Asimismo se han elaborado modelos de exposición dérmica para otros productos distintos de los fitosanitarios, aunque en la mayoría de los casos no están apoyados en bases de datos de exposición elaboradas con unos criterios de calidad y, por tanto, no son muy fiables.

Uno de los inconvenientes de la evaluación de la exposición dérmica es la escasez de valores de referencia. En el caso de los productos fitosanitarios se establece, a partir de los estudios toxicológicos, un Nivel de Exposición Admisible para el Operario (AOEL), que es la máxima cantidad de sustancia a la que el operario puede estar expuesto sin sufrir efectos nocivos para la salud, expresándose en miligramos de sustancia por kilogramo de peso corporal del operario y por día. Para comparar la exposición

potencial con este nivel es necesario normalmente, además de tener en cuenta la penetración de la ropa y guantes, conocer el porcentaje de absorción dérmica.

Varias Directivas Comunitarias, transpuestas a la legislación española, requieren evaluar la exposición dérmica. La Directiva sobre comercialización de productos fitosanitarios, transpuesta mediante el RD 2163/1994, recoge la necesidad de evaluar la exposición de los operarios como requisito para la autorización de estos productos e indica que puede realizarse mediante un modelo de cálculo adecuado y certificado, o bien utilizando datos reales de la exposición externa o de la dosis interna (estudios de campo), no permitiéndose la autorización cuando el grado de exposición del operario sea superior al AOEL. La normativa sobre sustancias nuevas (RD 363/1995), agentes químicos (RD 374/2001) y productos biocidas (RD 1054/2002), requiere asimismo evaluar la exposición por vía dérmica.

Existe un interés creciente, tanto en el ámbito europeo como nacional, con respecto a la evaluación y prevención del riesgo por exposición dérmica laboral a sustancias químicas. En 1994 se celebró en Bruselas una reunión promovida por la Comisión Europea, a la que asistieron representantes del INSHT, que dio origen a un proyecto subvencionado por la Comisión, que comenzó en 1996 y tuvo una duración de 3 años, sobre una Red de Exposición Dérmica (Benford y col, 1999). Los principales objetivos fueron:

- Establecer una red que permitiera poner en contacto a expertos europeos de la administración, enseñanza, industria y organismos de investigación, tanto públicos como privados, que trabajaran en áreas relacionadas con la exposición dérmica de trabajadores a sustancias químicas.
- Promover el desarrollo de proyectos europeos de colaboración en áreas relacionadas con la exposición dérmica.
- Facilitar la transferencia de conocimientos a los países menos avanzados en este campo.
- Proporcionar información y procedimientos que permitieran a la Comisión desarrollar una estrategia armonizada para la evaluación del riesgo por exposición dérmica en los lugares de trabajo.

En dicha Red participaron 76 expertos pertenecientes a 34 instituciones europeas y norteamericanas, entre ellas el INSHT. Dicha Red se organizó en cinco subgrupos sobre los aspectos más importantes en relación con la exposición dérmica: evaluación de riesgos, medida de la contaminación de la piel y de superficies, control biológico, penetración percutánea y contribución de las diferentes fuentes de exposición. Como parte del objetivo de facilitar la transferencia de conocimientos, se celebraron en 1999 unas sesiones técnicas en el CNMP de Sevilla, a las que asistieron representantes de los Centros Nacionales del INSHT y de algunas Comunidades Autónomas.

De uno de estos subgrupos, el de evaluación de riesgos, surgió un nuevo proyecto internacional sobre "Evaluación del riesgo por exposición dérmica laboral a sustancias químicas" (RISKOFDERM), subvencionado por la Comisión Europea dentro del 5º Programa Marco 1998-2002, con la participación de 15 organizaciones de 10 países europeos, entre ellas el INSHT. Dicho estudio comenzó en Febrero de 2000 y tiene una duración prevista de 4 años.

Los dos objetivos principales de este estudio consisten en el desarrollo de un modelo genérico validado para evaluar la exposición dérmica y de una guía sencilla para la evaluación y gestión del riesgo por exposición dérmica en PYMEs.

