

# EXPOSICIÓN LABORAL A ESTIRENO EN LA FABRICACIÓN DE PLÁSTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO

Daniel Marcuello Benedicto / José María Castellón Uribe  
Gabinete Técnico Provincial - Zaragoza - I.N.S.H.T.(\*)

Juan Francisco Periago Jiménez  
Gabinete Técnico Provincial - Murcia - I.N.S.H.T.(\*)

## INTRODUCCIÓN

La exposición laboral a estireno se ha asociado con afecciones del sistema nervioso central y periférico, irritación de la piel, ojos, nariz y tacto respiratorio<sup>1-3</sup>. Aunque los estudios epidemiológicos realizados hasta el momento no han permitido evidenciar su posible carcinogenicidad, el incremento en la frecuencia de daños cromosómicos detectados en estudios experimentales sugieren la posibilidad de un riesgo potencial, lo que ha despertado en los últimos años un interés preferente en la evaluación de las exposiciones laborales a este compuesto.

El estireno (vinil benceno monómero) es un líquido aceitoso e incoloro de olor aromático con punto de ebullición de 145°C. Es insoluble en agua, soluble en alcohol, éter o acetona y se polimeriza fácilmente con el calor, la luz o los catalizadores. Industrialmente, este compuesto químico es muy utilizado en la producción de polímeros, copolímeros y plásticos reforzados. La exposición laboral más importante en nuestro país se produce en la fabricación de piezas de poliéster reforzados con fibra de vidrio, tales como depósitos, paramentos y productos ornamentales, o en la fabricación de embarcaciones deportivas pesqueras y de uso militar.

Este trabajo es un resumen de los resultados obtenidos hasta la fecha, en un estudio promovido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en España, sobre la situación que se presenta en nuestro país en relación con la exposición laboral al estireno en las industrias de plásticos reforzados con fibra de vidrio.

Los objetivos generales de la primera fase del proyecto fueron:

- Conocer las empresas que desarrollan estos procesos.
- Conocer el número de trabajadores expuestos a estireno.
- Conocer los niveles de exposición ambiental personal de estos trabajadores.
- Conocer el nivel tecnológico de los procesos utilizados.

## MATERIAL Y MÉTODO

El citado proyecto se inició en el año 1991, y en este informe se resumen los datos obtenidos relativos a la exposición a estireno de los trabajadores de 98 empresas distribuidas geográficamente según la *Figura 1*. El número total de trabajadores expuestos a estireno en el conjunto de empresas estudiadas fue de seiscientos sesenta y nueve.

Para la recogida de información se preparó un protocolo que permitiera registrar datos relativos a:

- Actividades desarrolladas y tipos de productos fabricados.
- Procedimientos de trabajo y tareas desarrolladas.

- Nivel de implantación y adecuación de medidas de prevención (ventilación, protección personal, etc.).
- Número de trabajadores que desarrollan cada tarea o un grupo de tareas.
- Tiempo de duración de cada tarea.

La valoración de la exposición se efectuó mediante monitores pasivos 3M-3500 basados en la difusión molecular a través de una membrana y captación en carbón activo laminado. El procedimiento establecido fue que estos monitores se colocaran a cada trabajador muestreado, durante un período de 3-4 horas y que comprendiera un ciclo representativo del trabajo desarrollado durante la jornada laboral. Cuando más de un trabajador reali-

(\*) En la fecha de aparición de este número de "Salud y Trabajo" los G.T.P. ya han sido transferidos a sus respectivas Comunidades Autónomas



Figura 1. Distribución geográfica de las provincias en las que se realizó el estudio

zaban tareas idénticas simultáneamente, la valoración de uno de ellos se consideró representativa de los demás.

La recogida de datos y la toma de muestras fue efectuada por los Técnicos de los Gabinetes Provinciales del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de los Centros de Seguridad e Higiene de la Xunta de Galicia existentes en las provincias donde se localizaban las industrias. Los muestreadores fueron analizados en los laboratorios del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de la Xunta de Galicia siguiendo la misma metodología<sup>4</sup>. El trabajo de campo se efectuó en el período comprendido entre Diciembre de 1991 y Agosto de 1993.

