

Foto 1. - Departamento de materias primas.

MORTALIDAD POR CANCER Y MORBILIDAD ENTRE TRABAJADORES DE INDUSTRIAS DE ELASTOMEROS Y CAUCHO

JOSE M^a ARTETA

Ldo. en Ciencias Químicas

Gabinete Técnico Provincial de Vizcaya.

UN TEMA PARA DEBATE

Como tal puede considerarse la incidencia del cáncer entre los trabajadores que manipulan el caucho y sus ingredientes de mezcla.

La vertiginosa aparición de nuevas sustancias químicas en el mercado sin los estudios toxicológicos, previos a cualquier comercialización, y la imposibilidad de realizarlos con tiempo suficiente, hacen que la prevención sea difícil por lo que el mundo industrial tiende más a la protección individual y colectiva, ante la sospecha de cualquier agresividad para la salud del trabajador que a la adopción de medidas preventivas, sobre todo ante el riesgo de sustancias químicas.

Se estima que existen más de 20.000 sustancias en el mercado mundial, de las que no se conocen sus características de salubridad e higiene, y cada año aparecen unos 4.000 productos nuevos.

La medida, estimada en tiempo, para realizar un examen toxicológico certero es de cuatro años habida cuenta de que dichos exámenes se efectúan sobre animales de laboratorio, por lo que anualmente son testadas por este procedimiento unas 300 sustancias. Aunque las modernas técnicas de ensayo tienden a

agilizar el proceso mediante bacterias y células de mamíferos, aún estamos muy lejos de poder aventurar con tiempo suficiente el comportamiento de ciertos productos ante la salud del trabajador (causa-efecto) ni mucho menos la relación dosis-respuesta.

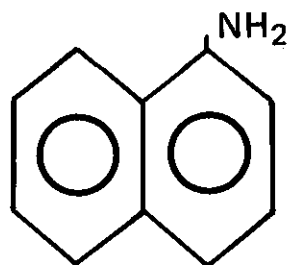
En países de avanzado desarrollo industrial se recurre a estudios epidemiológicos, entre poblaciones afectadas por los mismos ambientes, para poder deducir los agentes patógenos mediante evaluaciones analíticas y de contraste ante hechos consumados, a través de los partes de enfermedades registrados en Clínicas y Hospitales, así como de los certificados de defunción durante un espacio de tiempo que se supone representativo.

Existen inequívocas evidencias de que la incidencia de tumores cancerígenos entre los trabajadores que manipulan el caucho (elastómeros) y sus ingredientes de mezclas, es más elevada que en otras actividades industriales tomadas como contraste.

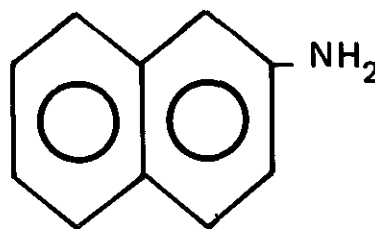
PRODUCTOS PROHIBIDOS

Desde el año 1949 fueron prohibidos en el Reino Unido aquellos productos que pudieran tener restos de α y β -naftilamina en su composición, por la denuncia que hicieron R.A.M. Case y M.E. Hosker al observar tumores de vejiga entre trabajadores en plantas químicas productoras de ciertos antioxidantes cuyas materias primas básicas fueron la α y la β -naftilamina y que, por extensión, supusieron podía afectar a los manipuladores de los mismos en las industrias de artículos de caucho, como pudieron confirmar posteriormente en un trabajo que fue publicado (Brit. y prev. soc. Med. 8,39 (1954)).

La α -naftilamina es una sustancia que se obtiene generalmente por reducción del 1-nitronaftaleno y la β -naftilamina a partir del β -naftol. Responden a las fórmulas químicas:



α -naftilamina



β -naftilamina

Ambos son productos intermedios de gran aplicación en la industria química para la fabricación de colorantes, antioxidantes, perfumes, tintes y mordientes en tenería y textiles, fundamentalmente.

