

Identificación de los Potenciales Riesgos Químicos en los trabajadores expuestos a la Gasolina y sus Diferentes Derivados, en una Estación de Servicios de Combustibles, de la Ciudad de Medellín, en el Año 2023 y 2024.

Leonela Ximena Miño Riascos
Claudia Patricia Rentería Sánchez
Zayda Johanna Rodríguez De Luque
Melanie Joann Vélez Salazar

Universidad CES
Facultad de Medicina
Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo
Medellín, Antioquia, Colombia
2024

Identificación de los Potenciales Riesgos Químicos en los trabajadores expuestos a la Gasolina y sus Diferentes Derivados, en una Estación de Servicios de Combustibles, de la Ciudad de Medellín, en el Año 2023 y 2024.

Leonela Ximena Miño Riascos
Claudia Patricia Rentería Sánchez
Zayda Johanna Rodríguez De Luque
Melanie Joann Vélez Salazar

Proyecto presentado para optar al título de Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

Asesor
Melissa González Caballero, Especialista (Esp)Universidad CES
Facultad de Medicina
Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo
Medellín, Antioquia, Colombia
2024

CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

1. FORMULACION DEL PROBLEMA

2. MARCO TEÓRICO

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

3.2 Objetivos específicos

4. METODOLOGIA

4.1. Enfoque metodológico de la investigación

4.2 Tipo de Estudio

4.3. Población

4.4. Criterios de Inclusión y Exclusión

4.5. Variables de análisis

4.6. Técnica de recolección de la información

4.7. Proceso de obtención de la información

4.8. Control de Errores y Sesgos

5. CONSIDERACIONES ÉTICAS

6. RESULTADOS

7. DISCUSIÓN

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

10. ANEXOS

RESUMEN

Introducción: en Colombia las estaciones de gasolina, aun cuentan con trabajadores encargados de realizar el tanqueo de los vehículos, recolectar dinero, entre otras funciones; por su labor, se encuentran de manera continua expuestos a un riesgo químico como es el benceno, y las consecuencias sobre la salud de esta población se desconoce, en parte, porque en los exámenes médicos ocupacionales periódicos por lo general solo realizan la exploración física. El benceno es un hidrocarburo aromático que se absorbe por vía respiratoria, digestiva y cutánea, éste es un agente cancerígeno clasificado por la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) en el grupo 1 (cancerígeno para los seres humanos). La continua exposición a benceno puede producir leucemia mieloide aguda, linfoma no Hodgkin, leucemia linfoide y mieloides crónicas en los seres humanos.

Objetivo: analizar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo de once expendedores de combustibles de una estación de servicio de gasolina en la ciudad de Medellín (Antioquia, Colombia) en 2023 y 2024.

Metodología: esta investigación es un estudio de corte transversal, observacional, en el cual se realizó una encuesta heteroaplicada y una bitácora observacional en una estación de gasolina de la ciudad de Medellín, con lo cual se caracterizó la población trabajadora e identificaron los riesgos laborales potenciales a los que está expuesta esta población.

Resultados: la población estudiada, todos del sexo masculino, laboraban 8 horas diarias y 48 horas a la semana. Se encontró que a toda la población de estudio se les realizó exámenes médicos ocupacionales de ingreso y periódicos, este último consistía únicamente en la exploración física. De acuerdo con el trabajo de campo observacional, se identificaron condiciones laborales que suponen riesgo, como: el uniforme usado por todos los trabajadores, sólo constaba de gorra, pantalón de dril y camisa manga larga; no uso de monogafas, guantes y tapabocas; además, el concepto de Elementos de Protección Personal (EPP) por parte de los trabajadores, es errado. Sumado a lo anterior, no se observó lavado frecuente de manos, y se encontró que los trabajadores realizaban multitareas de manera simultánea.

Conclusión: las condiciones de seguridad y salud en el trabajo de los expendedores de combustible de la estación de gasolina en el sector de Los Colores en la ciudad de Medellín, proporcionan un alto riesgo de enfermedad, todos los factores encontrados son posibles de intervenir, para lo cual

se requiere concientización de la importancia de trabajar en ellos tanto por parte del empleador como de los empleados. La cartilla elaborada como resultado de este trabajo, tiene como objetivo lograr dicha sensibilización en ambas partes y dar las pautas para iniciar las acciones correctivas lo antes posible.

Palabras Claves: Benceno, estación de servicio, trabajadores, gasolina, leucemia, bitácora observacional.

ABSTRACT

Introduction: In Colombia, gas stations still hire attendants to run their operations. Like in many countries, Colombian filling station attendants' duties include pumping fuel and accepting payments. Given their duties, they are exposed to benzene, a chemical hazard. However, the consequences of their prolonged exposure to this chemical are unknown because their occupational health assessments are focused primarily on physical assessment. Benzene is an aromatic hydrocarbon, which can be absorbed through respiratory, digestive, and cutaneous routes. It is classified as a carcinogen by the International for Research on Cancer (IARC) in group 1, meaning it is carcinogenic to humans. Prolonged exposure to benzene may lead cancers such as acute myeloid leukemia, lymphoid leukemia, non-Hodgkin lymphoma, and chronic myeloid leukemia.

Objective: to analyze the working safety and health conditions of eleven filling station attendants at one gas station in Medellín (Antioquia, Colombia) in 2023 and 2024.

Method: this is a cross-sectional and observational study which collected data using a survey and field notes to characterize the population of filling station attendants and to identify their major working condition risks.

Results: the analyzed filling station attendants were all male, they worked 8 hours per day, 6 days per week. The results show that they are required to take an initial and periodical occupational health assessments. However, these assessments focus only on physical examinations. During the fieldwork, several risky working conditions were identified, such as the use of inappropriate uniforms and a lack of the use safety tools such as goggles, gloves, and face masks. Additionally, the analyzed filling station attendants have a misconception of what is a Personal Protective Equipment (PPE). Finally, they do not frequently wash their hands and tend to conduct several activities simultaneously.

Conclusion: the analyzed filling station attendants are exposed to risky working conditions, which may increase their likelihood of developing several illnesses. All the identified risk factors can be addressed through educational interventions, such as raising awareness about the consequences of prolonged exposure to benzene and the importance of the use of PPE. Based on these results, I developed a brochure to communicate this information and offer ideas to promote actions aimed at reducing the risks faced by the analyzed filling station attendants.

Keywords: benzene, gas station, filling station attendants, gas, leukemia, field notes.

1. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El trabajo de los dispensadores de las estaciones de servicios (Isleros) consiste en proveer a los clientes de una gasolinera a partir de los tanques de almacenamiento hasta sus vehículos el combustible que ellos solicitan.

Durante la realización de esta tarea se liberan vapores de los carburantes que pueden ser inhalados por el trabajador, también se pueden producir rebosamientos y salpicaduras de los carburantes líquidos que pueden entrar en contacto con su piel, asociado a otras labores auxiliares como lo son la atención al cliente, manejo de caja, limpieza del parabrisas, aseo general de la estación de gasolina.

La exposición a la gasolina y sus derivados es una preocupación importante para los empleadores y/o trabajadores que dispensan combustibles en las estaciones de servicios. Estos trabajadores están expuestos de manera regular a los vapores y las sustancias químicas presentes en la gasolina, lo que puede tener implicaciones para su salud.

La gasolina es una mezcla compleja de hidrocarburos que se obtiene a partir del petróleo crudo. Contiene una variedad de compuestos químicos, como hidrocarburos aromáticos, alifáticos y cicloalifáticos. Además, puede contener aditivos que mejoran el rendimiento del combustible, pero que también pueden representar un riesgo para la salud.

El benceno se conoce generalmente como “Benzol” cuando se encuentra en forma comercial (que es una mezcla de benceno y sus homólogos) y no debe confundirse con la bencina, un disolvente comercial compuesto por una mezcla de hidrocarburos alifáticos.

La absorción del benceno tiene lugar principalmente por vía respiratoria y digestiva. Esta sustancia no penetra fácilmente por vía cutánea, a menos que la exposición sea excepcionalmente alta. Una pequeña cantidad del benceno se exhala sin cambios. El benceno se distribuye ampliamente por todo el organismo y se metaboliza principalmente en fenol, que se excreta en la orina tras su conjugación. Una vez que cesa la exposición, los niveles en los tejidos corporales disminuyen rápidamente.

El benceno es un líquido inflamable y sus vapores forman mezclas inflamables o explosivas con el aire en una amplia gama de concentraciones. El benceno líquido puede emitir vapores a temperaturas tan bajas como -11 °C. Por ello, si no se observan las necesarias precauciones durante el almacenamiento, la manipulación o el uso del benceno líquido, es seguro que, a las temperaturas normales de trabajo, se formarán concentraciones inflamables. Este riesgo aumentará cuando se produzcan salpicaduras o derrames accidentales. (Ministerio del Trabajo y Economía Social, 2023).

Desde el punto de vista biológico, parece ser que las alteraciones hemáticas y de la médula ósea encontradas en los casos de intoxicación crónica con benceno pueden atribuirse a la conversión del benceno en epóxido de benceno. Se ha sugerido que el benceno podría oxidarse directamente a epóxido en las células de la médula ósea, como los eritroblastos.