## RESULTADOS

En las empresas estudiadas se realizaban las siguientes actividades:

- Fabricación y reparación de muñecos y otros elementos para carruseles de feria.
- Construcción y reparación de lanchas, barcas, piraguas, etc..
- Fabricación y reparación de sanitarios (piscinas, bañeras).
- Construcción de depósitos y recipientes en general.
- Fabricación de tuberías para saneamiento, abastecimientos de aguas, residuos industriales, industria química, etc.
- Fabricación y reparación de elementos de carrocería para coches, autobuses, trenes, etc..
- Industrias carroceras (autocaravanas, autobuses, motor, etc.).
- Fabricación y reparación de carcasas para pequeña maquinaria agrícola.
- Fabricación de carcasas para pantallas luminosas y techos traslúcidos.

- Armarios de distribución de electricidad y accesorios de industria eléctrica (interruptores, aislantes, etc.).
- Postes para alumbrado, conducción de energía eléctrica o de telefonía.
- Fabricación de recipientes para baterías de automoción en tamaños especiales.
- Fabricación de mobiliario de jardinería y similares.
- Otros fabricados.

En la Tabla 1 se exponen los seis categorías en que se han agrupado las actividades citadas anteriormente. Los datos relativos a las empresas visitadas, muestras recogidas, tiempos de muestreo y niveles de exposición, se detallan en la Tabla 2, para cada grupo de actividad. El pequeño tamaño de la mayoría de las empresas estudiadas hace que no exista una excesiva compartimentación o diferenciación de las tareas a realizar por cada trabajador. En estas empresas con cierta frecuencia cualquier trabajador puede llegar a realizar la totalidad de los procedimientos o tareas. No obstante, en el estudio de este sector se han podido diferenciar los tipos de trabajo detallados en la Tabla 3.

TABLA 1

### Tipos de actividades complementarias en el estudio

Grupo I	Fabricación y reparación de barcos, lanchas, piraguas, etc.
Grupo II	Fabricación de depósitos y recipientes en general
Grupo III	Fabricación de elementos de carrocería para automóviles, autobuses, etc.
Grupo IV	Fabricación de carrocerías (autocaravanas, autobuses, maquinaria, etc.)
Grupo V	Fabricación de más de uno de los tipos de productos contemplados en los grupos anteriores
Grupo VI	Empresas dedicadas a otros tipos de fabricados no relacionados anteriormente

TABLA 2

### Niveles de exposición a estireno según actividades

Grupo de Actividad	Número de Empresas	Número de Muestras	Niveles de Estireno (mg/m <sup>3</sup> )			
			Intervalo	MG	GSD	Mediana
I	15	111	10-981	161	2.51	164
II	24	80	15-681	131	2.40	142
III	15	74	31-681	182	1.91	179
IV	12	54	11-734	118	2.35	163
V	16	56	12-706	106	2.81	112
VI	16	54	20-1340	125	2.88	122