Las sustancias comerciales obtenidas utilizando cualquiera de estos productos no suelen ser puras, por lo que naturalmente existen trazas de ellos, que varían según los procesos productivos desde p.p.b. a porcentajes de hasta 3% del total en estado libre.

En el momento actual, la OMS y cuantos estamentos tratan de sustancias químicas peligrosas para la salud, han consignado a estas dos sustancias como altamente agresivas por su acción carcinogénica, alertando a los posibles fabricantes y consumidores de su peligrosidad y recomendando la adopción de las medidas pertinentes para evitar la acción tóxica por cualquier vía de entrada al organismo humano.

El fabricante consciente y responsable, ha logrado reducir al mínimo la presencia residual de estos productos entre sus fabricados, mediante procesos adecuados y ensayos de laboratorio en el curso de la fabricación y en su fase final, porque se trata de un producto básico e insustituible para múltiples aplicaciones. Es evidente también que, este esfuerzo para purificar los compuestos orgánicos hasta límites tolerables, exige un gasto adicional de proceso y de control que incrementa el costo del producto fabricado. Por otra parte, se trata de sustancias de gran consumo industrial, de procedencias distintas y, con marcas y designaciones que no inducen a sospechar de su presencia, por lo que pueden circular en ocasiones impunemente en el mercado sin posibilidad de identificación; razones por las que algunos fabricantes desaprensivos, violando las normas establecidas, inciden en el comercio con precios más bajos sorprendiendo siempre al consumidor, desconocedor de su peligrosidad y, originando una ilícita competencia de trágicas consecuencias para la población que los manipula.

Higiene.



Foto 2.— Dosificación.

La amplia gama de fabricados que se pueden obtener con estos dos productos intermedios y la versatilidad en sus aplicaciones hace aún más difícil la inspección y su localización.

Un procedimiento eficaz, consistiría en incidir dentro del gremio de fabricantes y, al estilo de la homologación para prendas personales de protección, poder evaluar las características de los fabricados y mediante un certificado de calidad seguir las investigaciones para poner al descubierto la fiabilidad o la fraudulencia de origen, dado que muchos de los productos provienen del extranjero y su control es difícil.

Siguiendo en la misma línea del tema y dirigiéndonos solamente a las industrias manufactureras del caucho y elastómeros, sabemos que son muchos los productos en juego, considerados como aditivos, sospechosos de actividades cancerígenas, entre los que se hallan los **acelerantes, negros de humo, agentes reforzantes, antioxidantes, plastificantes, pigmentos y otros**, de composiciones muy variadas e igualmente encubiertas bajo siglas comerciales abstractas sin denuncia de su agresividad.

En un reciente estudio efectuado sobre la morbilidad y mortalidad por cáncer entre 13.570 trabajadores de industrias del caucho en Akron (OHIO) desde 1940 hasta 1976, los resultados mostraron una elevada



Foto 3.— Mezclado en cilindros. El pitillo en la boca del trabajador denota una falta de interés por las más elementales normas de Higiene y Seguridad Laboral.

incidencia de cáncer sobre otras actividades tomadas como testigo e incluso dentro de las mismas plantas de fábrica según puestos de trabajo que resumimos a continuación (Richard R. Monson y Lawrence J. Fine; J. Natl. Cancer. INST, vol. 61. NO. 4 Octubre 1978).

Casos de cánceres específicos (observados/ esperados) entre trabajadores de la planta B.J. Goodrich Company, en áreas concretas de trabajo: estómago e intestino (30/14,4), en preparación de mezclas; pulmón: en vulcanización de cubiertas (31/14,1), calefacción y refrigeración, (46/29,1); vejiga: en planta química (6/2,4) y pabellón de cubiertas (15/10,7); cáncer de piel: en confección de cubiertas (12/1,9); cáncer de cerebro: en confección de cubiertas (8/2,0); cáncer linfático: en pabellón de cubiertas (8/3,2); leucemia: en calandrado (8/2,2), vulcanización de cubiertas (8/2,6), departamento de cubiertas (12/7,5), montacargas (4/1,4), tubos (4/1,6) y preparación de mezclas (4/1,1).

