CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y POSIBLES DAÑOS A LA SALUD CAUSADOS POR LA QUEMA DE NEUMÁTICOS EN LA VÍA PÚBLICA

Juan Carlos Luján*

RESUMEN

Con motivo de los repetidos episodios de quema de cubiertas en la vía pública en 1998 se realizó en la provincia de Tucumán República Argentina una investigación sobre los niveles de contaminación atmosférica debido a la presencia de sustancias peligrosas en los alrededores de las fogatas.

La toma de muestras se realizó durante tres manifestaciones públicas de mas de dos horas de duración mediante una bomba portátil personal oculta entre las ropas y captando muestras de aire a la altura del cuello del muestreador a distintas distancias de los focos de emisión de humos

Las condiciones atmosféricas correspondieron a tiempo soleado, atmósfera calma y presión atmosférica normal de la zona, estas condiciones son las mas desfavorables en cuanto a evitar la dispersión de los contaminantes por la falta de corrientes naturales de aire.

Se utilizaron métodos normalizados de toma y análisis de muestras conforme a la Guía Operacional Gems-Aire.

Los parámetros analíticos seleccionados se basan en la composición del caucho y los aditivos utilizados en la fabricación de neumáticos mas los componentes que puede esperarse obtener de una combustión incompleta, para lo cual se estudiaron las partículas de hollín,el anhidrido sulfuroso, sutancias alquitranosas solubles en benceno, los benzopirenos y dibenzoantracenos.

Los resultados obtenidos son alarmantes ya que la concentración de algunos contaminantes superan en varios centenares de veces a la concentración de referencia que se toma como aire normal, en tanto que se pudo comprobar que el radio de inpacto ambiental evidenciable generado por estos episodios abarca mas de 150 metros cubriendo alrrededor de 4 hectáreas.

La contaminación atmosférica ocacionada por la quema de neumáticos emite hacia la atmósfera humos pesados con partículas carboalquitranosas contaminadas a su vez con otros polutantes, las cuales terminan sedimentando sobre superficies domésticas y afectando algunos alimentos expuestos a la atmófera como es el caso del pan, las frutas y las verduras que se consumen crudas, transformándose estos últimos en vectores que transportan los contaminantes a la vía digestiva.

La asociación del anhidrido sulfuroso con partículas de hollín menores a 10 micrones de diámetro constituye un potente desencadenante de crisis alérgico respiratorias para personas que padecen estas enfermedades crónicas.

Otros agravantes de la contaminación atmosférica en la provincia son la quema de los cañaverales en época de zafra azucarera,la quema de pastizales y basuras domiciliarias lo cual constituye una costumbre muy arraigada en la poblaciónde Tucumán.

Palabras clave :
Contaminación,Combustión,Humos,Hollín,Alquitranes,Benzopirenos, Partículas PM10,Fracción Respirable.

INTRODUCCIÓN

Los neumáticos se fabrican a partir del caucho vulcanizado, el caucho es un polímero del isopreno o metil butadieno, su peso molecular es muy elevado y se estima superior a 10.000 Daltons por lo que su combustión en presencia de escaso aire es dificultosa y emite gran cantidad de sustancias de naturaleza carbo alquitranosas.

Al transformar el caucho en gomas que se utilizan para fabricar neumáticos se lo vulcaniza utilizando azufre en el proceso, lo cual le confiere elasticidad y luego para darle un terminado final que lo haga resistente se utilizan una gran variedad de sustancias que dependen de la compañía que los fabrica, entre esas sustancias podemos citar el sulfato de bario, óxido de cinc , sustancias nitrogenadas tales como la trimetil amina, la parafenilendiamina y ciertos sulfuros metálicos de carácter tóxico; todas estas sustancias quedan presentes en cantidades residuales en la estructura de las gomas que componen las cubiertas, las cuales al ser quemadas desprenden partes de ellas o se producen nuevas sustancias fruto de la recombinación de fracciones moleculares de las mismas.

Al quemar un neumático con insuficiente cantidad de oxígeno atmosférico, se rompe la estructura molecular del caucho desprendiendo partículas de carbono muy finas, lamayoría de ellas posee un diámetro aerodinámico inferior a 10 micrones y constituye lo que se denomina fracción respirable, de modo que al ser aspirado ese aire, las partículas son transportadas a lo largo del aparato respiratorio con pocas chances de quedar retenidas en los sectores superiores y medio, pudiendo llegar hasta los alveolos del pulmón.