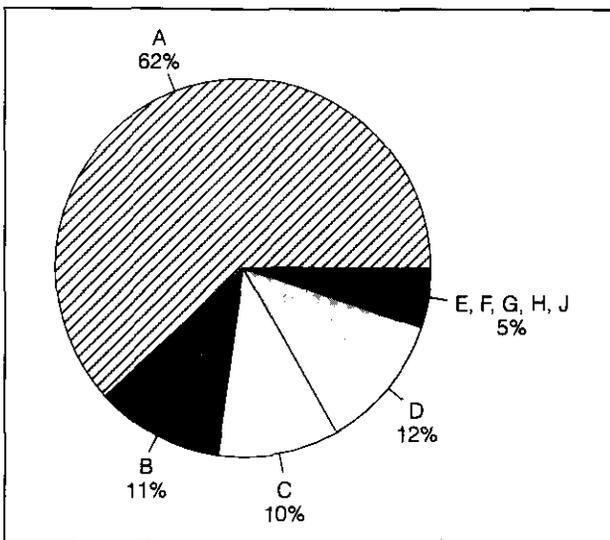
MG = Media geométrica

GSD = Desviación estándar geométrica

**TABLA 3**  
**Tipos de tareas realizadas**

<b>Tipo A</b>	Comprende fundamentalmente la tarea de laminado manual, así como la preparación de resina y otras tareas auxiliares
<b>Tipo B</b>	Comprende fundamentalmente diversas tareas de preparación de resinas, rebarbados, limpieza de útiles, aplicación de gel-coats de recubrimientos, etc.
<b>Tipo C</b>	Comprende diversas tareas de desmoldeo, pulido, preparación de los refuerzos de vidrio y en general todas las que no comportan por sí mismas exposición a estireno
<b>Tipo D</b>	Comprende fundamentalmente la tarea de laminación por proyección (spray) y otras tareas auxiliares
<b>Tipo E</b>	Comprende fundamentalmente tareas de moldeo por inyección y otras tareas auxiliares
<b>Tipo F</b>	Comprende fundamentalmente tareas de moldeo por enrollamiento y otras tareas auxiliares
<b>Tipo G</b>	Comprende fundamentalmente tareas de moldeo por comprensión y otras tareas auxiliares
<b>Tipo H</b>	Comprende fundamentalmente tareas de impregnación por inmersión y otras tareas auxiliares
<b>Tipo J</b>	Comprende fundamentalmente tareas de moldeo por impregnación en continuo

En la *Figura 2* se detalla la distribución de la población según las tareas mencionadas. La tarea tipo A, que incluye el laminado manual, preparación de la resina y otras tareas auxiliares, es realizada por más de la mitad de los trabajadores estudiados (62%). Esta tendencia ya fue detectada en un análisis preliminar realizado con los datos correspondientes a la actividad del grupo I (fabricación de embarcaciones), donde el 73% de la pobla-



**Figura 2.** Distribución de la población según la tarea realizada

ción expuesta realizaba la tarea de laminación manual y sus auxiliares de preparación de resinas y tareas auxiliares<sup>5</sup>.

Las tareas tipo B, C y D, son realizadas por un número mucho menor de trabajadores, con porcentajes del 11%, 10% y 12% respectivamente. El resto de las tareas tienen una ocupación muy escasa.

En la *Tabla 4* se detallan los niveles de estireno detectados para cada tipo de tarea y grupo de actividad, de los resultados obtenidos se puede deducir que las tareas tipo A, B, C y D están presentes en todos los gru-

**TABLA 4**  
**Niveles de exposición a estireno según el tipo de tarea y actividad**

(1)		I	II	III	IV	V	VI	Total
<b>A</b>	<b>MG</b>	212	182	182	183	128	193	176
	<b>GSD</b>	2.15	2.18	2.04	1.96	2.12	2.70	2.14
	<b>Mediana</b>	214	150	189	187	142	153	181
	<b>Nº</b>	122	86	82	39	45	40	414
<b>B</b>	<b>MG</b>	99	95	140	52	121	119	93
	<b>GSD</b>	1.88	2.18	1.68	2.08	2.37	4.70	2.42
	<b>Mediana</b>	90	142	154	63	136	48	90
	<b>Nº</b>	14	20	9	17	9	5	55
<b>C</b>	<b>MG</b>	86	69	81	60	36	32	58
	<b>GSD</b>	2.55	2.41	1.56	1.79	2.06	1.90	2.23
	<b>Mediana</b>	66	64	97	73	35	24	64
	<b>Nº</b>	15	12	15	17	6	4	69
<b>D</b>	<b>MG</b>	100	282	375	143	367	197	253
	<b>GSD</b>	-	2.46	1.74	1.97	1.68	1.85	2.09
	<b>Mediana</b>	-	389	396	182	421	265	265
	<b>Nº</b>	2	6	16	43	7	5	79
<b>E</b>	<b>MG</b>	24	34	148				49
	<b>GSD</b>	-	-	-				2.43
	<b>Mediana</b>	-	-	-				41
	<b>Nº</b>	2	4	2				8
<b>F</b>	<b>MG</b>		306					306
	<b>GSD</b>		2.14					2.14
	<b>Mediana</b>		424					424
	<b>Nº</b>		6					6
<b>G</b>	<b>MG</b>	100				14		27
	<b>GSD</b>	-				1.14		2.81
	<b>Mediana</b>	-				15		16
	<b>Nº</b>	5				4		9
<b>H</b>	<b>MG</b>						34	34
	<b>GSD</b>						-	-
	<b>Mediana</b>						-	-
	<b>Nº</b>						4	4
<b>J</b>	<b>MG</b>						101	101
	<b>GSD</b>						1.21	1.21
	<b>Mediana</b>						97	97
	<b>Nº</b>						6	6

(1) = Tipo de tarea  
 MG = Media geométrica (mg/m<sup>3</sup>)  
 GSD = Desviación estándar geométrica  
 Nº = Número de trabajadores expuestos