Para la consecución de estos objetivos, el proyecto está dividido en cuatro partes interrelacionadas:

- Parte 1: Estudio de la exposición dérmica y sus determinantes desde el punto de vista cualitativo, para diversas tareas afectadas por exposición dérmica en actividades profesionales e industriales.
- Parte 2: Estudio cuantitativo de la exposición dérmica en diversas tareas seleccionadas a partir del estudio cualitativo.
- Parte 3: Desarrollo de un modelo predictivo sobre la exposición dérmica teniendo en cuenta los modelos ya existentes y la información obtenida de las partes anteriores del proyecto, y su validación para un líquido y un polvo.
- Parte 4: Desarrollo de una guía sencilla para la evaluación y gestión del riesgo en los puestos de trabajo, basada en el conocimiento de la toxicidad de las sustancias químicas y en los resultados experimentales y teóricos de las partes anteriores del proyecto, que estará disponible en CD-ROM e Internet. Validación y comprobación de su aplicación en los lugares de trabajo.

En este estudio, coordinado a escala nacional por el CNMP de Sevilla, el INSHT participa en las partes 1, 2 y 4, con la colaboración de 7 Comunidades Autónomas (Andalucía, Cataluña, Galicia, Madrid, Murcia, Navarra y La Rioja). El CNNT de Madrid es el responsable de la parte 1 del proyecto y el CNCT de Barcelona de la parte 4.

A continuación se describe el trabajo realizado dentro de la parte 2 del proyecto (estudio cuantitativo) de la que son responsables el CNMP de Sevilla y el CNVM de Vizcaya. El trabajo de campo, ha sido realizado por el CNMP y las Comunidades Autónomas de Andalucía, Galicia, Murcia, Navarra y La Rioja. El análisis de las muestras se ha llevado a cabo en los laboratorios de los dos Centros nacionales del INSHT.

El objetivo de esta parte del proyecto era obtener una serie de datos cuantitativos de exposición dérmica para varias tareas importantes en sectores específicos de la industria, a partir del desarrollo y perfeccionamiento de una metodología específica.

En un estudio realizado por el INSHT en talleres de reparación de vehículos (INSHT, 1991) se concluyó que los riesgos por exposición dérmica durante el proceso de pintado de coches eran significativos. Con objeto de profundizar en el tema, y teniendo en cuenta las tareas seleccionadas en la parte 1 del proyecto (estudio cualitativo) como posible objeto de estudio, se eligieron para el estudio cuantitativo las tareas de llenado del cartucho de la pistola, pulverización de pintura y limpieza de la pistola.

## **2. Material y métodos**

Tras el análisis de varios tipos de pintura se concluyó que las más adecuadas desde el punto de vista analítico eran las pinturas al agua que, por otra parte, se están utilizando cada vez con más frecuencia. Estudios realizados en el pasado en talleres de reparación de coches demostraron que las pinturas tenían un alto contenido en metales, utilizados

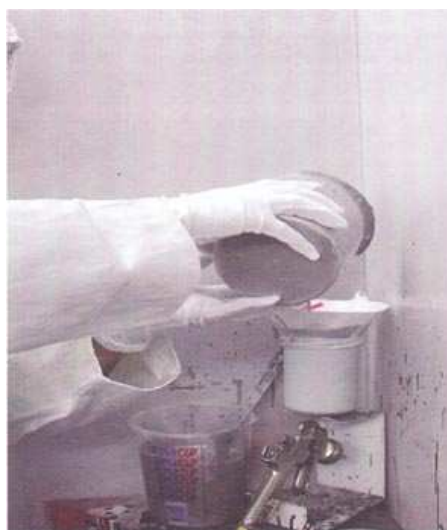
como pigmentos (Jayjock y col, 1984; INSHT, 1991). En las pinturas al agua muchos de ellos han sido eliminados por su carácter tóxico y se han sustituido los compuestos orgánicos volátiles por agua. Sin embargo, algunos componentes como el 2-butoxietanol se absorben fácilmente a través de la piel. Se comprobó la presencia de aluminio en un gran número de pinturas metalizadas, por lo que se eligió este metal como trazador para evaluar la exposición dérmica potencial a las pinturas al agua.

Se realizaron 30 evaluaciones por cada tarea, en un total de 18 talleres de pintura de coches. En las tareas de llenado del cartucho de la pistola y pulverización de la pintura se muestrearon 24 trabajadores, repitiendo el muestreo un segundo día para 6 trabajadores. Durante la limpieza de la pistola, la toma de muestras se realizó con 25 trabajadores, repitiéndola con 5 de ellos.

