



**UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO**

**Título del proyecto de investigación:**

**Daño en la salud de los trabajadores por exposición al asfalto caliente.**

**Autor**

**Ing. Fabián Eudoro Moreira Basurto**

Artículo de revisión sistemática presentado como requisito para la obtención del título de Magister en Seguridad y Salud Ocupacional

Portoviejo, marzo de 2019



**UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO**

**Dirección de Postgrados**

**Título del Proyecto de Investigación**

**Daño en la salud de los trabajadores por exposición al asfalto caliente.**

**Autor**

**Ing. Fabián Eudoro Moreira Basurto**

Artículo de revisión sistemática presentado como requisito para la obtención del título de Magister en Seguridad y Salud Ocupacional

Portoviejo, marzo de 2019



**Universidad San Gregorio de Portoviejo  
Dirección de Postgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Daño en la salud de los trabajadores por exposición al asfalto caliente**

**Autor: Ing. Fabián Eudoro Moreira Basurto**

Dr. Eugenio Radaméz Borroto Cruz Ph.D.  
**Director de Postgrado**

-----

Dr. Luis Vásquez Zamora Ph.D.  
**Coordinador Académico MSSO de la USGP**

-----

Ing. Janeth Salvador Moreno MSc.  
**Directora MSSO de la USGP**

-----

Portoviejo, marzo de 2019

# DAÑO EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES POR EXPOSICIÓN AL ASFALTO CALIENTE

## RESUMEN

El presente trabajo intenta hacer una revisión sistemática sobre la bibliografía existente relacionada con la exposición laboral al asfalto caliente y el daño que ocasiona este producto. El objetivo es determinar el impacto en la salud de los trabajadores por la exposición al calor del asfalto. Este propósito investigativo unido a la voluntad del hombre de manera ética y profesional conduce a obtener información valiosa para la sociedad, estar al tanto de cifras conducentes que demuestran los efectos del asfalto a temperaturas elevadas ocasiona la difusión del conocimiento como herramienta clave y al alcance de todos en la prevención y mitigación de efectos nocivos en la salud humana. Se direccionó la búsqueda en bases de datos bibliográficas como Latindex, Redib, Medline, Embase, Redalyc, Elsevier, Scielo; se consideró el título, la credibilidad y experiencia del autor, la idoneidad del resumen y la aplicabilidad de los resultados. De esta manera se valoró la metodología empleada, las diversas pruebas y ensayos así como los hallazgos encontrados. Irritación dérmica, en garganta y ojos, así como riesgos en el aparato respiratorio y pulmonar, son algunos de los efectos que los estudios revisados han demostrado.

**Palabras claves:** exposición laboral, asfalto caliente, daños en la salud.

## **ABSTRACT**

The present work intends to make a systematic review about the existing bibliography related to occupational exposure to hot asphalt and the damage caused by this product. The objective is to determine the impact on workers' health due to exposure to asphalt heat. This investigative purpose linked to the will of man in an ethical and professional way leads to obtain valuable information for society, to be aware of leading figures that demonstrate the effects of asphalt at high temperatures causes the diffusion of knowledge as a key tool and within reach of all in the prevention and mitigation of harmful effects on human health. The search was addressed in bibliographic databases such as Latindex, Redib, Medline, Embase, Redalyc, Elsevier, Scielo; the title, credibility and experience of the author, the suitability of the summary and the applicability of the results were considered. In this way, the methodology used, the various tests and trials as well as the findings found were valued. Dermal, throat and eye irritation, as well as risks in the respiratory and pulmonary system, are some of the effects that the studies reviewed have shown.

**Keywords:** occupational exposure, hot asphalt, health damage.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA.....	3
RESULTADOS.....	4
DISCUSIÓN .....	13
CONCLUSIONES.....	16
BIBLIOGRAFÍA .....	17

## INTRODUCCIÓN

El mayor beneficio del ecosistema versus el adelanto y prosperidad del nivel de vida de las personas ha procurado un vasto conocimiento de los fenómenos existentes en el universo; de tal manera que el ser humano ha conseguido la mejora constante de cantidad, calidad y aplicación de nuevos productos y formas de transformación del saber científico. Sin embargo parecería contradictorio que mientras tenemos mejores instrumentos para llevar una vida más placentera, por otro lado se activa una gran variedad de riesgos en la salud humana, sobre todo la manifestación de enfermedades derivadas del trabajo (Cortés, 2007).

Uno de los componentes descubierto por el ser humano es el asfalto, utilizado en el campo amplio de la ingeniería civil para ejecutar diversas actividades o construir obras de infraestructura. El asfalto que resulta del proceso de refinación del petróleo, ha sido un gran aliado en cuanto a labores viales se refiere, según el Manual del Asfalto (Instituto del Asfalto, 1973) esta sustancia conocida también como betún, es uno de los materiales más antiguos que el hombre ha empleado, tanto en pavimentación, revestimiento de obras hidráulicas y algunos otros usos.