La combustión incompleta desarrolla temperaturas comprendidas entre 300°C y 450°C en la superficie de los neumáticos, en esas condiciones partes de las cadena poliméricas del caucho se pirolizan y recombinan

dando lugar a la formación de un grupo muy amplio de sustancias denominadas alquitranes, algunas de las cuales son probadamente cancerígenas en el ser humano como los benzopirenos y los dibenzoantracenos que fueron encontrados en cantidades significativas al analizar las muestras de aire contaminado.
También se encontró en la atmósfera anhidrido sulfuroso que es un gas muy irritante acompañado por metil nitrosamina otro cancerígeno humano.
Todos estos contaminantes se adhieren a las finas partículas de carbón por fuerzas electrostáticas de Van der Vals o por fenómenos de atracción polar y son arrastrados hasta lo mas profundo del aparato respiratorio humano quedando alojados en la fina trama vascular de los alvéolos constituyendo una exposición de muy alto riesgo a contraer enfermedades malignas.

MATERIAL Y MÉTODO

INSTRUMENTAL DE LABORATORIO

-Equipo de destilación extractiva Soxhlet con manta calefactora Dalvo.
-Reflectómetro Evans con un conjunto de celda fotoeléctrica tipo corona con fuente de luz incorporada, escala 0 a 100% de reflectancia.
-Balanza Analítica Mettler H 2 con apreciación de 0,1mg.
-Microscopio Binocular Olimpus con ocular micrométrico y grilla patrón para medir el tamaño de partículas.
-Espectrofotómetro Coleman Jr II con arreglo de baja absorbancia.
-Cromatógrafo Gaseoso Perkin Elmer con detector de captura electrónica.

EQUIPO DE MUESTREO

-Para el muestreo de contaminantes atmosféricos se utilizó una bomba personal portátil H.I. Flow Sampler Gilian con un tren de muestreo mixto compuesto por dos ramas, una primera rama conteniendo un portafiltro con membranas filtrantes de poliamida para retener partículas en serie con una trampa líquida de hexano normal alojadada en un midget-impinger de 50 ml y una segunda rama conteniendo una ampolla de carbón activado tal como indica la siguiente figura:

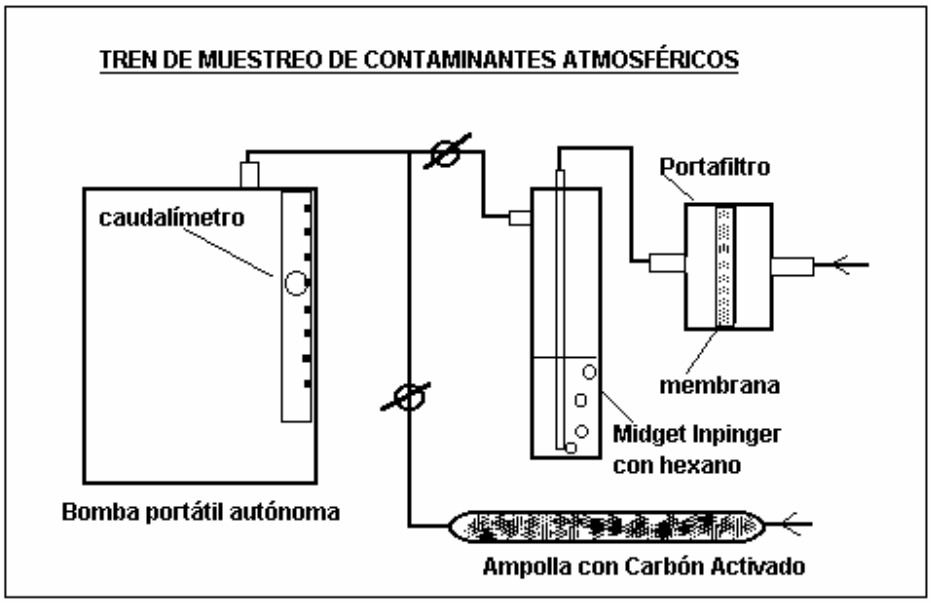

Figura N°1 : Bomba portátil conectada a dos ramas de absorción de contaminantes atmosféricos.