Para el estudio de la tarea de llenado se visitaron 18 talleres de pintura de coches, 4 de ellos pertenecían a grandes empresas y el resto a PYMEs. En la mayoría de los casos (40%) se realizaba en el interior de la cabina, vertiendo la pintura desde el recipiente de preparación al cartucho, colocando un papel de filtro sobre éste (Figura 2). Normalmente era necesario llevar a cabo varios llenados durante el proceso de pintado, variando éstos entre 1 y 5, siendo 4 el número más frecuente (33% de los casos). El tiempo medio de duración de esta tarea fue de 2,56 minutos. La cantidad de pintura manipulada también variaba de unos casos a otros, siendo la más frecuente entre 1,52 Kg, en el 47% de los casos.

Para evaluar la exposición durante la tarea de pulverización se visitaron 17 talleres, de los cuales 4 pertenecían a grandes empresas y 13 a PYMEs. La pulverización tenía lugar en el interior de una cabina dotada de un sistema de extracción localizada con flujo de aire descendente (Figura 3). La velocidad del aire oscilaba entre 0,3-0,4 m/s en el 50% de los casos, mientras que la presión de pulverización en el 43% de los casos variaba entre 2-4 N/m<sup>2</sup>. Fue necesario realizar entre 2 y 5 pulverizaciones para completar el proceso de pintado, siendo 3 el número más frecuente en un 37% de los casos. El tiempo medio de duración era de 16 minutos. La cantidad de producto manipulada oscilaba entre 1-1,5 Kg en el 33% de los casos estudiados.

**Figura 2**  
**Llenado del cartucho de la pistola**



**Figura 3**  
**Pulverización de pintura**



Para el estudio de la tarea de limpieza, se visitaron 18 talleres, de los cuales 4 pertenecían a grandes empresas y el resto a PYMEs. Se realizaba fuera de la cabina y mediante procedimientos diferentes dependiendo del taller. Normalmente la pistola se limpiaba con agua y posteriormente aquellas partes que habían quedado sucias se limpiaban con un trapo, esponja o trozo de papel, usando agua o una solución limpiadora (Figura 4). Esta tarea se realizaba en un tiempo medio de 3,69 minutos.

Los trabajadores usaban normalmente un mono de trabajo, generalmente de algodón, para realizar estas tareas. Durante el llenado y la pulverización rara vez utilizaban guantes y cuando lo hacían solían ser de látex o nitrilo, aunque durante la limpieza sí era más generalizado el uso de estos tipos de guantes.

**Figura 4**  
**Limpieza de la pistola**

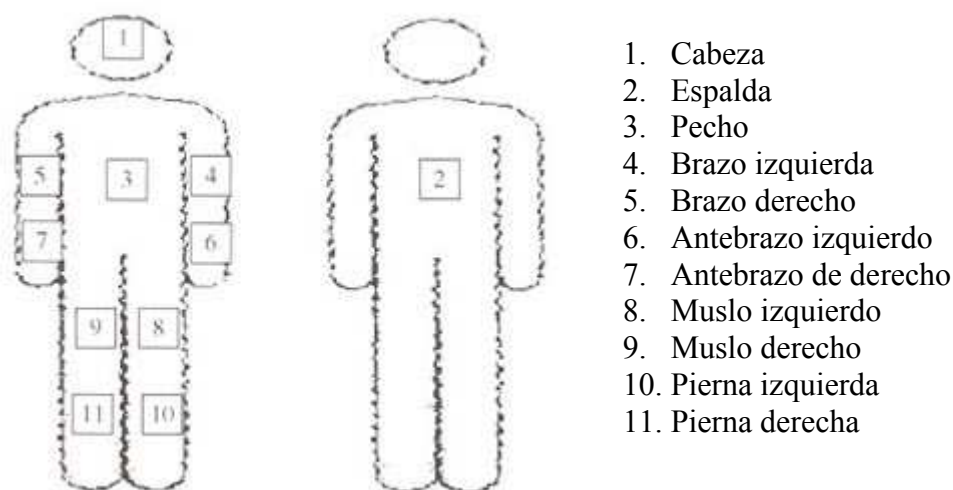


Para evaluar la exposición dérmica de las manos se seleccionó el método de los guantes absorbentes, de acuerdo con el procedimiento descrito en la guía de la OECD (OECD, 1997). Se utilizaron guantes de algodón 100% de DELTA PLUS.