El listado de enfermedades profesionales (Organización Internacional del Trabajo, 2010), contempla las causadas por los derivados alogenados de los hidrocarburos alifáticos o aromáticos, que justamente hace referencia al uso de asfalto; bajo esta premisa se hace necesario contemplar los riesgos que ocasiona

en las personas que manipulan este elemento, en temas de salud y seguridad ocupacional es importante considerar el uso apropiado, la vestimenta, los utensilios adecuados; con el ánimo de minimizar el impacto del calor de una mezcla de asfalto al entrar en contacto con el ser humano.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) Menciona que 12,2 millones de personas en el mundo mueren en edad laboral por enfermedades no transmisibles, datos alarmantes que ponen de manifiesto el cuidado y la protección a considerar en los puestos de trabajo, y de manera muy especial el sector de la construcción.

El ambiente de trabajo (Cortés, 2007) es concebido como el compuesto por factores mecánicos, físicos, químicos y biológicos, parte central de la estimulación de daños y perjuicios a la salud del trabajador. El Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2008) establece todas las actividades de este sector, hace particular alusión a la vigilancia de la salud de los trabajadores. El texto especifica los cuidados y protección que se debe tener en cada una de las labores de la construcción, como el resguardo individual de cascos, ropa, mascarillas de acuerdo al tipo de exposición, y demás implementos.

El tema en cuestión aborda una problemática que para muchos es desconocida, sin embargo poco a poco ha despertado interés por la gran cantidad de enfermedades generadas a nivel mundial. La investigación por su parte ayuda a tomar medidas concretas a través del conocimiento que se desprende de

diversas pruebas e instrumentos empleados, los resultados ayudan a la humanidad a descubrir efectos en la salud que día a día aparecen y por lo consiguiente la información sirve para tomar medidas de precaución y hacer conciencia al momento de exponerse al contacto del calor de asfalto.

El presente trabajo busca determinar el impacto en la salud de los trabajadores por la exposición al calor del asfalto; a través de una revisión bibliográfica, síntesis e interpretación del contenido.

## **METODOLOGÍA**

La investigación aplicada a este trabajo científico es de revisión sistemática a través de la cual se busca información bibliográfica sobre los efectos que provoca la exposición al calor del asfalto en quienes trabajan directamente en esta labor. La búsqueda fue direccionada a encontrar información en base de datos bibliográficas como Latindex, Redib, Medline, Embase, Redalyc, Elsevier, Scielo, con fechas de publicación no menor al año 2005. Las fechas de consulta fueron entre octubre y diciembre de 2018, se recabó 30 artículos, de los cuales 20 corresponden a los relacionados con efectos en la salud humana por la exposición a asfalto caliente.

Se empleó descriptores como riesgo, asfalto caliente, daño en la salud. Se procedió a observar el título, la credibilidad y experiencia del autor, la idoneidad del resumen y la aplicabilidad de los resultados.

Los criterios de inclusión: estudios en personas con diez años mínimo dedicados a la colocación de asfalto, medidas de seguridad y protección aplicadas, recomendaciones técnicas por parte de entidades involucradas, estudios publicados en inglés y español.

Los criterios de exclusión: estudios en trabajadores de pavimentos distintos al asfalto, artículos que no tratan sobre exposición ocupacional.

Los criterios confusores: antecedentes cancerígenos en familiares, estilos de vida y alimentación no saludable, investigaciones con datos tomados en personas fumadoras.

## **RESULTADOS**

El asfalto según (Mastandrea, y otros, 2005) es considerado un hidrocarburo aromático policíclico (PAHs) producto de diversos procesos industriales, sus compuestos son cancerígenos y/o mutágenos, es importante el control a su exposición. Este componente es elaborado principalmente a base de petróleo, que una vez mezclado con otros agentes se calientan a temperaturas muy elevadas, absorbidas por quienes ejecutan esta labor.

Los daños en las vías respiratorias, la garganta y los ojos, ocasionados por el humo de asfalto en trabajadores, han sido temas de interés para varios investigadores, es así que resultados de varios estudios lo asocian con irritación ocular y efectos en el aparato respiratorio (Cuesta, Martínez, & Espinosa, 2016),

aplicó cuestionarios de síntomas respiratorios, y auto reportes de síntomas oculares a 135 trabajadores de una empresa de infraestructura vial, concluyeron que se debe alertar las propiedades toxicológicas y de manera directa el benzo(a)pireno en la actividad de colocación de asfalto. De la misma manera (Moscote, Méndez, & Beltrán, 2012) evaluaron a 985 trabajadores a través de la Guía Técnica Colombiana, encontraron que el humo del asfalto caliente provoca efectos irritantes en los ojos desde el panorama toxicológico industrial, además de secreción nasal y ronquera. (Rumler, Rühl, Nies, Rode, & Heger, 2007) Confirma dentro de su investigación daños en el aparato respiratorio y ojos por la exhibición laboral de asfalto, recomiendan el uso de mecanismos de protección ante tal efecto.