-Las membranas filtrantes utilizadas fueron discos de poliamida blancos grillados tipo Sartorius y Millipore de 47 mm de diámetro y 0,8 micrones de poro.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

-Hollín y Negro de Humo por Reflectometría Optica - Medición instrumental mediantes Reflectómetro Evans sobre las membranas manchadas..

-Sustancias Solubles en Hexano : Método de destilación de Soxhlett con hexano normal, secado por vacío y pesada con balanza analítica +/- 0,1 mgr.

-Hidrocarburos: Disolución con Hexano Normal y corrida cromatográfica con nitrógeno y detector por captura electrónica (cromatrografía gaseosa).

-Anhidrido Sulfuroso : Método espectrofotométrico de West Gaeke o método de la pararosa anilina.

RESULTADOS

Contaminante	a 30 mts	a 50 mts	a 80 mts	Ref.	Norma
Hollín por reflectometría (ugr / m3)	9.000	3.000	500	20	150 (*)
Sustancias Solubles en Hexano (ugr/m3)	7.500	1.900	300	3	7 (**)
3- 4 Benzopireno + Diben-zo Antraceno (ugr/m3)	2.950	700	50	--	--
Anhidrido Sulfuroso SO2 (ugr/m3)	1.500	800	600	15	500 (*)
Monometil Nitrosamina análisis cualitativo	----------presencia----------			ausencia	--

Tabla Nº1:Concentraciones promedio de sustancias contaminantes del aire encontradas a direrentes distancias de la quema de neumáticos y valores de referencia.

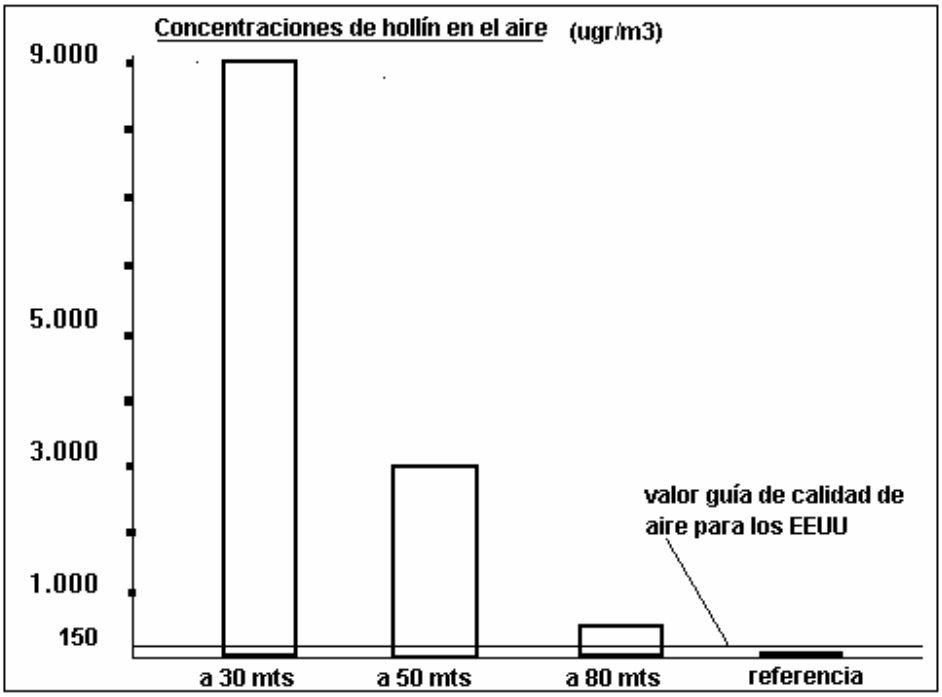

Figura Nº 2 : Valores comparativos de concentración de hollín a diferentes distancias del foco emisor de humos.