De igual forma A. J. Fox, D. C. Lindars, y R. Owen, publicaron un trabajo en la revista *British Journal of Industrial Medicine*, 1974, 31, 140-151, sobre el estudio de cáncer profesional en las industrias del caucho y de conductores aislados, resultado de cuatro años de análisis, 1967-1971, cuyo resumen es el siguiente:

Durante los cuatro años de estudio fueron confirmados notables excesos de carcinoma bronquial entre trabajadores de actividades tales como: fabricación de neumáticos, cintas transportadoras y tuberías, así como en la de planchas para suelos. En aquellas actividades en las que se usa el asbesto como ingrediente de mezcla, el resultado no parecía exagerado, pero no así en el de fabricación de cubiertas, sobre todo teniendo en cuenta que la población laboral explorada fue tres veces mayor en esta última actividad. En 1965, Davies denuncia un exceso de cáncer entre los trabajadores de la fabricación de conductores eléctricos aislados. En el mismo año (1965), el Consejo de Inspección Médica Laboral del Reino Unido, efectuó una encuesta sobre mortalidad por cáncer en industrias de fabricación de artículos de caucho estableciendo tres grupos:

- Personal empleado en factorías de caucho, que manipulan sustancias conocidas como cancerígenas, ingresados antes de 1950.
- Personal empleado en industrias del caucho con posterioridad al 31 de Diciembre de 1949, y que manipulan conocidas sustancias carcinógenas.
- Personal empleado en industrias del caucho que nunca manipularon componentes carcinógenos.

Fueron codificadas y censadas 381 firmas entre una población laboral de edades comprendidas entre 35 y 65 años (HM Chief Inspector of Factories, 1968), y una cohorte de 49.068 trabajadores, cuyos resultados se resumen en la Tabla I.

TABLA I
MUERTES DEBIDAS A TODO NEOPLASMA
(ICO 140.0-239,9)

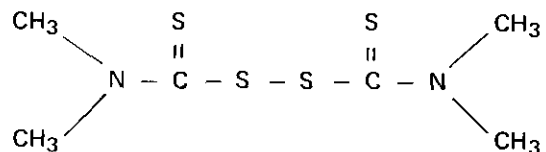
Período comprendido 1968-1971				
Grupo expuesto	Número %	Obs	Esp	*SMR
A	12.781 (31,3%)	237	233	102
B	18.116 (44,3%)	274	212	129
C	9.970 (24,4%)	148	126	117
TOTAL	40.867	659	572	115

*SMR.- Proviene del inglés Standardized Mortality Ratio (Relación de Mortalidad Standar).

No queremos profundizar más en el tema porque se haría interminable. Sin embargo vamos a presentar un estudio realizado sobre un acelerante, el disulfuro de tetrametiluram (TMTD o Thirame) bajo la óptica citotóxica, ya que contemplado a través de los investigadores que tratan los aditivos del caucho existen muchas controversias en cuanto a su toxicidad.

TMTD.- DISULFURO DE TETRAMETILTIURAM

El disulfuro de Tetrametil Tiuram (TMTD, thiram, etc) responde a la fórmula:



Características:

- Densidad 1,29; p. esp. 1,42; peso molecular 240,4.
- p.f. 150/152°C (producto comercial 146°C).
- Humedad inferior al 1%.

- Cenizas inferior al 0,5%.
- Grado de finura (método humedo): Residuo inferior a 0,1% malla nº 100 (ASTM).
- Solubilidad: Soluble en sulfuro de carbono, benceno, cloroformo, acetona, éter y alcohol en caliente. Insoluble en agua y gasolina.
- TLV ACGIH 5 mg/m³N.
- MAC IRSS 0,5 mg/m³N.