En lo que se refiere al mecanismo de toxicidad, los metabolitos del benceno parecen interferir con los ácidos nucleicos. Tanto en las personas como en los animales expuestos al benceno, se ha detectado un aumento de la frecuencia de aberraciones cromosómicas. Cualquier factor que inhiba el metabolismo del epóxido de benceno y las reacciones de conjugación, especialmente las alteraciones hepáticas, tenderá a potenciar los efectos tóxicos del benceno. Estos factores son importantes cuando se consideran las susceptibilidades individuales a este agente tóxico.

En la ciudad de Medellín operan 103 estaciones de servicios distribuidas por todo el territorio; agrupadas en 4 marcas, las cuales funcionan almacenando la gasolina bajo tierra en depósitos subterráneos. Estas 103 estaciones generan 1250 empleos entre directos e indirectos para el año 2023. Para este caso en concreto se procederá a realizar una aproximación sobre los diferentes factores que incurren en las alteraciones de salud de las personas que trabajan en la dispensación de combustibles.

Diversos factores pueden influir en el nivel de exposición y el riesgo para la salud de los trabajadores de las estaciones de servicio. Algunos de estos factores incluyen la falta de equipos de protección personal adecuados, la falta de capacitación sobre las medidas de seguridad y el cumplimiento deficiente de las regulaciones y normativas pertinentes.

Es fundamental implementar medidas de prevención y control para proteger la salud de los trabajadores expuestos a la gasolina y sus derivados. Algunas medidas eficaces incluyen la instalación de sistemas de ventilación adecuados, la provisión de equipos de protección personal, como guantes y mascarillas, la capacitación regular sobre los riesgos y las medidas de seguridad,

y el monitoreo de la exposición a través de análisis ambientales y biomarcadores en los trabajadores.

En la literatura científica estudios han demostrado la relación existente entre la exposición de los derivados de la gasolina como el benceno y su alta relación con la incidencia de cáncer como la leucemia mieloide aguda en personas expuestas al benceno. Por lo anterior, el benceno ha sido considerado un agente cancerígeno está clasificado como “grupo 1” por IARC Y A1 por ACGIH, lo que fundamenta la evidencia científica al respecto.

La exposición diaria a la gasolina y sus derivados puede tener consecuencias negativas para la salud de los trabajadores de las estaciones de servicios en la ciudad de Medellín en el año 2023. Los efectos pueden variar desde problemas respiratorios e irritación dérmica hasta efectos neurológicos y un mayor riesgo de cáncer. Para proteger la salud de estos trabajadores, es esencial implementar medidas de prevención y control adecuadas, así como asegurar el cumplimiento de las regulaciones y normativas vigentes.

1.2 Justificación

Esta investigación busca reconocer los posibles riesgos de enfermedad a los cuales están expuestos los expendedores de combustible en el ejercicio de su labor, en una estación de servicio de gasolina en la ciudad de Medellín en el año 2023 y 2024. La investigación es de tipo observacional descriptiva. El trabajo tiene en cuenta aspectos éticos al aplicar el consentimiento voluntario de participación, de los empleados que hagan parte de este estudio. Además, tendrá en cuenta los parámetros de buenas prácticas de investigación en humanos.

El interés de la realización de esta investigación es sensibilizar a las empresas y empleados de las estaciones de servicio, sobre la importancia de tener implementado un adecuado sistema de seguridad y salud en el trabajo, que permita que los expendedores de combustible tenga una mayor protección para su salud, identificar los riesgos de enfermedad a los que se pueden ver expuestos e intervenirlos de manera oportuna; facilitando así un comportamiento de autocuidado, cuidado por el otro y a su vez cuidado al medio ambiente.

1.3. Pregunta de investigación.

¿Cuáles son los potenciales riesgos químicos a los que están sometidos los trabajadores de la estación de servicio de combustible de la ciudad de Medellín en el año 2023 y 2024 por la exposición prolongada a la gasolina y sus derivados a través de un trabajo de campo observacional?

2. MARCO TEÓRICO.

En Colombia la industria de los combustibles líquidos comenzó en 1869 con la primera extracción de una muestra de petróleo del Magdalena Medio, en el sector de “La Cira Infantas”, Santander, a sólo 22 kilómetros de Barrancabermeja (hoy convertido en el pozo más antiguo de Colombia).

En 1905 el gobierno colombiano firmó dos concesiones: La Concesión De Mares y la Concesión Barco, que les dio derechos a agentes privados para explorar terrenos en Santander (Barrancabermeja) y Norte de Santander (Catatumbo), respectivamente. La Concesión De mares se convirtió en propiedad de la empresa Tropical Oil Company también denominada “Troco”, que más adelante cedería sus funciones al Estado en virtud de la expiración del contrato.

La Ley 165 de 1948 creó la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol) y en 1951 se reversó la Concesión De Mares con lo cual todos los bienes pasaron a ser propiedad de la Nación. A partir de allí Ecopetrol se hizo cargo de la operación de la concesión y asumió las actividades propias del desarrollo del negocio del petróleo y los combustibles líquidos. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

2.1. El Petróleo.

Los crudos de petróleo son mezclas de moléculas de hidrocarburos (compuestos orgánicos de átomos de carbono e hidrógeno) que contienen de 1 a 60 átomos de carbono, las propiedades de estos hidrocarburos dependen del número y de la disposición de los átomos de carbono e hidrógeno en sus moléculas. La molécula básica de hidrocarburo consta de 1 átomo de carbono unido a 4 átomos de hidrógeno (metano). Todas las demás variedades de hidrocarburos de petróleo se forman a partir de esta molécula. Los hidrocarburos que tienen hasta 4 átomos de carbono suelen ser gases; si tienen entre 5 y 19, son generalmente líquidos, y cuanto tienen 20 o más, son sólidos. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Los crudos se clasifican en parafínicos, nafténicos, aromáticos o mixtos mediante análisis relativamente simples, de acuerdo con la proporción predominante de moléculas de hidrocarburos similares. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Los crudos de petróleo con alto contenido de carbono, bajo contenido de hidrógeno y baja densidad API suelen ser ricos en aromáticos, mientras que los de bajo contenido de carbono, alto contenido de hidrógeno y alta densidad API, son por lo general ricos en parafinas. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Los hidrocarburos aromáticos son aquellos hidrocarburos que poseen propiedades especiales asociadas con el núcleo o anillo del benceno, en el cual hay seis grupos de carbono-hidrógeno unidos a cada uno de los vértices de un hexágono. Los enlaces que unen estos seis grupos al anillo presentan características intermedias, respecto a su comportamiento, entre los enlaces simples y los dobles. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

La importancia económica de los hidrocarburos aromáticos ha aumentado progresivamente desde que a principios del siglo XIX se utilizaba la nafta de alquitrán de hulla como disolvente del caucho. En la actualidad, los principales usos de los compuestos aromáticos como productos puros son: la síntesis química de plásticos, caucho sintético, pinturas, pigmentos, explosivos, pesticidas, detergentes, perfumes y fármacos. También se utilizan, principalmente en forma de mezclas, como disolventes y como constituyentes, en proporción variable, de la gasolina. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Por las necesidades energéticas del mercado y los altos costos de operación de las plantas de refinación, hacia 1973 las plantas de Intercol (Cartagena), Colpet (Tibú), Texas (El Guamo), y otras redujeron su eficiencia operacional y cerraron para dejar paso a los actuales sistemas de refinación en Barrancabermeja, Cartagena, Apiay, y Orito. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg>).

Las condiciones del mercado y las necesidades de abastecimiento han ocasionado que la producción de combustibles líquidos en Colombia se haya tecnificado, consolidando una producción de alta calidad que comprende inventarios de gasolina motor corriente, gasolina motor corriente oxigenada, gasolina extra, ACPM y sus mezclas, jet fuel, kerosene, a gas, propano, fuel oil y los biocombustibles. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg>).

Desde el 2011 se inició una reestructuración de las entidades públicas del sector a través de los Decretos 4130 y 4137 de 2011, modificados por los Decretos 1258 y 1260 de 2013, con el fin de coordinar las políticas del sector y unificar el manejo de los combustibles líquidos derivados del

petróleo y los biocombustibles. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg>.

Desde la reasignación de funciones y el reordenamiento de competencias, la CREG desarrolla estudios y adelanta acciones para configurar un esquema regulatorio de los sectores de combustibles líquidos derivados del petróleo y los biocombustibles. Con ello busca definir reglas de juego claras para los agentes de la cadena de valor con criterios de eficiencia económica y técnica. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg>.

De acuerdo con el Decreto 1073 de 2015, no existe ninguna restricción en cuanto al número de EDS que se ubican en una vía, municipio o área, y recae sobre las autoridades competentes municipales la certificación del uso y utilización del suelo. No obstante, la libre entrada de competidores se ve dificultada por un conjunto de requisitos institucionales. Dentro de estas reglas, por ejemplo, está la destinación de uso de suelo consagrado en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de cada municipio. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg>.