El estudio de (Medina & Rodríguez, 2009) en cambio aplicó filtros de membrana de politetrafluoroetileno (PTFE) de 37mm y un tamaño de poro de 2µm, con soportes de celulosa, cassettes de 37mm, sellos de celulosa, bombas de muestreo personal a un flujo promedio de 2 L/min, tubos flexibles y un calibrador de flujo digital; a través de un registro de bitácoras de 86 muestras concluye que más del 40% de los trabajadores entrevistados presentaron irritación de ojos durante o al finalizar la jornada y más del 25% sufrieron fatiga e irritación de garganta.

En el año 2016 (Neghab, y otros, 2016) publicaron los resultados de un estudio efectuado a 210 sujetos, de los cuales 80 estaban expuestos laboralmente a humos de asfalto; esto con el ánimo de determinar los daños en la función renal y hepática. Con muestras de congregaciones atmosféricas, muestras de sangre y

orina se evidenció que la exposición a niveles de valor límite por debajo del umbral de partículas totales y fracciones solubles en benceno está asociada con disfunción precoz del hígado y riñón, así como trastornos hematológicos.

(Raulf-Heimsoth, y otros, 2011) Muestra cómo a partir de un análisis de espirometría, líquido de lavado nasal y esputo inducido efectuado a 320 trabajadores expuesto al betún caliente, pretende descubrir los efectos que esta labor puede ocasionar en los pulmones. Los resultados se ajustan a tres parámetros examinados, como son la función pulmonar, la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1), valores dentro de los rangos normales. En este mismo campo (Olsson, y otros, 2010) una muestra de 433 casos y 1,253 controles de fallecidos por cáncer de pulmón entre los años 1980 hasta 2005, determinó el riesgo de esta enfermedad terminal en los trabajadores de asfalto. Los resultados fueron 1.12 para la exposición por inhalación al humo de betún y 1.17 para la exposición dérmica al condensado de betún. No existe una certeza permanente de una agrupación entre los indicadores de inhalación o exposición dérmica al betún y el riesgo de cáncer de pulmón; podría deberse a inhalación de humo de tabaco o de alquitrán de hulla. A raíz de este estudio tres años después (Agostini , y otros, 2013) valoró las RUP de la exposición a los humos bituminosos con estimaciones de exhibición refinadas y originales como posible riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón en 1555 sujetos de casos y controles. De lo cual se obtuvo que no fueron elocuentemente desiguales entre los estudios que usaron ambas apreciaciones de exposición. El compromiso por fumar tabaco y la exposición al alquitrán de hulla no repercutieron en los resultados.

Los daños en la piel ha sido otro foco de atención, (Cirla, y otros, 2007) tomó una muestra a 100 trabajadores a través de una entrevista y un monitoreo del aire dentro del ambiente, colocación de medidas de contagio cutánea y por último un monitoreo biológico de los prototipos de orina. Los resultados fueron que los trabajadores del asfalto experimentan una leve exhibición laboral a la HAP, tanto por vía inhalatoria como dérmica, un aumento significativo de 1-hidroxipireno urinario durante la semana de trabajo. La tasa de despliegue dérmica se previó cerca de tres veces más alta que el ajuste de exposición en el aire; mientras que la información toxicocinética y datos profilácticos, la notabilidad de la filtración dérmica es menor que la pectoral. (Cuesta, Martínez, & Espinosa, 2016) Afirman entre los hallazgos encontrados irritación cutánea en un 20,8% de una muestra de 135 trabajadores. Con una metodología transversal (Serdar, Lee, & Dou, 2012) se efectuó en el Condado de Miami-Dade, Florida, una muestra de los niveles de creatinina urinaria después del cambio de jornada, se observaron niveles más altos de metabolitos de la HAP en la orina y de 8-OHdG entre los trabajadores que informaron tener quemaduras en la piel y que no usaron guantes durante el trabajo. La quemadura de la piel relacionada con el trabajo y el uso de guantes protectores parecen influir en la exposición a la (PAHs) y los niveles de daño en el ADN.