Usos:

- Acelerante para el caucho y elastómeros.
- Desinfectante para semillas en agricultura.
- Fungicidas.
- Insecticidas (especialmente el escarabajo japonés).
- Pinturas de policloroprenos.
- Adhesivos de cauchos.
- Repelente raticida.
- Pasta para masillas de vendas.
- Jabones y champúes.
- Pirotecnia.
- Etc.

Mientras el tratado de "Plaguicidas: toxicología, sintomatología y terapia", editado por Vilassar de Mar (Barcelona) y dirigido por O.R. KLIMMER de la Universidad de Bonn, en su pag. 121, al referirse al Tiram (TMTD, Nomersan, Pomasol) dice que la toxicidad del TMTD es parecida al Antabus, empleado en medicina, con una toxicidad aguda baja en animales de sangre caliente (la DL₅₀ oral aguda = 500 - 100 mg/Kg para la rata) y concluye asegurando que no se conocen intoxicaciones con TMTD en el hombre, aunque se sabe que es un irritante de las mucosas y de la piel pudiendo provocar dermatitis, un estudio de la citotoxicidad aguda de un ditiocarbonato (THIRAME) sobre la célula humana KB₃ en un cultivo y editado por Environ Pollut. (Serie B) (1980) 167-175, parece demostrar todo lo contrario.

El trabajo que se describe ha sido realizado sobre células humanas de tipo KB₃ y la medida de la citotoxicidad ha sido evaluada por la disminución de la tasa de ATP de las células en contacto con la sustancia en estudio. En efecto, el ATP es una excelente muestra de la vitalidad celular: los trabajos de Voisin y colaboradores en 1977 y Vasseur & Aerts, 1978 han demostrado que su variación constituía un test de citotoxicidad sensible, capaz de detectar rápidamente la degeneración celular.

El "thirame" (TMTD) ha sido testificado con el mismo grado que otros representantes de la misma

categoría química que el Lindane (organo-clorado), el Monuron (urea), el 2,4-D (derivado del ácido fenoxiacético) y la Atracina (triacina), consignadas ya como sustancias cancerígenas en mayor o menor grado.

Como resultado de estos estudios los resúmenes de la Tabla II son suficientemente elocuentes:

TABLA II VARIACION DEL PORCENTAJE DE ATP EN CELULAS KB ₃ EN SUSPENSION DE DIFERENTES MEDIOS, REFERIDOS A 10 PPM DE PESTICIDAS (TIEMPO DE CONTACTO = 2h 30).					
PESTICIDA TESTADO					
Ensayo No	Lindane	Monuron	2,4-D	Atrazine	Thi- rame
1	-30	+ 11	+ 9	+ 23	-99,9
2	-70	-60	-14	-25	-99,9

En todos los ensayos que continuaron, los investigadores prefirieron disminuir la cantidad de disolvente para minimizar la interferencia y utilizar la acetona en dosis de 1% (v/v) después de haber comprobado que tal admisión no podía modificar en absoluto el contenido de ATP celular y a diferentes concentraciones y tiempo, llegando a la conclusión que, con dosis de Thirame de 0,5 y 1 ppm la disminución de ATP en 40 minutos era de, 90% y del 95% a 1h 30, rebasando siempre el 99% al cabo de las 2h 30 de exposición.

Otra referencia importante es la descrita por el I.N.R.S. en su CDU (Cahiers de Notes Documentaires), nº 99, 2º trimestre 1980, sobre la toxicidad de productos utilizados en la industria del caucho. Cuando trata del disulfuro de tetrametiluram (TMTD) expone:

"Esta sustancia no solamente es utilizada como acelerador, sino también como pesticida y como aditivo bactericida para jabones y desodorantes corporales.

La absorción de los polvos o de los aerosoles inhalados o ingeridos se halla favorecida por la presencia de grasas y aceites en el estómago y en el intestino. **La absorción puede efectuarse por vía percutánea.**

La intoxicación es debida a los productos de descomposición del tiuram en el organismo: sulfuro de carbono y dimetilamina; la proporción de CS₂ en sangre y en orina varía proporcionalmente en función de la



Foto 4.- Cargado del Mezclador interno (Banbury).

exposición al tiuram. La dosis de CS_2 en la orina puede servir de test de exposición.