Los efectos de la exposición a los hidrocarburos totales del petróleo (TPH) dependen de muchos factores. Éstos incluyen el tipo de sustancias químicas que componen a los TPH, la duración de la exposición y la cantidad de sustancias químicas con las que entra en contacto. Se sabe muy poco acerca de la toxicidad de muchos de los TPH. Hasta el momento, todo lo que sabemos acerca de los efectos de los TPH sobre la salud está basado en estudios de compuestos o productos de petróleo específicos. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Los compuestos en las diferentes fracciones de los TPH afectan la salud de manera diferente. Algunos componentes de los TPH, especialmente los compuestos más pequeños como el benceno, tolueno y xileno (que se encuentran en la gasolina), pueden afectar el sistema nervioso de seres humanos. Las exposiciones a cantidades suficientemente altas pueden ser fatales. La inhalación de concentraciones de benceno más altas de 100 partes por millón (100 ppm) durante varias horas puede producir fatiga, dolor de cabeza, náusea y adormecimiento. Cuando la exposición cesa, los síntomas desaparecen. Sin embargo, la exposición durante un período prolongado puede producir daño permanente del sistema nervioso central. Uno de los componentes de los TPH, el n-hexano, puede afectar el sistema nervioso central de manera diferente, produciendo una alteración de los nervios conocida como «neuropatía periférica,» caracterizada por pérdida de la sensación en los

pies y las piernas y, en casos graves, parálisis. Esto ha ocurrido en trabajadores expuestos a 500 a 2,500 ppm de n-hexano en el aire. La ingestión de algunos productos de petróleo tales como gasolina y keroséno, produce irritación de la garganta y el estómago, depresión del sistema nervioso, dificultad para respirar y neumonía debido al paso de líquido hacia los pulmones. Los componentes de algunas fracciones de los TPH también pueden afectar la sangre, el sistema inmunitario, el hígado, el bazo, los riñones, los pulmones y el feto; algunos componentes de los TPH pueden irritar la piel y los ojos. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Un componente de los TPH, el benceno, ha producido cáncer (leucemia) en seres humanos. El benceno es carcinogénico en seres humanos (clasificado en el Grupo 1). Se considera que otros componentes de los TPH o productos del petróleo, por ejemplo, el benzo(a)pireno y la gasolina pueden probable o posiblemente producir cáncer en seres humanos (Grupos 2A y 2B de IARC, respectivamente) basado en estudios de cáncer en seres humanos y en animales. IARC considera que la mayor parte del resto de los componentes y productos de los TPH no son clasificables (Grupo 3). (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

No hay ninguna prueba médica para determinar si usted ha estado expuesto a los TPH. Sin embargo, existen métodos para determinar si usted ha estado expuesto a algunos componentes o fracciones de los TPH, o a productos del petróleo. Por ejemplo, un producto de degradación del n-hexano se puede medir en la orina. El benceno puede medirse en el aliento y un metabolito del benceno, el fenol, puede medirse en la orina para determinar si ha ocurrido exposición a gasolina o a fracciones de TPH que contienen benceno. La exposición al kerosén o a la gasolina puede determinarse por el olor en el aliento o en la ropa. Hay métodos para determinar si usted ha estado expuesto a otros componentes de los TPH. Por ejemplo, el etilbenceno se puede medir en la sangre, la orina, el aliento y en algunos tejidos del cuerpo de personas expuestas. Sin embargo, muchas de estas pruebas pueden no estar disponibles en el consultorio de su doctor. Si hay componentes de los TPH en su cuerpo, éstos pueden provenir de exposición a muchas sustancias diferentes, y las pruebas no pueden determinar con exactitud a que sustancia se expuso. Las pruebas son útiles si usted sospecha que se expuso a un producto o desecho específico que contiene TPH. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

2.2. La Gasolina.

La palabra gasolina proviene del inglés estadounidense gasoline, que a su vez pudo derivar de antiguas marcas de lámparas de aceite como “Cazeline” y "Gazeline". (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

La historia de la gasolina como combustible está ligada a la historia del petróleo y del motor de combustión interna. El petróleo es una mezcla de hidrocarburos proveniente de restos fósiles acumulados en el fondo del mar y en los lagos. Se dice que la primera destilación del petróleo fue obra del inventor del alambique en el siglo IX, el árabe Al-Razi. Sin embargo, la gasolina tal como la conocemos hoy en día surgió hasta 1857, año en que tuvo lugar la destilación fraccionada del petróleo. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

En 1859, el coronel Edwin Drake perforó el primer pozo de petróleo en Pensilvania. Un año más tarde, en 1860, Jean Joseph Étienne Lenoir creó el primer motor de combustión interna quemando gas dentro de un cilindro. Posteriormente, en 1876, Nikolaus August Otto construyó el primer motor de gasolina de la historia de cuatro tiempos. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

Por las necesidades energéticas del mercado y los altos costos de operación de las plantas de refinación, hacia 1973 las plantas de Intercol (Cartagena), Colpet (Tibú), Texas (El Guamo), y otras redujeron su eficiencia operacional y cerraron para dejar paso a los actuales sistemas de refinación en Barrancabermeja, Cartagena, Apiay, y Orito. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

La gasolina se fue perfeccionando y diversificando a lo largo del siglo XX, con el desarrollo de diferentes tipos de octanaje y aditivos, también ha sido objeto de regulaciones ambientales y fiscales en muchos países, lo que ha afectado su precio y disponibilidad. La gasolina sigue siendo uno de los principales productos derivados del petróleo y una fuente importante de energía para el

transporte y otras actividades humanas. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

Las condiciones del mercado y las necesidades de abastecimiento han ocasionado que la producción de combustibles líquidos en Colombia se haya tecnificado, consolidando una producción de alta calidad que comprende inventarios de gasolina motor corriente, gasolina motor corriente oxigenada, gasolina extra, ACPM y sus mezclas, jet fuel, kerosene, a gas, propano, fuel oíl y los biocombustibles. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

Desde el 2011 se inició una reestructuración de las entidades públicas del sector a través de los Decretos 4130 y 4137 de 2011, modificados por los Decretos 1258 y 1260 de 2013, con el fin de coordinar las políticas del sector y unificar el manejo de los combustibles líquidos derivados del petróleo y los biocombustibles. La gasolina es un producto obtenido del petróleo por destilación, que se utiliza principalmente como combustible en la mayoría de los motores de combustión interna de encendido por chispa. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

La gasolina es una mezcla compleja de compuestos, principalmente parafinas, olefinas, naftenos e hidrocarburos aromáticos. La cual a concentraciones elevadas se comporta como un anestésico e irritante de las mucosas generando diversos síntomas que van desde irritación de ojos a unos niveles de concentración entre 160 y 270 ppm durante 8 horas; e irritación de ojos, nariz y garganta y mareos por exposición durante 1 hora a unos niveles de concentración entre 500 y 900 ppm. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Desde la reasignación de funciones y el reordenamiento de competencias, la CREG desarrolla estudios y adelanta acciones para configurar un esquema regulatorio de los sectores de combustibles líquidos derivados del petróleo y los biocombustibles. Con ello busca definir reglas de juego claras para los agentes de la cadena de valor con criterios de eficiencia económica y técnica. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

De acuerdo con el Decreto 1073 de 2015, no existe ninguna restricción en cuanto al número de EDS que se ubican en una vía, municipio o área, y recae sobre las autoridades competentes municipales la certificación del uso y utilización del suelo. No obstante, la libre entrada de competidores se ve dificultada por un conjunto de requisitos institucionales. Dentro de estas reglas, por ejemplo, está la destinación de uso de suelo consagrado en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de cada municipio. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

2.3. El Benceno.

El benceno es un líquido incoloro, volátil, de olor dulce y altamente inflamable que se obtiene mediante procesos de destilación del petróleo. Su densidad es menor que la del agua y es ligeramente soluble en ella. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

El benceno se clasifica como un hidrocarburo aromático y es una molécula muy estable debido a sus enlaces químicos. Se utiliza en la industria química para obtener diversos compuestos y así poder fabricar múltiples productos. Mecanismo de acción. La absorción del benceno tiene lugar principalmente por vía respiratoria, digestiva y piel. Cuando se está expuesto a niveles altos de benceno en el aire, aproximadamente la mitad del benceno que el trabajador inhala pasa al torrente sanguíneo a través de los pulmones; como también los alimentos y las bebidas que son ingeridas pasan al torrente sanguíneo a través del tubo digestivo. Si la piel entra en contacto con benceno o con productos que contengan benceno, una pequeña cantidad de este pasará a la sangre a través de la piel. Una vez en la sangre, el benceno se moviliza a través del cuerpo y puede ser almacenado transitoriamente en la médula ósea y el tejido adiposo. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

La inhalación y el contacto dérmico constituyen las principales rutas de exposición ocupacional, el benceno al ingresar en el organismo se distribuye especialmente por médula ósea, hígado, riñón, cerebro y tejido adiposo. Se metaboliza principalmente en el hígado y secundariamente en la médula ósea, generando metabolitos potencialmente activos (P-benzoquinona e hidroquinona). El resto se une a los glóbulos rojos y a lipoproteínas circulantes donde se transforma en epoxi benceno, esté en fenol y de este se originan los sulfoconjugados. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

El primer paso es en el citocromo P-450 (CYP2E1) donde ocurre oxidación para formar oxido de benceno que tiene un proceso no enzimático para convertirse en fenol. El fenol se oxida en presencia del CYP2E1 a catecol o hidroquinona, que se oxidan en metabolitos reactivos 1,2- y 1,4-benzoquinona, respectivamente. Que tienen un efecto toxico sobre la medula ósea, los derivados fenólicos pueden ser metabolizados por la medula ósea generando mieloperoxidasas, este paso produce alteraciones en ADN como alteraciones mitóticas o translocaciones cromosómicas, la inhibición de la CPYs reduce la genotoxicidad del benceno, la exposición ocupacional de personas con fenotipo que corresponde a un metabolismo rápido del CYP2E1 son más susceptibles de desarrollar toxicidad que aquellos que expresan el metabolismo CYP2E1 lento. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