(McCLEAN, y otros, 2006) plantearon utilizar aductos de ADN como biomarcadores de dosis biológicamente efectivas. Extrajeron muestras cada tres meses (primavera, verano, otoño e invierno) durante 1 año, fueron 49 trabajadores de pavimentación de asfalto (169 muestras) y 36 trabajadores de la

construcción sin pavimentación (103 muestras). Los aciertos indicaron que la carga de aductos aumentó a lo largo de la semana laboral entre los trabajadores de pavimentación, lo que sugiere que los daños en el ADN pueden estar asociados con la exposición ocupacional al asfalto de mezcla en caliente. En el análisis de ADN de los linfocitos de la sangre de 30 trabajadores expuestos a humos de asfalto y 30 controles no expuestos, (Bacaksiz, Kayaalti, Soylemez, Tutkun, & Soylemezoglu, 2014) se empleó la electroforesis en gel de una sola célula alcalina (SCGE). Los resultados demostraron que los empleados arriesgados a humos de asfalto obtienen un mayor daño en el ADN que el grupo de control ( $p < 0.01$ ). Un estudio similar realizaron (Sudha, Bhuvaneshwari, & Kripa, 2011) a 73 sujetos varones (36 pavimentadoras y 37 controles), los mismos que tenían un período de trabajo en esta actividad entre 5 y 15 años, y una edad promedio de 26 a 59. Los trabajadores de betún caliente tienen efectos de daños genéticos y alta sensibilidad en los efectos oxidativos por la exposición a este elemento en altas temperaturas. En los resultados que obtuvieron (Marczynski, y otros, 2010) parecería que existe una agrupación entre los efectos genotóxicos e inflamatorios en el aparato respiratorio y una confrontación paralela a las fracturas de la cadena de ADN en el SI y la sangre de los obreros expuestos al betún; utilizaron un análisis de esputo y sangre en trabajadores de asfalto antes y después de la jornada laboral.

Otras investigaciones no han podido detectar específicamente los problemas de salud que provoca el humo de asfalto, pero más bien han direccionado sus opiniones de acuerdo a deducciones concretas de forma general a las concentraciones que emana este elemento en quienes se exponen al efecto del

mismo, sus riesgos potenciales para la salud y las posibles medidas de mitigación. Es así que (Sobus, y otros, 2009) fundamentó sus resultados en base al uso de biomarcadores urinarios de tres HAP, naftaleno (Nap), fenantreno (Phe) y pireno (Pyr) en 20 trabajadores de pavimentación de carreteras y 6 trabajadores de fresado de carreteras. A diferencia del análisis en los pavimentadores, todos los biomarcadores se engrandecieron significativamente en las muestras posteriores al cambio, lo que indica una rápida absorción y eliminación de (PAHs) después de la exposición al asfalto caliente. Utilizar un método de exposiciones a los compuestos aromáticos policíclicos confrontados entre plantas de fabricación, a diferentes temperaturas y emplear diferentes materias primas, fue el enfoque que (Trumbore, Osborn, Johnson, & Fayerweather, 2015) aplicaron en 151 trabajadores a PHA y las emisiones de asfalto durante la fabricación de productos para techos de asfalto. Los investigadores asumen que la exposición total de los trabajadores al humo de asfalto, en promedio fue del 0.07% de la fracción soluble en benceno. A través de la recolección de muestras de aire en variadas ubicaciones durante la construcción del pavimento de HMA y posteriormente presentes composiciones químicas y concentraciones mediante el uso de cromatografía de gases / detector de masas selectivo (GC / MSD) (Chong, Wang, Guo, & Lu, 2014), (Cirillo, Arnese, Del Prete, Del Prete, & Amodio, 2007) y (Cavallari, y otros, 2012); demostraron que las concentraciones individuales de los productos químicos identificados están por debajo de varios límites de exposición, su efecto colectivo en la salud humana sigue incierto y puede no ser ignorado. Recomiendan que para disminuir la exposición a los (PAHs) en el aire en los trabajadores se debe suplir el biodiesel por diesel como agente de limpieza y disminuir la temperatura de aplicación de HMA. (Karaman & Pirim, 2009) y

(Buratti, y otros, 2007) aplicaron un análisis de la excreción urinaria de 1-hidroxipireno (1-OHP) usada como biomarcador de la exposición ocupacional a (PAHs), la concentración de 1-OHP en la orina fue mayor para los trabajadores del asfalto que para los controles ( $p < 0,001$ ). A pesar de esto se determinó que no hubo una correlación estadísticamente significativa entre la concentración urinaria de 1-OHP y las frecuencias de SCE o MN ( $r = 0.25, p > 0.5$ ;  $r = 0.17, p > 0.5$ , respectivamente).

Las interrogantes sobre los posibles riesgos cancerígenos producidos por el humo de asfalto en trabajadores que se exponen a este producto permitió que el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional apoyara dos bioensayos en la piel de ratones, los estudios mostraron que todos los condensados de humo y dos de las cinco subfracciones de HPLC del humo de temperatura más alta eran carcinogénicos. A partir de ello (Kriech, Kurek, & Wissel, 2009) diseñaron una investigación para establecer hasta qué punto el modo de generación de humo de NIOSH afectó su composición y, por lo tanto, la actividad biológica. Los resultados mostraron que pequeños cambios en el modo de generación producen marcadas diferencias en la composición del humo. Los humos generados en el laboratorio se enriquecieron significativamente en PAC de mayor peso molecular asociados con carcinogenicidad en estudios con animales.