Las encuestas epidemiológicas de VIKRAJTIS y VILNIUS, han revelado una prevalencia significativamente elevada de afecciones precancerosas de cuello de útero entre las trabajadoras empleadas en la fabricación del tiuram (18,3% contra 5,3% del grupo de contraste).

En animales de laboratorio expuestos a una concentración de tiuram de $1,9 \text{ mg/m}^3$ de aire, BRIEGER y HODES han observado que, al cabo de 5 semanas de exposición presentaban ya disturbios hepáticos y renales.

En el hombre, la aplicación de polvo sobre la piel provoca un eritema".

DISCUSION

Parece un hecho incuestionable que muchas de las sustancias utilizadas en las industrias del caucho y elastómeros han sido consignadas como cancerígenas, e igualmente que, la incidencia de cáncer entre los trabajadores de estas actividades, es más elevada que entre las que no manipulan estas sustancias y sirvieron de contraste.

Lo que no nos parece tan conveniente es el que, esta incidencia, se generalice a todos o casi todos los departamentos que constituyen la industria, ya que, desde el momento en que la mezcla de caucho con

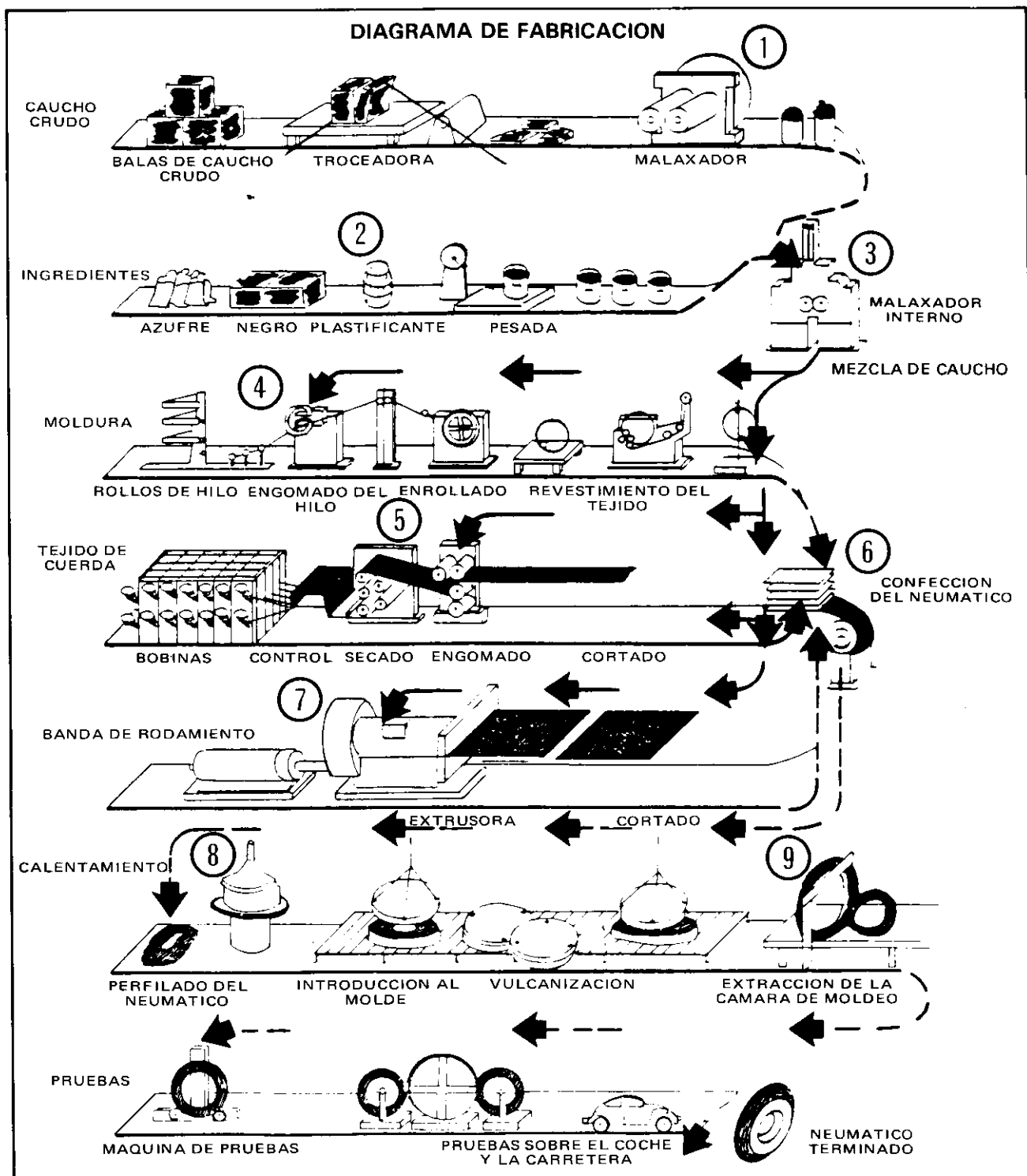
todos los aditivos ha sido elaborada, la presencia de aquellas sustancias en el ambiente o desaparece totalmente o se reduce de tal manera que se hace imposible su evaluación.