La mayor ruta de eliminación es por expiración del benceno inalterado, en un 80 %, el benceno que es absorbido se excreta como fenol, acido S-fenilmercapturico y acido mucónico siendo eliminado por la orina aproximadamente en 48 horas. El ácido trans-mucónico urinario se ha detectado en los humanos y animales expuestos al benceno, aunque su precursor reactivo el trans-muconaldehido; no ha sido descubierto in vivo. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

La intoxicación crónica con benceno puede atribuirse a la conversión del benceno en epóxido de benceno. Se ha sugerido que el benceno podría oxidarse directamente a epóxido en las células de la médula ósea, como los eritroblastos. En lo que se refiere al mecanismo de toxicidad, los metabolitos del benceno parecen interferir con los ácidos nucleicos, tanto en las personas como en los animales expuestos a él, cualquier factor que inhiba el metabolismo del epóxido de benceno y las reacciones de conjugación, especialmente las alteraciones hepáticas, tienden a potenciar los efectos tóxicos del benceno. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

El benceno es un agente cancerígeno que ocasiona efectos adversos para la salud humana y en el sistema hematopoyético. Aumentando las probabilidades de padecer una patología cuando el individuo se expone por tiempo prolongado y altas concentraciones; y más aún si no se utilizan correctamente elementos de bioseguridad requeridos. Una de las enfermedades más frecuentes es la leucemia mieloide aguda pero también se han observado asociaciones positivas para el linfoma no Hodgkin, leucemia linfoide, mieloide crónica, mieloma múltiple y cáncer de pulmón, aunque

para este último tipo de cáncer, hay discrepancias entre los expertos. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Entre los metabolitos del Benceno en el organismo está el Fenol que al unirse con dos grupos funcionales de fenol forma el bisfenol A, usualmente abreviado como BPA (Bis-Phenol A) el cual se encuentra en los plásticos. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

Por su capacidad de unirse a los receptores de estrógenos (hormona segregada por el ovario y que induce la aparición de los caracteres sexuales femeninos, como el desarrollo de las mamas o el desarrollo de la primera menstruación) se le conoce como un Disruptor endocrino. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

El término “disruptor” (perturbador, interruptor) endocrino, se emplea para definir un conjunto diverso y heterogéneo de compuestos químicos capaces de alterar el equilibrio hormonal y ser capaces de tener efectos adversos sobre la salud de un organismo. (Manuel Pombo Arias, 2020)

En otras palabras, de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, un disruptor endocrino (DES) se trataría de “un agente que interfiere con la síntesis, secreción, transporte, unión o eliminación de hormonas naturales presentes en el organismo que son responsables del mantenimiento de la homeostasis, la reproducción, el desarrollo y/o el comportamiento. Esto significa que los DES son productos o mezclas químicas, que interfieren con la función hormonal normal. (Manuel Pombo Arias, 2020)

El catálogo de DES es muy amplio y crece día a día, entre los que se incluyen los compuestos industriales usados en la industria pesada [bifenilos policlorinados (PCBs), dioxinas], pesticidas organoclorados [clorpiritos, metoxicloro, 2,2-bis-(p-clorofenil) -1,1,1-tricloroetano (DDT) y sus metabolitos], fungicidas (vinclozolina), plásticos y plastificantes [bisfenol-A (BPA) y ftalatos], productos farmacéuticos [dietilestilbestrol (DES) e incluido más recientemente, el paracetamol], metales (cadmio, plomo, mercurio, uranio y un metaloide, el arsénico) los efectos sobre el equilibrio hormonal de los DES se explicarían por su capacidad de actuar a diferentes niveles, ya que pueden:

1. Mimetizar la acción de las hormonas confundiendo a sus receptores celulares.
2. Antagonizar la acción de las hormonas.
3. Alterar el patrón de síntesis, transporte y metabolismo hormonal.
4. Modular los niveles de los receptores hormonales correspondientes.

En definitiva, los DES interferirían de alguna manera con la función de las hormonas y al hacerlo pueden alterar la función endocrina de tal manera que se producen efectos adversos en la salud humana. (Manuel Pombo Arias, 2020)

2.4. Bisfenol A

El Bisfenol A (BPA) es una sustancia química utilizada en la fabricación de recipientes de plástico de policarbonato, recubrimiento de latas de metal, empaques de productos cosméticos y de cuidado personal, utensilios de cocina, juguetes, papel térmico para recibos, equipos deportivos, dispositivos médicos y dentales, que poseen la facilidad de lixiviarse con el paso del tiempo, cambios de PH y las altas temperaturas (28 y 34°C). En la actualidad, el BPA se ha categorizado como disruptor endocrino, debido a su capacidad de alterar la homeostasis del sistema endocrino. (Manuel Pombo Arias, 2020)

Por tanto, bajo estas condiciones, la ingestión es la principal vía de exposición al BPA en humanos. Después de la ingestión el BPA es rápidamente metabolizado a varios metabolitos inactivos, como BPA- glucurónido y BPA-sulfato. El BPA libre se excreta principalmente en las heces (56 a 82 %) y sus metabolitos en la orina (13 a 28 %). A pesar del rápido metabolismo, el BPA libre se ha encontrado en la orina de adultos y niños, el suero de mujeres embarazadas y leche materna. (Manuel Pombo Arias, 2020)

A nivel celular, el BPA mimetiza la acción hormonal e interfiere en vías de señalización involucradas en procesos como carcinogénesis, toxicidad reproductiva, respuesta inflamatoria o inmunitaria, cerebro y sistema nervioso. (Manuel Pombo Arias, 2020)

En los procesos cancerígenos (mama, ovario, testicular) el BPA participa en la regulación del crecimiento, supervivencia, proliferación, migración e invasión de las células malignas a través de la unión o estimulación de los siguientes receptores: de estrógeno α / β ($ER\alpha / \beta$), de andrógenos (AR), de estrógeno acoplado a proteína G (GPER), del factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1R) y receptor gamma relacionado con el estrógeno ($ERR\gamma$). (Manuel Pombo Arias, 2020)

Respecto a la toxicidad reproductiva, el BPA en las mujeres puede inducir desordenes de desarrollo ovárico, en la morfología del útero, decrecimiento de la implantación y desregulación de la secreción de hormonas sexuales (Estrógeno y la progesterona), mientras que en los hombres puede afectar la espermatogénesis y la calidad del esperma, criptorquidia, disfunción sexual y

desregulación de hormonas sexuales (testosterona, androsterona y androstenediona). (Manuel Pombo Arias, 2020)

A pesar de que estos eventos no tienen un mecanismo definido, se han asociado a la capacidad antagónica del BPA con los receptores de andrógenos, estrógenos y procesos adyacentes como apoptosis y estrés oxidativo. (Manuel Pombo Arias, 2020)

El BPA puede inducir trastornos del desarrollo del cerebro y del sistema nervioso como memoria espacial y visión reducida, comportamientos similares a la migraña y morfogénesis dendrítica, estos trastornos se han relacionado con la unión del BPA a los receptores IR, ER α / β , GR, del ácido gamma-aminobutírico (GABAA), del ácido N-metil-D-aspartico (NMDA). (Manuel Pombo Arias, 2020)

En aras de proteger la salud, organizaciones internacionales como la Unión Europea (UE), a través de los Reglamentos 2011/10 y 2018/213, han prohibido el uso de BPA en la fabricación de biberones y establecieron el límite de migración del BPA a las superficies o al interior de los alimentos procedente de barnices o revestimientos aplicados a materiales u objetos en 0,05 mg de BPA por kg de alimento. La Ingesta Diaria Tolerable Temporal (TDI-t) para BPA en la UE es de 4 μ g/kg de peso/día (Reglamento 213/2018, Unión europea), mientras que en Estados Unidos la EPA (Environmental Protection Agency) ha fijado la dosis de referencia (RFD) de BPA en 50 μ g/Kg de peso/día. En Colombia, el Ministerio de Salud, a través de la Resolución 4143 de 2012, ha prohibido el uso de BPA en productos que tengan relación con el consumo humano y ha establecido como límite de migración 50 mg/ Kg de alimento o estimulante, siendo esta cantidad 1000 veces mayor a la establecida por la UE; suponiendo así un riesgo más alto de exposición a BPA a través de la ingesta de alimentos o bebidas envasadas en recipientes fabricados con dicha sustancia. (Manuel Pombo Arias, 2020)

También existe un incremento de la insulina y la leptina incremento de TNF- α , IL-1 β , disminución de la adiponectina que interfiere la inducción de tolerancia a la glucosa, aumento de la adipogénesis, acumulación de lípidos en adipocitos y hepatocitos, aumento del estrés oxidativo disminución de la capacidad antioxidante; lo que nos lleva a producir alteraciones a nivel del crecimiento y sobrepeso, trastornos de ansiedad e hiperactividad, rendimiento de la memoria, proceso reproductivo, efectos sobre la función cardiaca, susceptibilidad al cáncer de mama y próstata. (Manuel Pombo Arias, 2020)

Los estudios y las investigaciones que tienen como objeto buscar las causas y los efectos asociados a la prolongada exposición a la gasolina y sus derivados han sido contundentes y certeros al mostrar la cantidad de patologías que se desarrollan por dicha exposición, con este trabajo investigativo se plantea dejar como resultado final estrategias, recomendaciones o implementar cambios en el modelo del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo en estaciones de servicios. (Manuel Pombo Arias, 2020)

2.5. Tolueno

El Tolueno es rápidamente absorbido por inhalación y en su forma líquida por el TGI, escasamente se absorbe por piel.