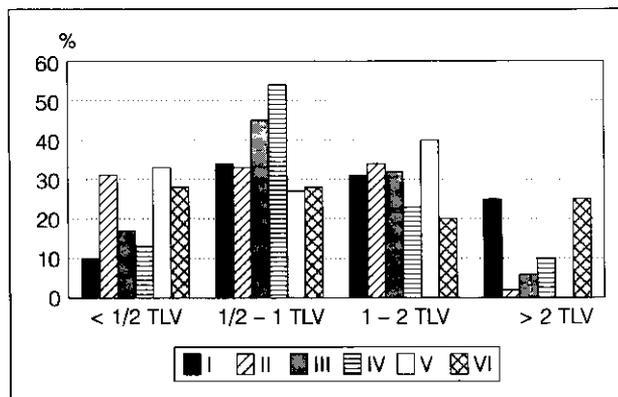


Figura 3. Distribución de la población que realiza la tarea tipo A

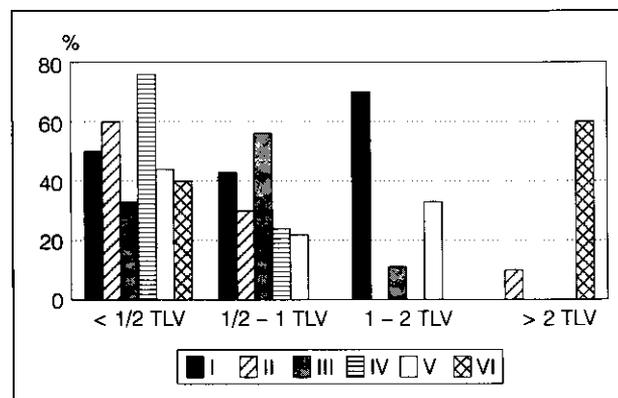


Figura 4. Distribución de la población que realiza la tarea tipo B

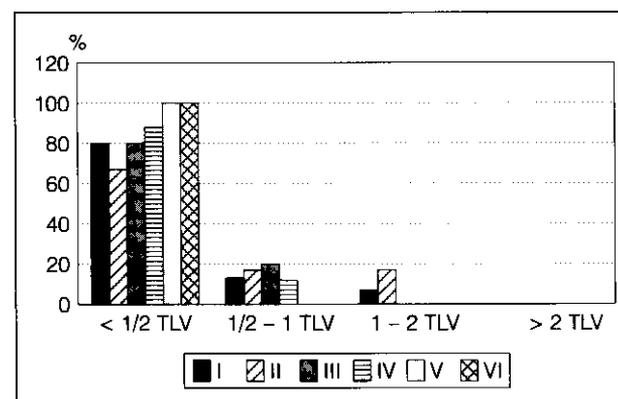


Figura 5. Distribución de la población que realiza la tarea tipo C

pos de actividad considerados. Los niveles hallados en cada grupo de actividad son bastante similares para las tareas A, B y C, sin embargo la realización de la tarea D (laminación por proyección) en ciertas actividades, como las de los grupos I y V, puede generar niveles de exposición muy superiores al resto de actividades. El resto de las tareas consideradas se relacionan, puntualmente, con una determinada actividad.

En las Figuras 3 a 11 se expone la distribución porcentual de la población según el grado de exposición con relación al TLV, para los diferentes tipos de actividades y tareas consideradas en este estudio. Prácticamente la mitad de la población que realiza la tarea A (laminación manual) está expuesta a concentraciones ambientales que superan el TLV. Algo similar sucede con la tarea de laminación por proyección con spray (tipo D), donde el 44% de la población estudiada supera el valor TLV y con la tarea de moldeo por arrollamiento (tipo F), donde el 66% de la población también superaba el valor TLV, aunque en este caso el número de trabajadores estudiado fue muy bajo. En el resto de los tipos de tareas estudiadas la exposición siempre estuvo por debajo del valor límite.

La acción coordinada entre los diferentes gabinetes del INSHT, junto con los centros de la Xunta de Galicia, ha permitido realizar a nivel nacional este estudio sobre la exposición a estireno en la fabricación de plásticos reforzados con fibra de vidrio. Actualmente se está realizando la segunda fase del proyecto inicial, cuyo objetivo es analizar la correlación existente entre los niveles ambien-