Ahora bien: en caso de confirmarse que la carcinogénesis tiene su origen en los productos elaborados, el tema sería tan grave que trascendería del plano industrial porque los artículos de caucho están presentes y en contacto con el ser humano permanentemente (calzados, perfiles, almohadas, esponjas, tetinas, tuberías, tejidos, envases, recipientes, suelos, etc.)

En este aspecto, la legislación americana, consecuente con la reconocida malignidad de muchas sustancias utilizadas en industrias del caucho y de los elastómeros como ingredientes de mezcla, después de una rigurosa selección, ha catalogado más de doscientos productos cuya dosis no deberá rebasar el 1,5% en peso del elastómero base para artículos que puedan estar en contacto con alimentos. (Food and Drugs Administration, Chapter I, Title 21, 121.2562).

En el diagrama adjunto presentamos esquemáticamente un proceso de fabricación de cubiertas (neumáticos) para automóviles en el que hemos marcado los focos puntuales (a nuestro juicio) de mayor riesgo y que comentamos seguidamente, para los cuales proponemos la adopción de las medidas de prevención y de protección que estimamos más adecuadas:

Higiene.



1 MALAXADOR

Por la posibilidad de emisión de monómeros (tipo cloropeno, cloruro de vinilo, etc), al ser masticado en caliente el polímero (elastómero).

Prevención: Trabajar con polímeros de bajo contenido en monómero residual.

Protección: Campana de aspiración y prendas personales adecuadas.

2 DOSIFICACION

Por la manipulación de recipientes, pesadas, trasvases y espolvoreo de los productos.

Prevención: Siempre que se pueda: mecanizar el proceso en sistema cerrado; utilizar productos en pasta, escamas o impregnados para evitar el espolvoreo.

Protección: Aspiración controlada y prendas personales de protección, (guantes, careta, ropa adecuada). Higiene estricta. Control médico.

3 MEZCLADOR

Proyección de partículas al ambiente y desprendimiento de gases.

Prevención: Compartimentos estancos y sistemas cerrados sin posibilidad de emisión al ambiente laboral.

Protección: Aspiraciones localizadas y prendas personales de protección. Higiene personal y control médico.

4 5 ENGOMADO

Emanación de disolventes y posible contacto con las colas y disoluciones.

Prevención: Aspiración localizada y ventilación adecuada. Evitar temperaturas altas.

Protección: Prendas personales, higiene y control médico.

6 CONFECCION

Contacto, disolventes y reparaciones manuales.

Prevención: Máxima mecanización. Aspiración localizada y buena ventilación.

Protección: Higiene personal. Control médico.

7 EXTRUSION

Trabajo en caliente y posible emisión de gases nocivos.