La exposición dérmica potencial del cuerpo se midió utilizando el método de los parches absorbentes, adaptado a nuestro caso particular. En estudios anteriores se ha validado el método de los parches, por comparación con el método de análisis de la ropa de trabajo, para pulverizaciones con plaguicidas similares a las realizadas durante la pintura de coches (Tannahill y cols, 1996; Delgado y cols, 2000). Se colocaron a los trabajadores monos con capucha de algodón 100% de QUIVIRA S.L. Una vez en el laboratorio, se cortaron parches de 10x10 cm<sup>2</sup> como se indica en la Figura 5.

Para evaluar la exposición de las manos se utilizó un par de guantes para cada una de las tareas a realizar. Para completar el proceso de pintado, fue necesario llenar el cartucho de la pistola varias veces durante la pulverización del coche, utilizando el mismo par de guantes para todos los llenados. De forma similar, otro par de guantes se utilizó para todas las pulverizaciones.

**Figura 5**  
**Localización y numeración de los parches**



En el caso de la evaluación de la exposición corporal, se utilizó un mono para la pulverización y otro para la limpieza de la pistola. En una evaluación previa con dos trabajadores, se comprobó que no existía exposición dérmica corporal en la tarea de llenado, por este motivo no se midió dicha exposición en el estudio cuantitativo. Asimismo se comprobó que durante la tarea de limpieza de la pistola, los parches de la cabeza y la espalda no están expuestos a posibles salpicaduras, por lo que no se analizaron dichos parches.

En cada una de las visitas se tomaron varias muestras de la pintura utilizada, con objeto de determinar posteriormente el porcentaje de aluminio presente en esta, y así poder transformar los datos de exposición al aluminio en datos de exposición a la pintura.

Las muestras tomadas en cada una de las visitas (pinturas, parches y guantes) fueron digeridas por calentamiento, inicialmente con ácido nítrico y posteriormente con ácido perclórico. Las soluciones resultantes, se analizaron por espectroscopía de absorción atómica con la técnica de la llama de oxido nitroso-acetileno. En la validación del método analítico se realizaron ensayos de recuperación y estabilidad, adicionando distintas cantidades de pintura a blancos de parches y guantes.



La descripción de las distintas tareas se ha recogido en unos cuestionarios (uno para cada tarea), tras adaptar al estudio cuantitativo los que se habían elaborado para el estudio cualitativo del proyecto (RISKOFDERM, 2001, 2002). Los datos más relevantes eran:

- Sector industrial
- Número de empleados
- Temperatura
- Humedad relativa
- Frecuencia de limpieza
- Duración
- Ventilación
- Velocidad del aire
- Presión de pulverización
- Diámetro de boquilla
- Cantidad de producto manipulado

### **3. Resultados y discusión**

Se ha evaluado la exposición dérmica potencial durante las tareas de llenado del cartucho de la pistola, pulverización de la pintura y limpieza de la pistola, realizando un total de 30 evaluaciones por cada tarea.

Los niveles de exposición han sido calculados a partir del análisis de los diferentes materiales de muestreo empleados, extrapolando los resultados para cada muestra a las áreas corporales publicadas por la US EPA (US EPA, 1997), también recogidas en la guía de la OECD (OECD, 1997). En los cálculos se ha tenido en cuenta el tiempo de muestreo, la concentración de aluminio para cada pintura, y la recuperación del aluminio de los materiales de muestreo.

Los resultados de exposición dérmica potencial a pintura, obtenidos para cada una de las tareas, aparecen recogidos en las Tablas 2, 3 y 4. En estas tablas se muestran, tanto para la exposición corporal como para las manos, los valores característicos de cada conjunto de datos, expresados en las siguientes unidades: mg,  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , mg/h,  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{h}$ .

La exposición potencial del trabajador durante la tarea de llenado del cartucho de la pistola tuvo lugar únicamente en las manos, ya que para el resto del cuerpo se asumió que no existía exposición dérmica, basándonos en una evaluación previa con dos trabajadores. Como puede apreciarse en la Tabla 2, la exposición de las manos en la tarea de llenado presenta una elevada dispersión de los resultados, mayor que para el resto de tareas, oscilando entre una exposición nula y 28965 mg/h.