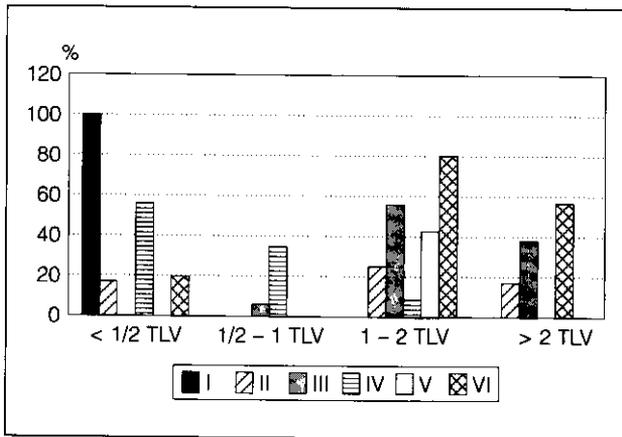


Figura 6. Distribución de la población que realiza la tarea tipo D

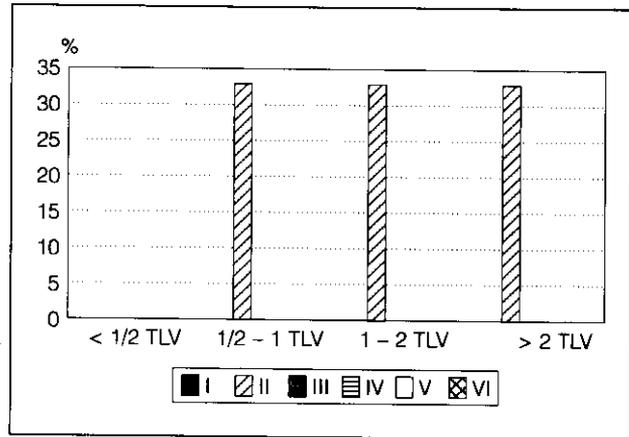


Figura 8. Distribución de la población que realiza la tarea tipo F

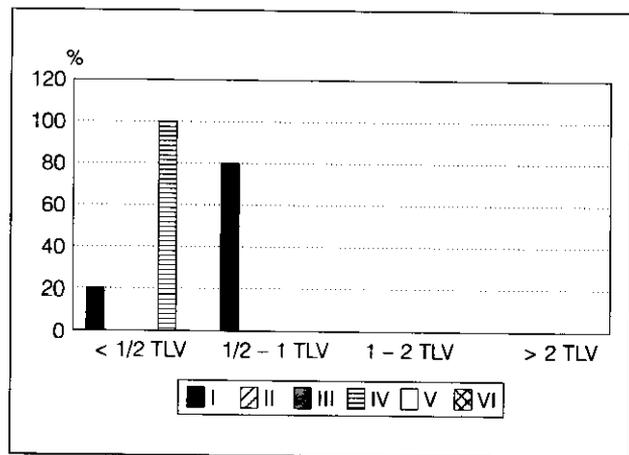
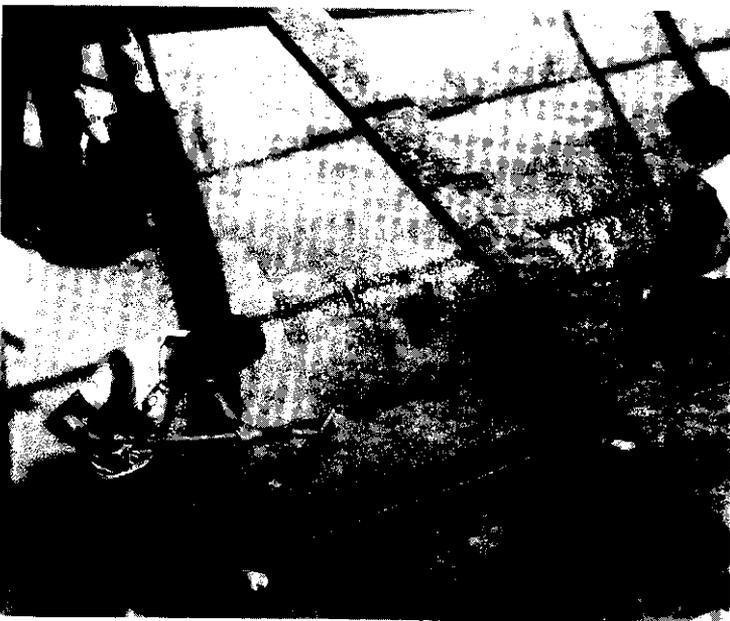