Prevención: Alimentación automática. Aspiración localizada.

Protección: Prendas personales. Higiene y control médico.

8 9 VULCANIZACION

Emisión gaseosa y posible afloramiento a la superficie de sustancias de bajo punto de fusión.

Prevención: Campana de aspiración y buena ventilación.

Protección: Prendas personales y control médico.

TABLA III ADITIVOS SOBRE LOS QUE CONVENDRIA UN PROFUNDO ESTUDIO TOXICOLOGICO DE MERCADO INTERES PARA INDUSTRIAS DEL CAUCHO

a) Derivados de aminas aromáticas.

Aldol-1-naftilamina.

N-fenil-2-naftilamina.

b) Colorantes de Bencidina.

3,3-Diclorobencidina acoplado con aceto acetanilida.

c) Nitrosaminas.

N,N-Dinitroso N,N-dimetiltereftalamida.

Dinitrosopentametilentetramina.

N-Metil-N-4-dinitrosoanilina.

N-nitroso 2,3,4-trimetil-1,2-dihidroquinolina.

1,-2-dihidroquinolina.

Nitrosofurfuramida.

d) Derivados de Tiurea.

Trimetiltiurea.

Dietiltiurea.

e) Agentes acoplados.

bis (2-cloroetil) formadisulfuro.

f) Anhídridos.

Anhídrido ftálico.

g) Hidracidas.

pp,Hidroxi bis (bencenodisulfonilhidracida).

Bencenosulfanilhidracida.

h) Nitrosofenoles.

Complejo férrico de 1-nitroso-2-naftol.

i) Materiales inorgánicos.

Asbestos.

Sulfuro de Cadmio.

Selenio.

Higiene.

CONCLUSION

Se ha comprobado que casi todos los cánceres descritos de carácter ambiental y profesional, pasan por períodos de latencia relativamente largos por lo que el diagnóstico precoz constituye un medio eficaz de posible defensa, ante la ignorancia de las causas que lo provocan. No obstante sería a todas luces deseable un mayor y mejor conocimiento de los productos bajo el punto de vista toxicológico para seguir el curso del proceso con más conocimiento de causa y poder adoptar las medidas precautorias y de protección en cada caso concreto.

BIBLIOGRAFIA

- (1) R.A.M. CASE y M.E. HOSKER, Brit. J. prev. soc. Med. 8,39 (1954).
- (2) MONSON RR. NAKAND KK: Mortality among rubber workers. Am. J. Epidemiol 103: 284-296. 1976.
- (3) Richard R. MONSON and Lawrence J. Fine: Mortality and Morbidity Among Rubber Workers. J. Natl Cancer Inst. vol. 61. Nº 4 October. 1978.
- (4) P. VASSEUR, F. ERB & J. DEQUIDT, C. AERTS: Étude de la Citotoxicidad Aigue d'un Ditiocarbonate (THIRAME) sur la cellule humaine KB₃ culture. Environ. Pollut. (Series B) 1 (1980) 167-175.
- (5) KUMMER R., TORDOIR WF: Fenilvetanaftilamina (PBNA) another carcinogenic agent? Tyschr. Soc. 1975.
- (6) J.H. WEISBURGER, E.K. WEISBURKER, N. MANTEL, N. HADIDIAN and T. FREDERICKSON; New carcinogenic nitrosamines in rats. Naturwissenschaften 53, 508 (1966).
- (7) HOFMANN, W., OSTRORNOW, H.: Kautchuk und Gummi Kunststoffe 21 (1968) 5,22 (1969).
- (8) Mc. CORMICK, W.E.: Rubber chem. Technology 44 (1971) 515-530.
- (9) J.M. DAVIES, Bladder tumours in de electric cable industry. Lancet ii, 143 (1965).
- (10) Book, 6. Steiner, G.: Retrospektive Untersuchungen über die Häufigkeit maligner Tumoren bei Arbeitern der Gummi industrie: Med. Akademie Erfurt 1977.