**Tabla 2**  
**Exposición dérmica potencial a pintura durante el llenado del cartucho de la pistola**

	Exposición de las manos			
	mg	µg/cm <sup>2</sup>	mg/h	µg/cm <sup>2</sup> /h
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00
Percentil 25	16,5	20,2	521	635
Mediana	45,7	55,8	926	1130
Percentil 75	96,4	118	3017	3679
Máximo	778	949	28965	35323

**Tabla 3**  
**Exposición dérmica potencial durante la pulverización de pintura**

	Exposición del cuerpo				Exposición de las manos			
	mg	µg/cm <sup>2</sup>	mg/h	µg/cm <sup>2</sup> /h	mg	µg/cm <sup>2</sup>	mg/h	µg/cm <sup>2</sup> /h
Mínimo	51,1	2,73	185	9,86	2,54	3,09	19,6	23,9
Percentil 25	132	7,03	487	26,0	19,3	23,5	66,4	81,0
Mediana	224	11,9	1026	54,8	40,5	49,4	159	193
Percentil 75	455	24,3	1589	84,9	65,5	79,9	290	353
Máximo	1133	60,5	4879	261	211	257	662	807

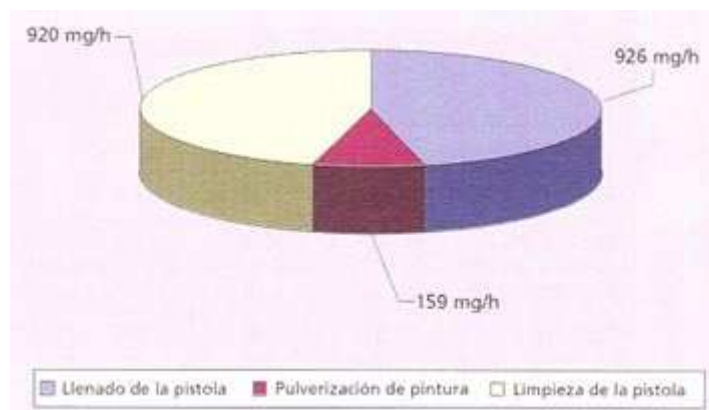
**Tabla 4**  
**Exposición dérmica potencial a pintura durante la limpieza de la pistola**

	Exposición del cuerpo				Exposición de las manos			
	mg	µg/cm <sup>2</sup>	mg/h	µg/cm <sup>2</sup> /h	mg	µg/cm <sup>2</sup>	mg/h	µg/cm <sup>2</sup> /h
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Percentil 25	6,02	0,32	139	7,44	10,7	13,1	309	377
Mediana	37,1	1,98	494	26,4	49,2	60,0	920	1122
Percentil 75	49,1	2,62	1258	67,2	132	173	2278	2778
Máximo	163	8,69	2892	154	867	1057	10508	12815

En la Figura 6 se presenta una comparación de la exposición de las manos en las tres tareas estudiadas, pudiéndose observar que los valores esperados de la exposición de las manos son similares en las tareas de llenado del cartucho y de limpieza de la pistola.

Los niveles de exposición potencial durante la pulverización de la pintura se muestran en la Tabla 3. En esta tarea, la exposición corporal varía entre 185 y 4879 mg/h siendo 1026 mg/h el valor esperado para el conjunto de los datos, mientras que la exposición de las manos varía entre 19,6 y 662 mg/h con un valor esperado de 159 mg/h.