La principal vía de excreción es la rápida oxidación del tolueno a ácido benzoico, el cual es conjugado con glicina y excretado como ácido hipúrico en orina; dentro de límites razonables, la excreción del ácido hipúrico en orina es proporcional a la exposición. Una exposición de 200 ppm de tolueno, resultan en la excreción de 3,5gr de ácido hipúrico por litro de orina (gravedad específica 1,016). Los metabolitos ácidos hipúrico y o-cresol son indicadores de exposición a tolueno; él o-cresol es más específico pero la variación individual en ambos metabolitos es alta y cuando sean implementados como indicadores de exposición biológica, deben ser considerados el sexo, el peso, la edad y el consumo de alcohol y tabaco. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

En humanos, más del 75% de tolueno inhalado es metabolizado a ácido hipúrico y excretado en orina dentro de las 12 horas de exposición., el resto del tolueno es excretado sin cambios.

La exposición a tolueno causa tanto cambios reversibles como irreversibles en el SNC. Los efectos de la inhalación de tolueno en algunas enzimas específicas y en la unión del glutamato y el receptor GABA en el cerebro han sido bien estudiadas utilizando la actividad de las enzimas ácido glutámico descarboxilasas (GAD), colinacetiltransferasa (CHAT) amino ácido aromática descarboxilasa (AAD) como marcadores de pérdida permanente de actividad neuronal, mostrando reducción importante en las neuronas catecolaminérgicas después de exposición de 4 semanas a 250-1000 ppm tolueno. (<https://www.insst.es/tomo-iii>) .

También se ha encontrado proliferación de células gliales, un fenómeno frecuente en el daño de SNC, el tolueno a concentraciones < 100ppm puede producir alteraciones en los mecanismos dopaminérgicos del ganglio basal, llevando probablemente a cambios funcionales en la integración sensor -motora. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

2.6. Xileno

La exposición al xileno puede ocurrir por vía inhalatoria, dérmica o por ingestión. La retención pulmonar alcanza al 60-65% de la cantidad inhalada y no varía con la intensidad o duración de la exposición, pero sí con la ventilación pulmonar. Se ha calculado que en el hombre se metaboliza aproximadamente el 95% del xileno absorbido, y solamente del 3% al 6% se excreta inalterado en el aire espirado. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

La ruta metabólica principal es la oxidación de los ácidos metilbenzoicos, en el hombre, conjugan principalmente con la glicina para formar los ácidos o-, m- y p-metilhipúricos (ácidos tolúricos) que se excretan en la orina. Los metabolitos del xileno se excretan rápidamente, siendo normal encontrar que la cantidad de ácido metilhipúrico excretada alcance un máximo al final del periodo de exposición. El metabolismo del xileno puede verse alterado por la ingesta de etanol, la actividad física, consumo de aspirina y fenobarbital. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

2.7. Aditivos.

El tetraetilo de plomo TEL se utilizó ampliamente como antidetonante para la gasolina a partir de la década de 1920, en la que sirvió como un agente eficaz antidetonante y evitó el desgaste de las válvulas de escape y de los asientos de las válvulas. (Guzmán1, 2018)

Es un concepto erróneo común que el tetraetilo de plomo funcionaba como un amortiguador contra las microsoldaduras que se formaban entre las válvulas de escape calientes y sus asientos. Una vez que estas válvulas se abrían, las microsoldaduras se separaban y dejaban las válvulas con una superficie áspera que abrasaría los asientos, llevando al daño de la válvula. (Guzmán1, 2018)

El tetraetilo de plomo es altamente tóxico, y tan solo 6-15mL es suficiente para inducir un envenenamiento severo por plomo. Los peligros del contenido de plomo del TEL se incrementan debido a la volatilidad del compuesto y a su alta liposolubilidad, permitiéndole cruzar fácilmente la barrera hematoencefálica y acumularse en el sistema límbico, la corteza frontal y el hipocampo, haciendo que la terapia de quelación sea ineficaz. (Guzmán1, 2018)

Los primeros síntomas de la exposición aguda al tetraetilo de plomo pueden manifestarse como irritación de los ojos y la piel, estornudos, fiebre, vómitos y un sabor metálico en la boca. Los

síntomas posteriores de intoxicación aguda por TEL de plomo incluyen edema pulmonar, anemia, ataxia, convulsiones, pérdida grave de peso, delirio, irritabilidad, alucinaciones, pesadillas, fiebre, dolor muscular y articular, hinchazón del cerebro, coma y daño a los órganos cardiovasculares y renales. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

La exposición crónica al TEL de plomo puede causar efectos negativos a largo plazo como pérdida de memoria, reflejos retardados, problemas neurológicos, insomnio, temblores, psicosis, pérdida de atención y una disminución general del coeficiente intelectual y la función cognitiva. (<https://www.insst.es/tomo-iii>)

El uso de convertidores catalíticos, obligatorio en los EE. UU. para 1975 y en los modelos de automóviles más nuevos para cumplir con las regulaciones más estrictas sobre emisiones, inició una eliminación gradual de la gasolina con plomo en los EE. UU. (Guzmán1, 2018)

La preocupación por la toxicidad del plomo llevó finalmente a la prohibición del TEL en la gasolina de los automóviles en muchos países. Algunos neurólogos han especulado que la eliminación progresiva del plomo puede haber causado que los niveles promedio de CI se eleven en varios puntos en los EE. UU. (al reducir el daño cerebral acumulado en toda la población, especialmente en los jóvenes). (Guzmán1, 2018)

Para toda la población de los Estados Unidos, durante y después de la eliminación progresiva del TEL de plomo, el nivel promedio de plomo en la sangre bajó de 16 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en 1976 a sólo 3 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en 1991. Los Centros para el Control de Enfermedades de los Estados Unidos consideraron que los niveles de plomo en la sangre eran «elevados» cuando estaban por encima de 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$. (Guzmán1, 2018)

Según la resolución número 81055 de septiembre de 1999 del Ministerio de minas y Energía, define la Naturaleza fisicoquímica de los aditivos. Los aditivos que se incorporen a las gasolinas motor que se distribuyan para consumo en el territorio colombiano, deberían ser de naturaleza detergente-dispersante, del tipo denominado "controladores de formación de depósitos" y cuya función consista en limpiar y mantener limpios los sistemas de admisión de combustibles de los motores, incluyendo en éstos a las mariposas, conductos y control de flujo de combustible en los carburadores, orificios de inyectores de combustible, lumbreras o puertos de entrada y asientos de las válvulas de admisión. Los componentes activos de los aditivos deben ser de la familia de los polímeros, tales como polibutilenaminas, polisuccimidias, poliesteraminas, poliamidas o compuestos semejantes con los que se haya comprobado, mediante pruebas estándar reconocidas

internacionalmente, que cumplen las mismas funciones de limpieza y que eviten la formación de depósitos, que sean termoestables a las condiciones de temperatura y presión de las válvulas de admisión y de la cámara de combustión de los motores y que, además, su utilización en ningún caso genere contaminación ambiental adicional a la producida por la combustión normal de las gasolinas motor. Todos los componentes de los aditivos, entendiéndose como los materiales activos, los diluyentes y demás compuestos utilizados en la mezcla antes de ser dosificada, deben ser químicamente compatibles con los componentes de la gasolina y en ningún caso alterar alguna de las especificaciones estándar de las mismas. (Guzmán1, 2018)

Todos los aditivos de naturaleza detergente -dispersante que se incorporen a las gasolinas colombiana deberán ser evaluados previamente, para determinar su composición química y su comportamiento como detergentes-dispersantes en los motores, mediante pruebas estándar reconocidas internacionalmente, tales como la prueba "BMW - 10,000 miles intake valve test" o sus similares que la reemplacen, realizadas con cada una de las gasolinas que se distribuyan en el territorio colombiano. Cuando el interesado en utilizar un nuevo aditivo, disponga de las pruebas estándar, deberá solicitar -por escrito- al Ministerio de Minas y Energía - Dirección General de Hidrocarburos, la aprobación para utilizar el aditivo en Colombia, adjuntando los comprobantes de la prueba de comportamiento, la descripción de las características fisicoquímicas, recomendaciones para manejo seguro, tratamiento médico en caso de accidentes, condiciones de almacenamiento y manejo, vida media del producto y demás recomendaciones y literatura técnica de soporte. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

Adicionalmente, el interesado deberá enviar a Ecopetrol copia de la documentación anteriormente mencionada junto con una muestra equivalente a un (1) galón del aditivo, muestra que será utilizada para la evaluación a escala de laboratorio, estandarizar metodología y determinar el patrón de control para seguimiento a la dosificación. Una vez el Ministerio de Minas y Energía - Dirección General de Hidrocarburos, haya analizado la documentación y los resultados de las pruebas de laboratorio y/o de campo, que envíe el Instituto Colombiano del Petróleo, ICP, procederá a aprobar o negar el uso del aditivo y la dosis a utilizar por galón de gasolina. En el evento de ser aprobado el aditivo propuesto, el importador y/o distribuidor mayorista adquiere la responsabilidad ineludible de mantener las características fisicoquímicas del aditivo y la dosificación recomendada;

cualquier cambio en sus componentes o de su proporción en la dosis, deberá ser sometida a aprobación del Ministerio de Minas y Energía cumpliendo los mismos requisitos estipulados para un nuevo aditivo. Igualmente, se debe establecer un programa de control de calidad al aditivo a ser utilizado por el importador y/o distribuidor mayorista. (Historia en Colombia [Internet]. CREG. 2015 [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/combustibles-liquidos/historia-en-colombia-0/historia-en-colombia>)

Entre las patologías de la piel producidas por los hidrocarburos aromáticos encontramos la Elaiosis y el Cloracné.