En la revisión efectuada se pudo recabar trabajos científicos que han contribuido a la investigación de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) y sus efectos en la salud humana por exposición a los mismos, los autores consideran al asfalto un PHA; el estudio (Mastandrea, y otros, 2005) reflexionan

que el asfalto de petróleo contiene pocos (PAHs) superiores; sin embargo, este asfalto al mezclarse con alquitrán de hulla, provoca un aumento el riesgo de exposición al trabajar con asfalto caliente. Como principales efectos tóxicos de estos químicos sobre la piel mencionan a la dermatitis aguda y crónica con síntomas de quemazón, picor y edema. La exposición prolongada causa pigmentación en las zonas de la piel, con cornificación de las capas superficiales y telangioectasis. Se puede observar irritación de las vías aéreas superiores con bronquitis y tos crónica, producen lagrimeo, fotofobia, edema de párpados e hiperemia conjuntival. El estudio consistió primero en aductos con ADN y otras proteínas en la sangre, con un esquema de pasos desde la precipitación de globulinas del plasma hasta la derivatización y análisis por GC-MS. Un segundo estudio fue el de metabolitos hidroxilados en muestras de orinas, así mismo el procedimiento consistió desde la mezcla de orina con buffer de acetato hasta la aplicación de este a un sistema cromatográfico. Otro estudio (Rodríguez M. , 2011) permitió evaluar la generación de cáncer de pulmón laboral, la autora recopiló el análisis de 854 casos y 809 controles, de los cuales dentro de las tareas y los procesos de trabajo respecto a la exposición de (PAHs) por asfalto representan 63 casos y 53 controles. Los resultados determinaron que la falta de reconocimiento del cáncer laboral de pulmón no permite tomar medidas para la prevención efectiva de esta enfermedad ocupacional. La tesis de (Rodas, 2016) llevada a cabo en nuestro país, consistió en evaluar a 15 trabajadores directos del revestimiento de asfalto en la obra Vía Colimes – Olmedo durante julio 2013 hasta julio 2015. Concluyó que los accidentes y enfermedades laborales en trabajadores de asfalto son sobre todo por: Exposición a gases por la mezcla de asfalto,

manipulación de mezcla asfáltica caliente y combustión por error de manipulación y riesgos físicos.

(Karami, y otros, 2011) A través de una regresión logística incondicional midieron el riesgo en relación con la exposición laboral a ciertos hidrocarburos aromáticos policíclicos y su incidencia en la determinación de cáncer renal (carcinomas de células renales). Concluyeron que hay una posible asociación entre el estireno ocupacional y la exposición al acrilonitrilo y el riesgo de cáncer renal. Sin embargo se necesitan estudios adicionales para replicar los hallazgos, ya que es la primera vez que se informan estas asociaciones y pueden deberse al azar. Un mecanismo de análisis distinto fue el que emplearon (Väänänen, Hämeilä, Kalliokoski, Nykyri, & Heikkilä, 2005), quienes determinaron la exposición a HAP dérmica al lavarse las manos (con aceite de girasol y limpieza con pañuelos de Kleenex) antes y después del turno de trabajo, y se colocaron almohadillas de exposición en las muñecas de los trabajadores durante el turno de trabajo. El contagio de la piel por (PAHs) fue significativamente mayor ( $P < 0.01$ ) en la remezcla y menor en la pavimentación con SMA. (CAVALLO, y otros, 2006, pág. 211) Realizaron un análisis a través de un monitoreo ambiental y biológico de la exposición a asfalto y muestras de orina, se efectuó en 19 empleados de pavimentación y 22 controles. Dentro de los resultados mencionan que: “Las muestras personales de aire mostraron un bajo nivel de (PAHs) totales ( $2.843 \mu\text{g m}^{-3}$ ) con una prevalencia de 2–3 HAP en anillo ( $2.693 \mu\text{g m}^{-3}$ ). El OH-pireno urinario después del turno de trabajo de los tres días hábiles fue significativamente más alto que el encontrado al comienzo de la semana laboral”.

En su estudio (Campo, y otros, 2006) pudo concretar sus resultados en que la exposición personal media a HAP de bajo punto de ebullición durante el turno de trabajo osciló entre 0.5 y 369 ng / m<sup>3</sup>., con naftaleno como el compuesto más abundante a través de muestras de HAP urinarios.

Se encontró una tesis que trata sobre los riesgos en trabajadores de la construcción, con una edad mayor de 50 años. (Rodríguez F. , 2015) Con una muestra de 75 trabajadores y con la ayuda de una Lista de Chequeo, Concertación o Verificación y el Cuestionario basado en el documento del INSHT, los riesgos de mayor incidencia se encuentran en el contacto con sustancias químicas, polvos inorgánicos y gases de combustión de maquinarias pesadas así como la humedad. Concluyó que el mismo viene dado por la exposición al calor, humedad y radiaciones solares. El 76% de los encuestados mencionaron estar expuesto a materiales peligrosos durante sus actividades laborales, de los cuales 56,7% indicaron que los materiales son de tipo químico. Los problemas de salud que particularmente inciden por la exposición al calor con agentes químicos son en las articulaciones y reumáticas.