**Figura 6**  
**Comparación de los niveles de exposición de las manos en las tres tareas estudiadas (mg/h)**



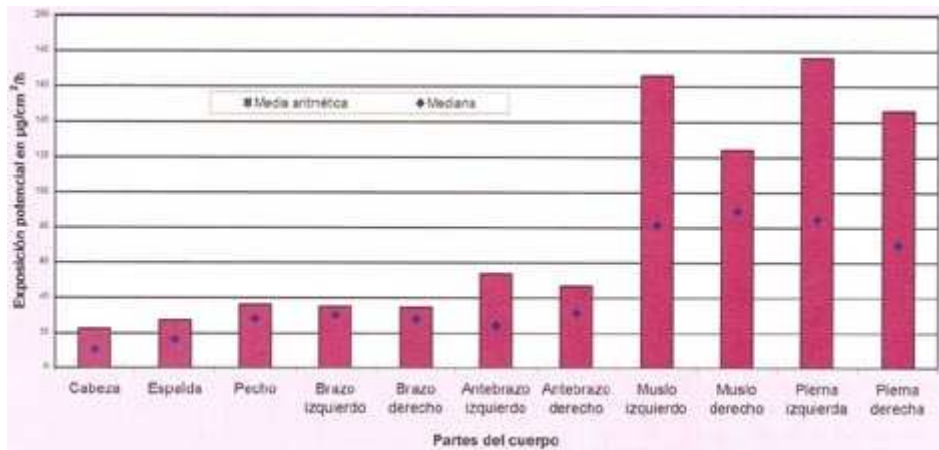
La Figura 7 muestra que los niveles de exposición son mayores en la parte baja del cuerpo, debido principalmente a que en las cabinas de pintura de coches, la extracción localizada impulsa el aire en sentido descendente.

La exposición potencial de los trabajadores durante la limpieza de la pistola se recoge en la Tabla 4. Durante esta tarea, los niveles de exposición son mayores en las manos que en el resto del cuerpo con un valor esperado de 920 y 494 mg/h, respectivamente. La exposición corporal en esta tarea es originada por salpicaduras de pintura, siendo éstas más frecuentes en la parte baja del cuerpo (Figura 8), debido principalmente a la proximidad y orientación de la pistola con respecto del cuerpo.

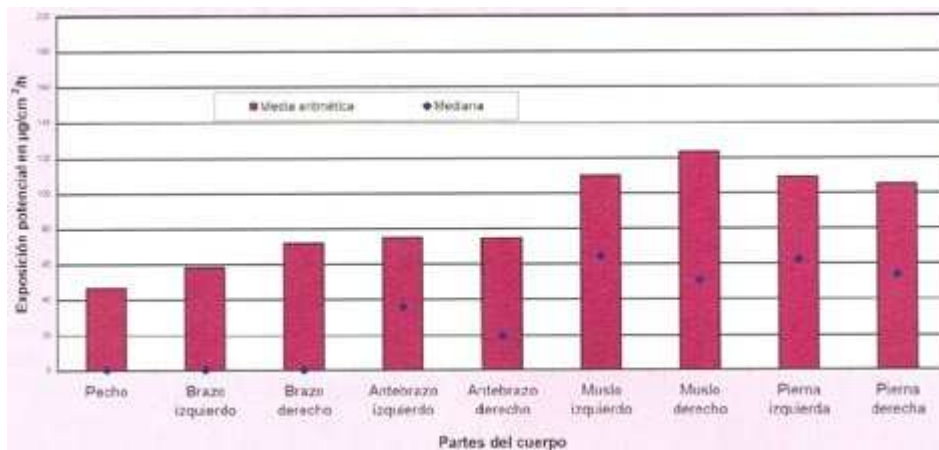
Comparando los niveles de exposición corporal durante las tareas de pulverización de pintura y limpieza de la pistola, se observa que el valor esperado es mayor en el caso de la pulverización (Figura 9).

Los datos de exposición correspondientes al INSHT, junto con los del resto de participantes en esta parte del proyecto, se agruparon en una sola hoja de cálculo, para introducirlos posteriormente en una base de datos, en la que también se incluyeron los resultados correspondientes a los cuestionarios en los que se describen las diferentes tareas estudiadas (RISKOFDERM, 2003). La información obtenida en este estudio cuantitativo (parte 2 del proyecto) se está utilizando en la elaboración de un modelo predictivo sobre la exposición dérmica (parte 3) y en la validación de la guía para la evaluación y gestión del riesgo en los puestos de trabajo (parte 4).