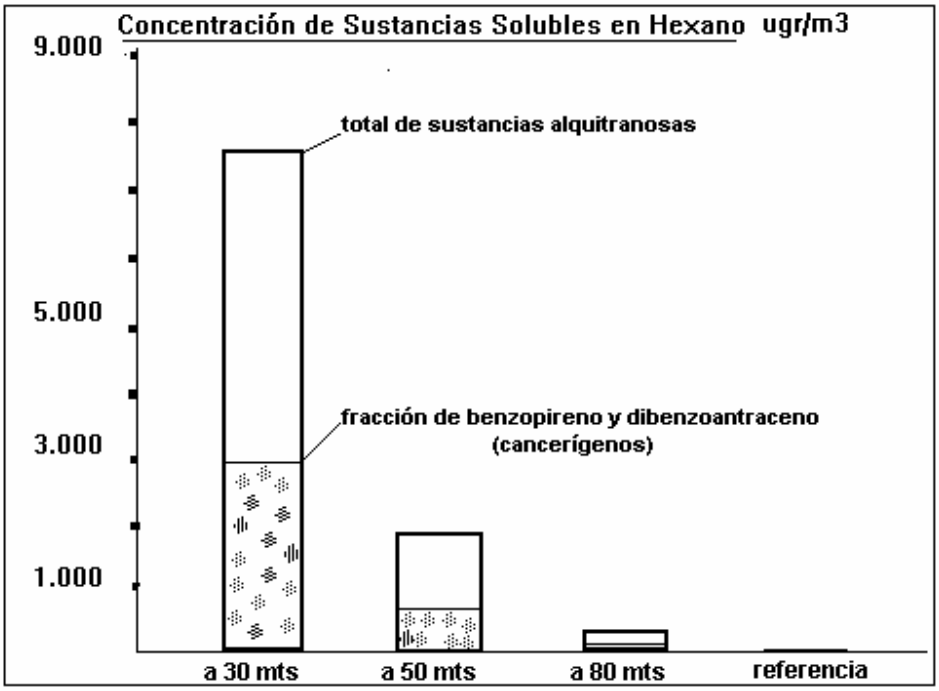

Figura Nº 2 : Sustancias alquitranosas y su fracción de hidrocarburos cancerígenos,concentraciones halladas a diferentes distancias del foco emisor de humos.

Nota / Se toma como sitio de referencia la zona central del Parque 9 de Julio a las 10 de la mañana de un día hábil.

<u>Niveles Guía para la Calidad del Aire Atmosférico Urbano</u>

<u>Hollín</u> períodos cortos de 15 minutos : 50 ugr/m3 (*)
periódos largos de 24 horas : 150 ugr/m3 (*)
<u>Sustancias Solubles en Hexano</u> (Alquitranes) : 7 ugr/m3 (p. cortos) (*)
<u>Anhidrido Sulfuroso</u> períodos largos de 24 hs : 50 ugr/m3 (**)
períodos cortos de 15 minutos : 500ugr/m3 (**)

Referencias
(*) Niveles Guías vigentes en los EEUU.
(**) Concentración máxima permitida por la Resolución N° 294 del SIPROSA Tucumán - Argentina 1989.

Cantidad de hidrocarburos alquitranosos que aspira una persona que se encuentre en las cercanías del sitio de quema

Si se multiplica la frecuencia respiratoria media por el volumen pulmonar de renovación de aire, por el tiempo y por la concentración del contaminante se obtiene la dosis de la sustancia extraña que se aspiró.
Considerando los siguientes valores medios :
-Frecuencia respiratoria : 16 inspiraciones por minuto (Fr)
-Volumen pulmonar de renovación : 0,5 litros (Vp)
-Tiempo de una exposición : 60 minutos o 1 hora (t)
-Rango de concentraciones de sustancias alquitranosas : de 300 a 7500 ugr/m3 (C)

Cálculo de la Dosis aspirada

$$D\ (ugr) = Fr\ (min^{-1}) \cdot Vp\ (lts) \cdot t\ (min) \cdot C\ (ugr/m3) \cdot 10^{-3}\ (m3/lts)$$

1-A 30 metros de la fogata :	**3.600**	**microgramos**	**por**	**hora**
2-A 50 metros de la fogata :	**912**	**"**	**"**	**"**
3-A 80 metros de la fogata :	**144**	**"**	**"**	**"**
4-En el Parque 9 de Julio :	**1,4**	**"**	**"**	**"**