2.8 Elaiosis.

Producida por contacto directo con hidrocarburos derivados del petróleo (aceites de corte como gasolina, querosén, diésel y lubricantes), es el tipo de acné ocupacional más frecuente.

Estos aceites insolubles impregnan las ropas y la piel produciendo taponamiento del folículo pilosebáceo. Esta obstrucción folicular, asociada a malos hábitos higiénicos, puede llevar a sobreinfección bacteriana secundaria, también a foliculitis superficial y profunda como complicación del cuadro. (Martínez*, 2000)

Fisiopatología Elaiosis

La Fisiopatología difiere con el acné vulgar, no sólo porque se produce un taponamiento folicular de tipo mecánico a causa del aceite, además tiene otros efectos sobre la unidad pilosebácea:

1. Estimula la proliferación e hiperqueratinización del epitelio folicular, provocando compactación de las células queratinizadas, que a su vez salen por el orificio generando el comedón.
2. Tiene efecto bacteriostático, que impide la colonización por el *Propionibacterium acnés*.
3. Un efecto tóxico que induce una respuesta inflamatoria perifolicular, que resulta en daño al epitelio y ruptura del tejido, la cual puede evolucionar hasta la formación de abscesos. (Martínez*, 2000)

Histopatología de la Elaiosis

La Histopatología se caracteriza por hiperqueratinización, taponamiento y dilatación folicular; con atrofia de las glándulas sebáceas (a diferencia del acné vulgar) y ausencia de bacterias; también presenta infiltrado inflamatorio en dermis. (Martínez*, 2000)

Clínica de la Elaiosis

Clínicamente, se caracteriza por la presencia de comedones abiertos y pápulas localizadas en áreas cubiertas por la ropa (tórax, abdomen, glúteos, muslos) y otras superficies de contacto (cara extensora de los miembros superiores), respetando la cara, también puede presentar áreas de foliculitis y máculas hipercrómicas en la cara. (Martínez*, 2000)

2.9 Cloracné

Es causado por la exposición a ciertos hidrocarburos aromáticos halogenados, “cloracnógenos”. La dioxina es el cloracnógeno ambiental más potente. Los comedones no inflamatorios y los quistes de color pajizo son la principal manifestación clínica del cloracné, el aumento del número de quistes es una señal de agravamiento del cloracné. (Martínez1, 2003)

Etiología

Las rutas de exposición incluyen el contacto directo con la piel, la ingestión y la inhalación. Los cloracnógenos son solubles en grasa y persisten en la grasa corporal, así como en la piel, durante un largo período después de la exposición; el Cloracné es causado por la exposición a hidrocarburos aromáticos halogenados que se encuentran en:

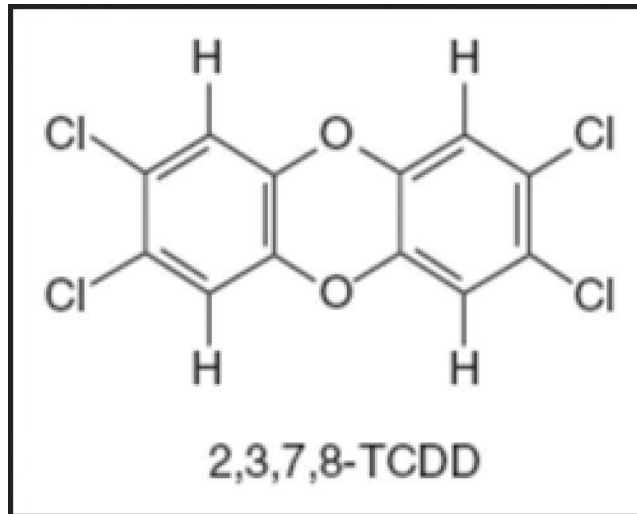
- Fungicidas
- Herbicidas
- Insecticidas
- Conservantes de madera

Las sustancias químicas responsables de inducir el cloracné incluyen:

- Clornaftaleno
- Clorobenceno
- Policlorobifenilos (PCB)
- Dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD)
- Dibenzofuranos policlorados (PCDF)
- Derivados de pirazol
- Contaminantes de clorofenol
- Trifluorometilo

El Cloracné resulta de la exposición ambiental a ciertos hidrocarburos aromáticos halogenados y se considera uno de los indicadores más sensibles de intoxicación sistémica por estos compuestos. El cloracné fue descrito por primera vez en 1887 por Von Bettman y por Herxheimer en 1889, quien sugirió que era causado por la exposición al cloro y, por lo tanto, se le llamó "cloracné" debido a la similitud de sus características clínicas con el acné vulgar. A partir de entonces, se han identificado una serie de sustancias químicas cloracnegénicas, como los fenoles clorados, los clornaftalenos, los bifenilos policlorados (PCB) y otros compuestos policlorados, que incluyen los dibenzofuranos polihalogenados, las dibenzo-p-dioxinas policloradas y los azoxibencenos clorados. (Martínez1, 2003)

Las dioxinas son hidrocarburos aromáticos halogenados, que consisten en compuestos aromáticos tricíclicos, y los átomos de hidrógeno pueden ser sustituidos por hasta ocho cloros, permitiendo así alrededor de 75 isómeros. Las dioxinas están consideradas carcinógenos y disruptores endocrinos de clase 1, y también son el cloracnógeno ambiental más potente entre los cloracnógenos. La 2,3,7,8-tetraclorodibenzo p -dioxina (TCDD) con cuatro átomos de cloro en posiciones laterales es el isómero más biológicamente activo y también es la sustancia más tóxica conocida. (Martínez1, 2003)



Estructura química de la 2,3,7,8-tetraclorodibenzo -p -dioxina (TCDD).

Las dioxinas u otros cloracnógenos se absorben en el cuerpo humano por contacto directo, inhalación o ingestión. Generalmente, la concentración promedio de TCDD en personas normales es inferior a 10 ppt, mientras que en pacientes con cloracné supera varios cientos de ppt; la dioxina es estable y altamente lipófila, y su vida media en el cuerpo humano es de aproximadamente 7 a 11 años. (Martínez1, 2003).

En cuanto a las características clínicas del Cloracné por lo general, después de la exposición a cloracnógenos, la primera aparición de cloracné es eritema o edema en la cara, erupción acneiforme luego se convierte en comedones no inflamatorios y quistes de color pajizo en unos pocos días, ocasionalmente se pueden observar pústulas, abscesos no infecciosos y cicatrices. (Martínez1, 2003)

La distribución de las lesiones del cloracné es característica. En las primeras etapas aparecen lesiones cutáneas en la cara y el cuello, y luego se extienden al tronco, las extremidades, los genitales u otras áreas. (Martínez1, 2003)

Generalmente los comedones aparecen con mayor frecuencia en la cara y el cuello, especialmente en la parte inferior y exterior del ojo (la llamada media luna malar) y en los triángulos retroauriculares. Los lóbulos de las orejas, la línea del cabello suboccipital y la ingle suelen estar afectados. Los quistes suelen aparecer en el cuello, los hombros, la espalda, el pene, el escroto y

las axilas. La nariz, la piel perioral y las regiones supraorbitarias suelen estar intactas. El aumento del número de quistes es una señal de agravamiento del cloracné. Otras lesiones cutáneas incluyen disminución de la secreción de sebo con xerosis cutánea, pigmentación, porfirinopatía, hirsutismo, engrosamiento de la piel, hidrosis palmoplantar e hiperqueratosis palmoplantar. (Martínez1, 2003) Dado que el cloracné no es sólo una enfermedad de la piel sino una enfermedad tóxica sistémica, a veces se acompaña de otros síntomas sistémicos como fatiga, anorexia, neuropatía, impotencia, disfunción de la función hepática, hiperlipemia, anemia, artritis, tiromegalia y oftalmítis. (Martínez1, 2003)

El cloracné se caracteriza por su cronicidad, debido a que los cloracnógenos son altamente lipófilos y pueden permanecer en la grasa corporal por períodos más prolongados. Normalmente, desde la exposición a los cloracnógenos hasta la aparición de los síntomas clínicos transcurren entre 2 y 4 semanas, pero después del cese de la exposición se necesitan al menos 2 a 3 años para recuperarse, a veces más de 15 a 30 años. La gravedad del cloracné está relacionada con la intensidad y duración de la exposición, la "potencia cloracnógena" relativa del compuesto específico y la susceptibilidad individual. Un estudio demostró que los niños (<8 años) y las personas con cabello claro pueden ser más susceptibles a los cloracnógenos. (Martínez1, 2003)

Histopatología del cloracné.