## **DISCUSIÓN**

La exposición al asfalto caliente provoca enfermedades en la piel, en los ojos (Cuesta, Martínez, & Espinosa, 2016), y según varias investigaciones este elemento repercute en otros órganos como garganta, pulmones e incluso en el ADN de las personas. Los estudios realizados y los métodos empleados hasta la actualidad han permitido corroborar de alguna manera la hipótesis sobre si el humo de asfalto perjudica la salud del hombre, sobre todo de aquellos que se exponen laboralmente a este PAHs. Aquellos que han utilizado la recaudación de datos a través de cuestionarios, observaciones, bioensayos, muestras de sangre, orina y manifestación en el ambiente; nos traen resultados que alertan los posibles riesgos a los que se enfrentan día a día los trabajadores en la pavimentación. (Cuesta, Martínez, & Espinosa, 2016) Comentan que la protección respiratoria, la ropa de trabajo y los guantes presentan mayor aceptabilidad al uso, sin embargo esto puede ser tomado simplemente como reglas de la empresa que deben cumplir, más no como medidas de protección de la salud humana. Conscientes que los trabajadores que manipulan asfaltos, realizan además limpieza de la calzada o la retirada de pavimentos deteriorados, por lo que pueden estar sometidos a la inhalación del polvo , es conveniente el control de este peligro.

En la revisión efectuada denotan gran interés el uso de métodos de intervención a través de muestras de sangre y orina en su gran mayoría, además de congregaciones atmosféricas y aplicación de encuestas sobre síntomas y reportes de enfermedades; la población estudiada circunda entre 20 y 1000 trabajadores expuestos a asfalto o PAHs. Dentro de la investigación existen resultados que demuestran la poca o nula certeza de efectos cancerígenos, sobre

todo de pulmón a causa del asfalto (Olsson, y otros, 2010), no obstante debemos estar alertos siempre a los riesgos que implica exponerse a productos que se derivan del petróleo; pero para el caso de los PAHs se precisa que existe relación directa entre tiempo de exposición y riesgo de este tipo de cáncer (Rodríguez M. , 2011). En algunos casos también existen rangos de nivel moderado o normales en la función pulmonar, capacidad vital forzada y volumen respiratorio (Raulf-Heimsoth, y otros, 2011). Como factores limitantes dentro de la revisión se pudo constatar la falta de variedad de artículos que traten la temática a partir del año 2005, existen muy pocos estudios efectuados en nuestro país y en toda Latinoamérica, más bien en su gran mayoría son de autores norteamericanos, europeos, entre otros. Esta situación podría sesgar los valores y deducciones por existir diferencias por ejemplo en los hábitos alimenticios, mayor concentración de contaminantes en el ambiente, entre otros factores.

Los aportes de las investigaciones efectuados respecto al tema en cuestión, deben ser confrontadas con los datos estadísticos que presentan organismos internacionales relacionados con temas de salud ocupacional, éstos actualmente son alarmantes sobre todo en el sector de la construcción, he aquí un problema muy complejo porque cada nación presenta panoramas distintos en su medio ambiente, leyes, cultura, nivel de formación y enfoque que se le da a un criterio tan importante como es el daño que ocasiona el trabajo con humo de asfalto. Por un lado nos motiva tener carreteras de primer orden, pero por otro lado hay que considerar tomar las medidas respectivas que minimicen o de ser el caso eliminen todo riesgo de contraer enfermedades en el corto, mediano y largo plazo en este importante sector de la economía de un país.

Tenemos resultados investigativos y cifras o padrones, pero lo que ciertamente aún no se tiene es una cultura de prevención y toma de conciencia de los efectos que puede ocasionar la exposición a temperaturas elevadas mientras se coloca asfalto en nuestras vías o carreteras; en la mayoría de casos por desconocimiento a profundidad sobre los mismos; se considera un trabajo sin mayores complicaciones en términos de salud, pero que en ocasiones puede provocar con el paso del tiempo el desencadenamiento de enfermedades crónicas.

## **CONCLUSIONES**

Si bien es cierto vivimos una época llena de tecnología y adelantos que sirven para la realización de las actividades del ser humano de manera más eficiente y productiva en todos los campos de la ciencia. Muchos de los elementos que se integran en las labores diarias provienen de la mezcla de sustancias químicas y compuestos biológicos que de alguna u otra manera repercute en el bienestar de las personas. Con la revisión efectuada y los hallazgos encontrados por los diferentes autores se considera que:

Los efectos que ocasiona el humo de asfalto en el ser humano son variados, debido a su contenido de petróleo se vuelve un material de trabajo tóxico, por tanto sería importante que se estudie a profundidad otras medidas u otros materiales de menor impacto en trabajos de infraestructura vial.