Figura 9. Distribución de la población que realiza la tarea tipo G

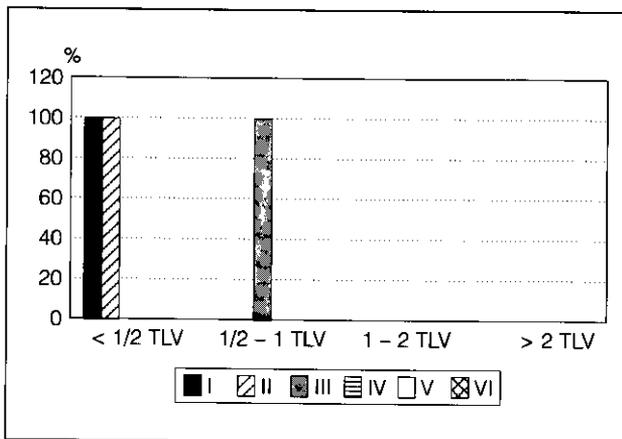


Figura 7. Distribución de la población que realiza la tarea tipo E

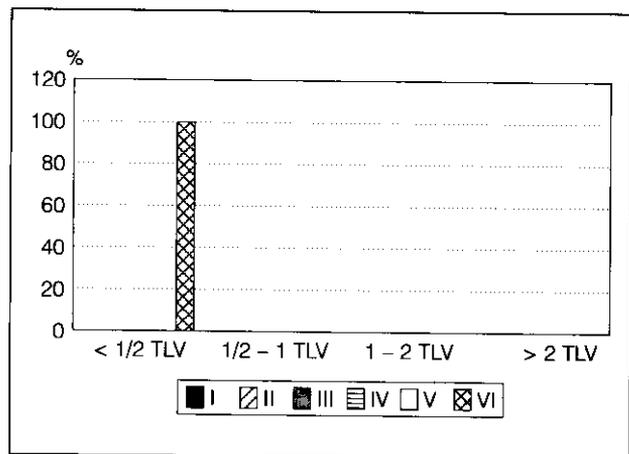


Figura 10. Distribución de la población que realiza la tarea tipo H

tales de estireno y los diferentes indicadores biológicos de exposición a este compuesto, para su aplicación en el control biológico de la población expuesta.

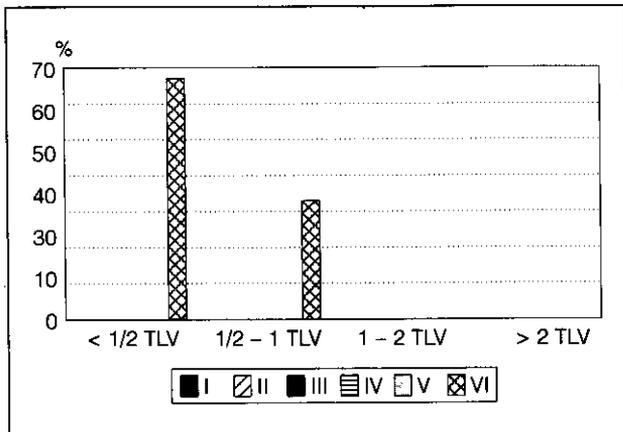


Figura 11. Distribución de la población que realiza la tarea tipo J

### Agradecimientos

Se agradece la colaboración prestada por los Técnicos de los diferentes Gabinetes Técnicos Provinciales del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de los Centros de Seguridad e Higiene de la Xunta de Galicia, así como la de D<sup>a</sup> Monserrat García, de la Subdirección Técnica del INSHT.

### BIBLIOGRAFÍA

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION: *Environmental Health Criteria 26: Styrene*. Geneva: World Health Organization. 1983
2. OLTRAMARE M., DESBAUMES E., IMHOFF G., MICHELS W.: *Toxicologie du styrene monomere. Medicine et Hygiene Geneve (Special issue)*, p 100, 1974
3. TRIEBIG G., SCHALLER K.H., VALENTIN H.: *Investigations on neurotoxicity of chemical Substances at the workplace VII. Longitudinal Study with determination of nerve conduction velocities in persons occupationally exposed to styrene*. *Int. Arch. Environ. Health* 56(3): 239-247, 1985
4. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO: *Determinación de estireno en aire-método de muestreadores pasivos por difusión /cromatografía de gases*. MTA/MA- 026/A92.1992
5. PERIAGO, J.F.: *Esposizione professionale a stirene. Situazione attuale in Spagna. Atti del Convegno Rischi e Bonifiche nella costruzione di imbarcazione in vetroresina. Viareggio, Italia, Vol II, 14-19, 1992*