Hambrick estudió las características histopatológicas de las lesiones de cloracné en diferentes estadios de evolución en voluntarios humanos, y describió que en las lesiones tempranas de cloracné aparecían las células epiteliales de la vaina radicular externa que forman la pared de la porción proximal del infundíbulo y el conducto sebáceo. aumentado en número, lo que resulta en dilatación del infundíbulo proximal. Las paredes de las glándulas sebáceas estaban engrosadas y fusionadas con la pared infundibular. La hiperplasia de las células epidérmicas, con queratinización incompleta, se manifestó por una gruesa capa de células paraqueratósicas que rodeaba una masa de células epidérmicas queratinizadas, que iniciaba el llenado proximal del infundíbulo. En las lesiones en etapas posteriores, casi todas las unidades pilosebáceas estaban afectadas. Hubo una clara disminución de las glándulas sebáceas, con un número reducido de células y un tamaño reducido de los lóbulos sebáceos, que por lo demás tenían una apariencia normal. Las lesiones en etapas aún más tardías consistieron en pequeños comedones, con casi todos los folículos pilosos

vellosos mostrando engrosamiento de la vaina radicular externa, infundíbulos dilatados llenos de sebo y ausencia de lóbulos sebáceos. La máxima dilatación infundibular ocurrió proximalmente, dando como resultado formaciones en forma de botella, con el cuello cerca de la superficie, o embudos columnares a lo largo de toda la estructura infundibular. (Martínez1, 2003)

El cloracné es fácil de diagnosticar por antecedentes de exposición a cloracnógenos, manifestaciones clínicas e histopatología características y una alta concentración sérica de cloracnógenos. El cloracné tiene comedones y quistes acneiformes, pero se diferencia del acné vulgar en etiología, patogénesis, características clínicas, histopatología y tratamiento. (Martínez1, 2003)

Entre otras patologías asociadas a la exposición a hidrocarburos encontramos:

- Acrocianosis y acroparestesias CIE10I738 (cloruro de vinilo).
- Bronquitis y neumonitis causada por productos químicos, gases, humos y vapores CIE10:J680.
- Anemia aplásica. CIE10:D61.2.
- Angiosarcoma de hígado. CIE10: C22.3.
- Arritmias cardíaca CIE10: I490.
- Bronquiolitis obliterante crónica, enfisema crónico difuso o fibrosis pulmonar crónica CIE10:J684.
- Cloroacné CIE10:L708.
- Conjuntivitis CIE10:H100.
- Delirium no sobrepuesto a demencia CIE10: F050 (Bromuro de metilo).
- Dermatitis de contacto por irritantes CIE10:L24.
- Dermatitis de contacto por irritantes. CIE10:L24.
- Dermatosis papulopustulosas y sus complicaciones infecciosas CIE10:L089.
- Disturbios visuales subjetivos CIE10: H530.
- Edema de pulmonar agudo causado por productos químicos, gases, humos y vapores CIE10: J681.
- Efectos adversos de otros agentes que afectan los constituyentes de la sangre y los no especificados. CIE10:Y44.9.
- Efectos tóxicos agudos CIE10:T530.

- Efectos tóxicos agudos. CIE10: T52.1 y T52.2.
- Encefalopatía toxica crónica. CIE10:G92.
- Enfermedad tóxica del hígado CIE10:K710.
- Episodios depresivos (Tolueno y otros solventes aromáticos neurotóxicos) CIE10:F32.
- Episodios depresivos CIE10: F320.
- Hipertensión portal K766 (cloruro de vinilo).
- Hipoacusia ototóxica (Tolueno y xileno). CIE10:91.
- Hipoacusia ototóxica CIE10: H910.
- Hipotiroidismo debido a sustancias exógenas. CIE10: E030.
- Insuficiencia renal aguda CIE10: N170.
- Laberintitis CIE10:H830.
- Leucemia linfocítica crónica CIE10: C911.
- Leucemia mieloide CIE10:C920.
- Linfoma no Hodgkin CIE10: C820.
- Mieloma múltiple CIE10: C900.
- Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. CIE10: C340.
- Neoplasia maligna de laringe CIE10:C320.
- Neoplasia maligna de páncreas. CIE10: C250.
- Neurastenia (incluye síndrome de fatiga) (Tolueno y otros solventes aromáticos neurotóxicos). CIE10: 48.
- Neuritis Óptica CIE10:H460.
- Osteólisis CIE10:M895 (cloruro de vinilo).
- Otras formas de hiperpigmentación por la melanina: Melanodermia CIE10:L814.
- Otras formas específicas de temblor CIE10: G252.
- Otras porfirias. CIE10: E802.
- Otros trastornos específicos de la pigmentación porfiria cutánea tardía CIE10:L818.
- Otros trastornos mentales derivados de lesión y disfunción cerebral y de enfermedad física. CIE10:F060.
- Otros vértigos Periféricos CIE10: H813.
- Paro cardiorrespiratorio CIE10: I460.
- Polineuropatía debida a otros agentes tóxicos CIE10:G622 (n-Hexano).

- Purpura y otras manifestaciones hemorrágicas. CIE 10: D690.
- Síndrome de disfunción reactiva de las vías aéreas CIE10:J683.
- Síndrome de Raynaud CIE10: I730 (cloruro de vinilo).
- Síndrome nefrítico agudo CIE10:N000.
- Trastorno de personalidad y del comportamiento derivados de enfermedad, lesión y disfunción de la personalidad CIE10:F070.
- Trastorno del nervio trigémino CIE10: G500.
- Trastorno extrapiramidal de movimiento no específico CIE10: G259.
- Trastorno mental orgánico o sintomático no específico (Tolueno y otros solventes aromáticos neurotóxicos). CIE10: F09.
- Trastorno mental orgánico o sintomático no específico CIE10: F090.
- Tumor maligno de próstata CIE10:C61.
- Tumor maligno del riñón, excepto de la pelvis renal CIE10:C640.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo de los expendedores de combustibles de una estación de servicio de gasolina en la ciudad de Medellín (Antioquia, Colombia) en el año 2023 y 2024.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar laboralmente a la población expendedora de combustible en una estación de gasolina en la ciudad de Medellín (Antioquia, Colombia) 2023 y primer semestre del 2024.
- Identificar las condiciones laborales que suponen un riesgo de enfermedad en la población de estudio a través de un trabajo de campo observacional.
- Sugerir recomendaciones para el sistema general de seguridad y salud en el trabajo de la estación de servicio de combustible para potenciales intervenciones en su población trabajadora.
- Proporcionar una cartilla informativa sobre promoción y prevención de potenciales enfermedades relacionadas a exposición a gasolina dirigida a la estación de servicio de combustibles en la ciudad de Medellín en el año 2023 y 2024 para aplicar en su población trabajadora.

4. METODOLOGIA.

4.1. Enfoque metodológico de la investigación.

Esta investigación es de naturaleza descriptiva, ya que, una vez evaluada la población, la información recolectada no produjo cambios en el entorno. En su lugar, nos proporcionó información sobre los trabajadores y su comportamiento en el ámbito laboral. Se llevó a cabo mediante una bitácora observacional, utilizando un diario de campo y una encuesta hetero aplicada de 15 preguntas, la cual fue realizada por las estudiantes investigadoras. Con estos métodos, caracterizamos a la población de una estación de servicio de gasolina en la ciudad de Medellín en el año 2023 y 2024, y con los resultados obtenidos, identificamos los potenciales riesgos laborales a los que está expuesta la población estudiada, a partir de un ejercicio de observación y aplicación de una encuesta.

El estudio es transversal, de tipo descriptivo, observacional, en el que se aplicó como componente cualitativo una metodología observacional, que contribuyó a la consignación de la información durante el trabajo de campo.

Además, de un componente cuantitativo que se llevó a cabo mediante una encuesta estructurada, se lograron datos descriptivos y de comportamiento de aspectos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, esta información fue tratada mediante análisis estadístico. La población de referencia fueron 11 trabajadores de una estación de servicio de gasolina en la ciudad de Medellín en el año 2023 y 2024, siendo esta misma la población de estudio.

4.2. Tipo de Estudio

Observacional : Al participar directamente en el entorno laboral de los trabajadores que dispensan gasolina en las estaciones de servicios, las investigadoras pudieron verificar y validar la información recopilada a través de otros métodos, como entrevistas o documentos; también permitió capturar las dinámicas y los procesos que ocurren en el contexto laboral en tiempo real y proporciono a las investigadoras sumergirse en el entorno y las experiencias de los dispensadores de gasolina en el ámbito laboral. Esto ayudo a asegurar la precisión y la fiabilidad de los datos, al comparar lo que los trabajadores comunican verbalmente con lo que se observó en la práctica.

Descriptivo: el proyecto investigativo fue descriptivo dado que el grupo investigador pretendió plasmar los hallazgos encontrados, sin pretender determinar una relación de causalidad en el tiempo. Cuyo objetivo principal es referir la frecuencia y las características más importantes de un problema de salud en la población estudiada.

Se realizó una encuesta transversal, ya que esta se aplicó una sola vez, no obstante, tiene un componente observacional que es de corte longitudinal, puesto que se realizó durante 12 semanas y en diferentes momentos del día.

4.3. Población

La población objeto de estudio estuvo compuesta por 11 trabajadores de una estación de servicio de gasolina en la ciudad de Medellín en el año 2023 y 2024.

4.3.1 Población de Referencia y Estudio.

La población de referencia es igual a la población de estudio, es decir, también está compuesta por 11 trabajadores expendedores de combustible en una estación de gasolina de la ciudad de Medellín en el año 2023 y 2024.

4.4. Criterios de Inclusión y Exclusión.

Debido al tamaño reducido de la población, no se consideró limitaciones para la inclusión de los participantes en este estudio, excepto si algún trabajador no deseaba participar.