Es importante y necesario efectuar un seguimiento constante en los trabajadores que manipulen asfalto caliente, monitorear su salud, resguardar su integridad física e informar sobre los efectos y las precauciones que deben tener presente al momento de realizar sus tareas con esta sustancia. Esto permitirá en cierta medida tomar acciones correctivas antes de llegar a tener efectos cruciales o enfermedades terminales.

La cantidad de estudios sobre esta temática es relativamente bajo en toda Sudamérica, por cuanto sería conveniente aterrizar este tipo de investigaciones en los países que componen esta región, con resultados más centrados en nuestra realidad se podrán tener datos e información clave para diferentes públicos a quienes interese la investigación y sobre todo a las personas que habitualmente se exponen al calor de asfalto.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Agostini , M., Ferro , G., Burstyn , I., de Vocht , F., Portengen , L., Olsson , A., . . . Kromhout, H. (2013). Does a more refined assessment of exposure to bituminous fumes and confounding factors alter the risk estimates of a

nested case-control study of lung cancer among European asphalt workers? *Occup Environ Med.*, 195-202.

Bacaksiz, A., Kayaalti, Z., Soylemez, E., Tutkun, E., & Soylemezoglu, T. (2014). Lymphocyte DNA damage in Turkish asphalt workers detected by the comet assay. *International Journal of Environmental Health Research*, 11-17.

Buratti, M., Campo, L., Fustinoni, S., Cirila, P., Martinotti, I., Cavallo, D., & Foa, V. (2007). Urinary hydroxylated metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons as biomarkers of exposure in asphalt workers. *Biomarkers*, 221-239.

Campo, L., Addario, L., Buratti, M., Scibetta, L., Longhi, O., Valla, C., . . . Fustinoni, S. (2006). Biological monitoring of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons by determination of unmetabolized compounds in urine. *Toxicology Letters*, 132-138.

Cavallari, J., Osborn, L., Snawder, J., Kriech, A., Olsen, L., Herrick, R., & McClean, M. (2012). Predictors of Airborne Exposures to Polycyclic Aromatic Compounds and Total Organic Matter among Hot-Mix Asphalt Paving Workers and Influence of Work Conditions and Practices. *The Annals of Occupational Hygiene*, 138-147.

CAVALLO, D., URSINI, C. L., BAVAZZANO, P., CASSINELLI, C., FRATTINI, A., PERNICONI, . B., . . . IAVICOLI, S. (2006). Sister Chromatid Exchange and Oxidative DNA Damage in Paving Workers exposed to PAHs. *The Annals of Occupational Hygiene*, 211-218.

Chong, D., Wang, Y., Guo, H., & Lu, Y. (26 de noviembre de 2014). *Volatile Organic Compounds Generated in Asphalt Pavement Construction and Their Health Effects on Workers*. Recuperado el 25 de noviembre de 2018, de <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000801>

Cirillo, T., Arnese, A., Del Prete, E., Del Prete, U., & Amodio, R. (2007). Evaluation of airborne respirable particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbon exposure of asphalt workers. *ITALIAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH*, 278-284.

Cirila, P., Martinotti, I., Buratti, M., Fustinoni, S., Campo, L., Zito, E., . . . Foà, V. (2007). Assessment of Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Italian Asphalt Workers. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 87-99.

Cortés, J. (2007). *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales Seguridad e Higiene del Trabajo*. Madrid: Tebar.