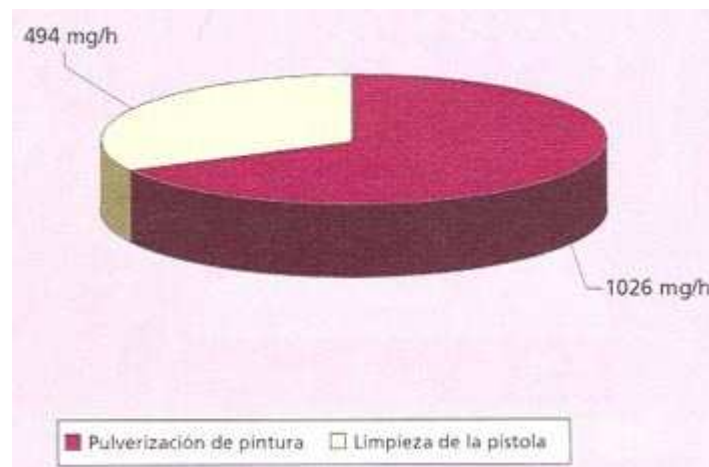
**Figura 7**  
**Exposición de las partes del cuerpo durante la pulverización en mg/cm<sup>2</sup>/h**



**Figura 8**  
**Exposición de las partes del cuerpo durante la limpieza de la pistola en mg/cm<sup>2</sup>/h**



**Figura 9**  
**Comparación de los niveles de exposición corporales durante la pulverización y la limpieza de la pistola (mg/h)**



## Agradecimiento

Los autores desean agradecer la participación en este estudio de los talleres de pintura y sus empleados. Asimismo agradecen a Juan Viguera, Rosario Jiménez, Francisco Lissén y Arancha Arévalo su participación en el análisis de las muestras, y a la Comisión Europea la subvención de este trabajo, dentro del proyecto RISKOFDERM, número de contrato QLK4-CT 1999-01107.

## Bibliografía

- BENFORD, D.J. y FIRTH, J.: Dermal Exposure Network. Final Report. University of Surrey, 1999.
- DELGADO, P.; NOCETE, F.J.; ARECHABALA, M.; CASTRO, S. y GLASS, CR.: Comparison of potential dermal exposure during olive tree treatment with dimethoate using patch and whole body methods. 1er Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales, Tenerife, 23-25 Febrero, 2000.
- INSHT. Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España. 2003. INSHT, Madrid, 2002.
- INSHT. Riesgos profesionales en talleres de reparación de vehículo. INSHT, Madrid, 1991.
- JAYJOCK, M.A. y LEVIN, L.: Health hazards in small automotive body repair shop. *Annals of Occupational Hygiene*. 1984; 28(1): 19-29.
- LEDESMA, J.J. y DELGADO, P: Predicción de la exposición a productos fitosanitarios. *Salud y trabajo*. 1994; 103: 12-19.
- OECD. Guidance document for the conduct of studies of occupational exposure to pesticides during agricultural application. OECD Series on Testing and Assessment, N°.9, OECD/GD (97)/148, Paris, 1997.
- RISKOFDERM. First Year Report, 2001 (J.J. van Hemmen, TNO, P.O. Box 360, Zeist, The Netherlands).
- RISKOFDERM. Second Year Report, 2002 (J.J. van Hemmen, TNO, P.O. Box 360, Zeist, The Netherlands).
- RISKOFDERM. Third Year Report, 2003 (J.J. van Hemmen, TNO, P.O. Box 360, Zeist, The Netherlands).
- TTANNAHILL, S.N.; ROBERTSON, A.; CHERRIE, B.; DONNAN, P; MACCONNELL WLA y MACCLEOD, G.J.: A comparison of two different methods for assessment of dermal exposure to non-agricultural pesticides in three sectors. IOM report TM 96/107, Institute of Occupational Medicine, Roxburgh Place, Edinburgh, 1996.
- US EPA. Exposure Factors Handbook, Vol. I - General Factors, EPA/600/P-95/002Fa. Office of Research and Development, National Centre for Environmental Assessment, Washington D.C., 1997.

---

<sup>(1)</sup> Además de los autores, han colaborado en el estudio los siguientes técnicos pertenecientes a Centros de Seguridad e Higiene en el Trabajo: José Manuel Callejo Enciso y José Joaquín Moreno Hurtado - Cádiz (Junta de Andalucía); Celia Prado Burguete y J. Francisco Periago Jiménez - Murcia (Región de Murcia); Francisco Javier Razquin Lizarraga - Navarra (Gobierno de Navarra); Teresa Rodríguez Fariña y Evaristo Rodríguez González - Pontevedra (Junta de Galicia); Jesús Miguel Lara

Mendoza - La Rioja (Gobierno de La Rioja) y Carlos Jiménez Brito- Sevilla (Junta de Andalucía)