VALORES COMPARATIVOS

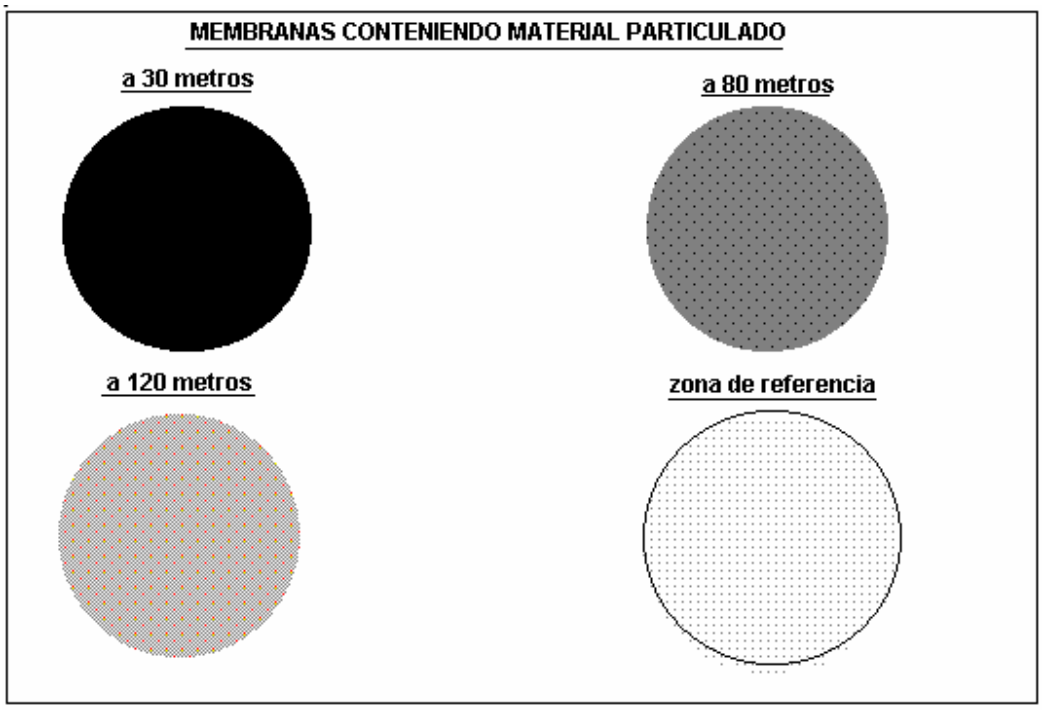

Figura 3 : Imagen correspondiente al manchado de las membranas en 3 sitios cercanos a la quema y la zona de referencia.

Número de veces que se incrementa la concentración del contaminante en la zona de quema respecto de la zona de referencia :

Contaminante	a 30 mts	a 50 mts
- Hollín	450	150
-Alquitranes	2.500	630
-Anhidrido Sulfuroso	75	40
-Benzopirenos y D.B.Antraceno	(*)	(*)
-Nitrosaminas	(*)	(*)

(*) no se detectan en la zona del aire de referencia.

Esto significa que una persona que permanece durante 1 hora en las proximidades de estos episodio aspira en ese período el equivalente a la contaminación del aire normal de la ciudad correspondiente a 100 dias con la diferencia que las sustancias aspiradas durante 100 días normales puede

ser eliminada en forma gradual y mas eficientemente mediante los procesos fisiológicos de las mucosas respiratorias.

El coeficiente de depuración respiratorio es muy alto para bajas concentraciones de contaminantes, resultando cercano al 99% es decir que cada 100 partes de la sustancia extraña que se aspira solamente 1 parte se asimila y las 99 restantes se expulsan del organismo a través de la expectoración y la vía digestiva, en tanto que disminuye brúscamente al aspirar altas concentraciones pudiéndose reducir en algunos casos por debajo del 50%, lo cual implica que mas de la mitad de los contaminantes aspirados son asimilados por el organismo.

Esta situación expone principalmente a los manifestantes, a ocacionales transeuntes y a residentes de la zona donde se realiza la manifestación a aspirar enormes cantidades de sustancias tóxicas (alquitranes,benzopirenos,compuestos de azufre provenientes del caucho,partículas extrañas,alergenos,etc, con el agravante que en algunos casos esos residentes son ancianos con afecciones respiratorias crónicas las cuales se agudizan ante la sobrecarga de sustancias extrañas en el aire pudiendo desatarse crisis mas o menos

agudas dependiendo de la sensibilidad que estos enfermos tengan frente a los polutantes.

<u>Personas con exposición laboral a las partículas de alquitrán y compuestos volátiles cancerígenos</u>

El personal municipal que realiza tareas de bacheo sin protección de másca - ras con filtros micrónicos también se exponen a padecer enfermedades laborales.

Dichos trabajadores que realiza tareas de bacheo con asfaltos fundidos sin protección con máscaras adecuadas se exponen a un grave riesgo de contraer enfermedades malignas, considerando que los humos y vapores de asfalto contienen varias sustancias cancerígenas las cuales se incorporan al organismo por vía inhalatoria y dérmica.