- Cuesta, J., Martínez, L., & Espinosa, M. (2016). EFECTOS IRRITANTES EN PIEL, MUCOSAS RESPIRATORIAS Y OCULARES EN TRABAJADORES EXPUESTOS A HUMOS DE ASFALTO DE UNA EMPRESA DE INFRAESTRUCTURA VIAL – CUNDINAMARCA, COLOMBIA. *Salud Bosque*, 7-22.
- Instituto del Asfalto. (1973). *Manual del Asfalto*. Bilbao, España: Urmo S.A. Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de Manual del Asfalto: <https://es.scribd.com/doc/123896961/Manual-Del-Asfalto>
- Karaman, A., & Pirim, I. (2009). Exposure to bitumen fumes and genotoxic effects on Turkish asphalt workers. *Clinical Toxicology*, 321-326.
- Karami, S., Boffetta, P., Brennan, P., Stewart, P., Zaridze, D., Matveev, V., . . . Moore, L. (2011). Renal cancer risk and occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and plastics. *Author Manuscript*, 218-223.
- Kriech, A., Kurek, J., & Wissel, H. (2009). Effects of Mode of Generation on the Composition of Asphalt Fumes. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 179-188.
- Marczynski, B., Raulf-Heimsoth, M., Pesch, B., Kendzia, B., Käfferlein, H., Vosshans, B., . . . Brüning, T. (2010). Detection of DNA strand breaks by comet assay in sputum leucocytes of bitumen-exposed workers: A pilot study. *Human & Experimental Toxicology*, 721-729.
- Mastandrea, C., Chichizola, C., Ludueña, B., Sánchez, H., Álvarez, H., & Gutierrez, A. (1 de Enero de 2005). Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos. 27-36. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 12 de diciembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/pdf/535/53522191006.pdf>
- McCLEAN, M., WIENCKE, J., KELSEY, K., VARKONYI, A., ONG, L., EISEN, E., & HERRICK, R. (2006). DNA Adducts among Asphalt Paving Workers. *The Annals of Occupational Hygiene*, 27-34.
- Medina, M., & Rodríguez, M. (2009). *Determinación de la exposición a humos de asfalto en trabajadores de carreteras*. Guanacaste, Heredia, Cartago y San José: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Ministerio de Trabajo y Empleo. (10 de Enero de 2008). Registro Oficial N°249. *Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y obras Públicas*. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 15 de diciembre de 2018, de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-para-la-Construcci%C3%B3n-y-Obras-P%C3%ABlicas.pdf>
- Moscote, O., Méndez, G., & Beltrán, C. (2012). ANÁLISIS DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES EN ACTIVIDADES DE PAVIMENTACIÓN CON ASFALTO. *Redes de Ingeniería*, 66-81.

- Neghab, M., Derisi, F., Forough, Z., Hassanzadeh, J., Dirin, V., & Heidari, S. (2016). Toxic responses of different organs following occupational exposure to sub-threshold limit value levels of paving asphalt fumes. *TOXICOLOGICAL & ENVIRONMENTAL CHEMISTRY*, 331-339.
- Olsson, A., Kromhout, H., Agostini, M., Hansen, J., Funch, C., Johansen, C., . . . Boffetta, P. (2010). A Case–Control Study of Lung Cancer Nested in a Cohort of European Asphalt Workers. *Environ Health Perspect*, 1418-1424.
- OMS. (30 de Noviembre de 2017). *Protección de la salud de los trabajadores*. Recuperado el 23 de noviembre de 2018, de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health>
- Organización Internacional del Trabajo. (2010). Lista de Enfermedades Profesionales de la OIT. *Conferencia General de la OIT* (pág. 4). Ginebra: Organización Internacional del Trabajo. Recuperado el 14 de diciembre de 2018, de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safewor/documents/publication/wcms\\_125164.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safewor/documents/publication/wcms_125164.pdf)
- Raulf-Heimsoth, M., Pesch, B., Kendzia, B., Spickenheuer, A., Bramer, R., Marczyński, B., . . . Brüning, T. (2011). Irritative effects of vapours and aerosols of bitumen on the airways assessed by non-invasive methods. *Archives of Toxicology*, 41-52.
- Rodas, G. (2016). *DETERMINAR LOS FACTORES DE RIESGO FISICOS A LOS QUE ESTAN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES RESPONSABLES DEL REVESTIMIENTO ASFALTICO Y PROPUESTA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL DIRIGIDO A LOS TRABAJADORES DE LA VIA EN LA COMPAÑIA VERDU S.A.* Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Rodríguez, F. (2015). *RIESGOS EMERGENTES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION EN TRABAJADORES MAYORES A 50 AÑOS*. Carabobo: Universidad de Carabobo.
- Rodríguez, M. (2011). *Cáncer de Pulmón por Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en la población del estudio Capua*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Rumler, R., Rühl, R., Nies, E., Rode, P., & Heger, M. (2007). Health Complaints of German Mastic Asphalt Workers. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 233-236.
- Serdar, B., Lee, D., & Dou, Z. (2012). Biomarkers of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and DNA damage: a cross-sectional pilot study among roofers in South Florida. *BMJ*, 1-10.
- Sobus, J., Mcclean, M., Herrick, R., Waidyanatha, S., Onyemauwa, F., Kupper, L., & Rappaport, S. (2009). Investigation of PAH Biomarkers in the Urine of

Workers Exposed to Hot Asphalt. *The Annals of Occupational Hygiene*, 551-560.

Sudha, S., Bhuvanewari, M., & Kripa, K. (2011). Cytogenetic Biomonitoring of Road Paving Workers. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 713-717.

Trumbore, D., Osborn, L., Johnson, K., & Fayerweather, W. (2015). Airborne Exposures to Polycyclic Aromatic Compounds Among Workers in Asphalt Roofing Manufacturing Facilities. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 564-576.

Väänänen, V., Hämeilä, M., Kalliokoski, P., Nykyri, E., & Heikkilä, P. (2005). Dermal Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons among Road Pavers. *The Annals of Occupational Hygiene*, 167-178.