<u>La quema de residuos domiciliarios</u>

La inhalación de sustancias peligrosas provenientes de la combustión incompleta de materiales orgánicos de alto peso molecular como son los cauchos, el PVC, los polímeros plásticos ,las maderas, los pastizales, trapos viejos, retazos de bolsa plásticas, envases de lata pintados y residuos domésticos en general,incorpora al organismo sustancias de variada naturaleza y composición química tales como

amoníaco, monóxido de carbono, alcohol metílico ,dioxinas, ácido clorhídrico y monómeros clorados cancerígenos, partículas extrañas ,en tanto que al quemar objetos que posean pinturas se desprenden finas partículas de metales tóxicos provenientes de los pigmentos,y podríamos continuar con una interminable serie de ejemplos.

La aspiración del aire contaminado con estas impurezas provoca básicamente dos efectos:

-un efecto inmediato que es una ligera molestia en las vías respiratorias altas,desencadenando picazón de la naríz y ojos,irritación y tos bronquial ,dependiendo de la respuesta alérgica del individuo.

-el otro es un efecto silencioso que constituye la incorporación de sustancias cuyas consecuencias se pueden manifestar a largo plazo tal es el caso de los alquitranes, benzopirenos, antracenos,coronenos, partículas de metales pesados y monómeros cancerígenos ,las cuales poseen una vida biológica elevada dentro del organismo y demoran mucho tiempo en eliminarse, estas sustancias al hacer contacto con los tejidos causan alteraciones genéticas que permanecen por muchos años en forma silenciosa y luego estallan en enfermedades malignas.

EN Tucumán está radicada la costumbre de quemar basuras como un medio de deshacerse de estas; la quema a cielo abierto de residuos en el fondo de los domicilios y en los sitios baldíos emiten al ambiente gran cantidad de peligrosos contaminantes atmosféricos.

Tucumán posee zonas donde los niveles de hollín debidos a la contaminación urbana e industrial superan mas de 6 veces el nivel límite de calidad de aire,pero la responsabilidad está compartida y diluída entre múltiples emisores como el Tranporte Público de Pasajeros que aporta mas del 50% de esta contaminación.

CONCLUSIONES

Los estudios realizados en el aire alrrededor de la quema de neumáticos durante las manifestaciones públicas demuestran que se expone tanto a los manifestantes como a un gran número de residentes cercanos a las mismas a la inhalación de niveles muy peligrosos y elevados de sustancias irritantes,alergénicas y cancerígenas las cuales terminan dispersándose en la zona y depositándose sobre superficies domésticas provocando ensuciamiento y contaminación de alimentos que se consumen en forma directa.

La observación visual produce la apariencia que solo se contamina el aire inmediato a la quema , sin embargo pueden encontrarse elementos anormales en el aire hasta unos 150 metros de distancia.

BIBLIOGRAFÍA

1-Fieser L F, Fieser M : Actividad Cancerígena de Hidrocarburos Polinucleares-Química Orgánica, Ed Atlante S.A., México, Cap XXXIII pp. 78-820, 1948

2-Aitio A, Miller J E,Park M V: Apuntes del curso sobre sustancias químicas, ambiente, salud, evaluación manejo y comunicación de riesgos.
Risk Assessment Carcinogens – Buenos Aires – Argentina . pp 98 –130, 1998.

3-Evaluación de Riesgos Humanos, Ambientales, y Ecológicos, ICPSI UNEP Químicos, (IRPTC), Centro de Toxicología de Edimburgo 1998. Versión preliminar en español (sin edición técnica , pp 38-42, 1998.

4-Luján J C : Toma de Muestra de Contaminantes Atmosféricos. Apuntes Carrera de Post Grado de Ingeniería Laboral, Cap 3, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Tucumán, Argentina. Julio de 2001.

5-http//www.eea.dk/document/topic.r/Air Health/taking.htm. EU Air Qualyty Guidelines.

6-Resolución N° 294 – CPS – 85 – Anexo 1 – Normas de Calidad de Aire –Consejo Provincial de Salud – Tucumán – Argentina, 1986.

7-Alquitrán, sustancias volátiles solubles en Benceno, Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Ley 19.587, Decreto 361179, Ed. Valletta, Buenos Aires, Argentina, p 89, 1998.