4.5. Variables de análisis:

Variable	Clasificación	Naturaleza	Nivel
Edad del Trabajador	20-30 años 31-40 años 41-50 años Mayores de 50 años.	Cuantitativa	Razón

Sexo del Trabajador	Femenino Masculino	Cualitativa	Nominal
Cuántas horas trabaja al día.	6 horas 8 horas 12 horas	Cuantitativa	Razón
Cuántas horas trabaja a la semana	1 a 24 horas 24 a 36 horas Mas de 36 horas	Cuantitativa	Razón
Cuántas veces a la semana hace turno nocturno.	1 a 2 veces 2 a 3 veces Mas de 3 veces	Cuantitativa	Razón
Antes de hacer su turno nocturno se siente cansado.	1.Nunca 2.Pocas veces 3.Algunas veces 4.Siempre.	Cualitativa	Ordinal
Cuánto tiempo lleva laborando en la empresa	0-6 meses 6 a 18 meses Mas de 18 meses	Cuantitativa	Discreta
Qué tipo de contrato tiene.	Termino fijo Indefinido Otro	Cualitativa	Nominal
La empresa te suministra los EPP	Si No	Cualitativa	Nominal
Cuales EPP utilizan	Arnés Botas Casco Tapaboca Guantes Gafas	Cualitativa	Nominal
En qué momento los utilizan	1.Nunca 2.Pocas veces 3.Algunas veces 4.Siempre.	Cualitativa	Ordinal
Cada cuanto se lava las manos	Cada 2 horas Cada 4 horas Mas de 4 horas	Cuantitativa	Razón

¿Sabe que por la exposición prolongada a la gasolina puede presentar enfermedades?	Si No	Cualitativa	Nominal
Le realizaron exámenes de salud ocupacional al ingresar a la empresa.	Si No	Cualitativa	Nominal
¿Con que frecuencia le realizan los exámenes?	Cada 6 meses Cada 8 meses Cada 12 meses o mas	Cuantitativa	Razón
Consume alimentos o bebidas mientras está en la estación	Si No	Cualitativa	Nominal

4.6. Técnica de recolección de la información.

4.6.1. Fuente de información

En cuanto a la recolección de datos, se realizaron visitas presenciales a la estación de servicio de gasolina en días y horarios aleatorios durante aproximadamente 12 semanas.

4.6.2. Instrumento de recolección de la información

Durante las visitas, se observó el comportamiento de los trabajadores y se recopiló información por medio de un diario campo para el análisis. Todo lo observado fue registrado en una bitácora observacional y tendremos toda la información custodiada en nuestros correos electrónicos durante un periodo máximo de 2 años. Además, para caracterizar a la población de estudio, se realizó una encuesta sobre las condiciones laborales y datos demográficos. La recolección de información y la realización de la bitácora observacional fue realizada por las estudiantes investigadoras.

4.7. Proceso de obtención de la información

Se aplicó la encuesta en la población trabajadora de la estación de gasolina en la ciudad de Medellín, la cual se ejecutó en el mes de diciembre de 2023, enero y febrero de 2024.

4.8. Control de Errores y Sesgos

Para controlar errores y sesgos, se tuvo en cuenta lo siguiente: el sesgo de entrevistador se controló mediante un entrenamiento del encuestador para que las preguntas estén en función de lo que se quiere estudiar; la información fue obtenida mediante la aplicación de una encuesta hetero aplicada, que incluyo preguntas sencillas, lo que facilito así la comprensión de los trabajadores.

El sesgo de respuesta se controló mediante una buena sensibilización, comunicando a los encuestados el objetivo de la encuesta, la confidencialidad de las respuestas, la manera en la que se diligencio el instrumento y la posibilidad de preguntar ante cualquier duda que se haya generado durante la aplicación de la misma.

El sesgo de selección se evitó encuestando a toda la población objeto de estudio de la estación de servicio de gasolina, dado que es una población pequeña.

El sesgo del instrumento se controló mediante la aplicación de una encuesta estructurada cuyas preguntas fueron formuladas por las investigadoras principales y se basó de acuerdo con la revisión bibliográfica.

5. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Considerando la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud protección Social en Colombia, se dispone de la normatividad a nivel científico, técnico y administrativo para investigación en el área de salud, Según el artículo 11 numeral b 1354, el presente en el estudio se clasifica como una investigación sin riesgo, ya que no se abordan desde las encuestas temas sensibles como la salud mental de los trabajadores, los temas que abordamos son temas como el autocuidado, edad del trabajador, el tiempo laborado en la empresa, tipo de contratación, entre otros.

El estudio se llevó a cabo bajo las regulaciones y normas de investigación con humanos de acuerdo con la resolución 008430 (4 de octubre de 1993) del Ministerio de Salud, ya mencionada, con base en los principios éticos de la investigación (respeto por las personas, beneficencia y justicia, la no maleficencia). La justicia se ejecutó aplicando la misma encuesta a toda la población; el respeto por las personas se efectuó aceptando la decisión de los trabajadores si deseaban participar en el estudio; y la beneficencia se realizó al final del estudio, con la suministración de una cartilla informativa para la promoción y prevención dentro del ámbito laboral. La no maleficencia se refiere a la obligación de no causar daño a los pacientes.

Esta investigación, se acoge también ley estatutaria 1581 2012 por la cual se dicta las disposiciones generales para la protección de datos personales “Habeas Data” que surgió como parte fundamental de los artículos 15 y 20 de la Constitución Política de Colombia.

Adicionalmente, todo lo relacionado al trabajo de investigación se acogió a las normas éticas consignadas en la Declaración de Helsinki, destacando los principios generales 7, 8, 9 y 10; también, a las Pautas Éticas Internacionales para Investigaciones Biomédicas en seres humanos de la Organización Mundial de la Salud (CIOMS-2016) en especial las pautas: 1 ,3 ,4, 9 y 22. De igual manera, el presente trabajo se acogió a las directrices sobre ética en investigación a nivel internacional, dado en el respeto por los participantes de acuerdo a la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas de 1948 y el informe de Belmont de 1979 sobre “Principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación”, donde se mencionan al respeto, beneficencia y justicia como aspectos que deben estar presentes en investigaciones que involucren seres humanos.

6. RESULTADOS.

La población estudiada tuvo un total de 11 trabajadores, provenientes de una estación de gasolina en el sector de Los Colores de la ciudad de Medellín, todos del sexo masculino. La edad predominante fue de 50 años o más. La población estudiada laboró 8 horas diarias, para un total semanal de 48 horas (Gráfico 1); su tiempo de contratación fue mayor a 18 meses y contaban con contrato a término indefinido.

Aunque todos declararon contar con elementos de protección personal, como botas y uniforme, solo un trabajador manifestó utilizarlos pocas veces; se encontró que la empresa sólo les proporciona dotación de uniforme, no proporciona monogafas, tapabocas, ni guantes.

Todos los empleados manifestaron que la empresa les realizó exámenes de ingreso, 91% (10 personas) declararon que la frecuencia de los exámenes periódicos era mayor de 12 meses y sólo 1 trabajador respondió que la realización de ellos era cada 6 meses.

En cuanto a prácticas seguras, se encontró que en lo correspondiente al lavado de manos el 55% de los empleados (6) se lavan las manos cada 2 horas, el 36,4% (4 personas) cada 6 horas y el 9,1% (1 empleado) realiza esta práctica cada 4 horas (Gráfico 2). En lo relacionado al consumo de alimentos, el 73% (8 personas) declararon que no consumen alimentos dentro de la estación, no obstante, el 27% (3 empleados) si lo hacen (Gráfico 3); al respecto, y como parte del trabajo observacional se encontró que 1 o 2 trabajadores tomaron café dentro de la estación, sin observación de consumo de alimentos sólidos.

Además, se encontró que el 91% (10 empleados) tenían conocimiento que la gasolina produce afectaciones en la salud. Al indagar sobre la presencia de fatiga antes de iniciar la jornada laboral, se halló que 46% (5 empleados) declararon sensación de fatiga pocas veces, el 27,3% (3 personas) declararon no presentarla nunca, 18,2% (2 personas) respondieron siempre sentir fatiga antes de iniciar y 9,1% (1 empleado) manifestó algunas veces sentir fatiga antes al iniciar la jornada (Gráfico 4).

De acuerdo con el trabajo de campo observacional, se identificaron condiciones laborales que suponen riesgo, como: el uniforme usado por todos los trabajadores sólo constaba de gorra, pantalón de dril y camisa manga larga; durante las visitas no se observó a algún empleado usando monogafas, guantes o tapabocas; además, se pudo evidenciar que para los trabajadores el concepto de Elementos de protección personal (EPP) equivale al uniforme.

Sumado a lo anterior, no se observó lavado frecuente de manos, y se encontró que los trabajadores realizaban varias actividades a la vez, entre ellas: suministrar gasolina y gas a varios carros y motos al tiempo, recibir dinero, y proveer otros aditamentos solicitados por los clientes.

Visualizamos que, durante las horas de mayor flujo vehicular, los trabajadores tienen que realizar las actividades de tanqueo repetitivamente, lo cual no permitió la realización de pausas activas, tomar descansos para ir al baño o acudir al cafetín, evidenciando trabajo repetitivo y estático. Además, se pudo observar que el área destinada para el cafetín, también se usa para guardar implementos de aseo, sin una adecuada separación.

De acuerdo con lo anterior, sugerimos las siguientes recomendaciones para el área de seguridad y salud en el trabajo:

- Realizar pausas activas durante las jornadas laborales de 8 horas, 2 pausas de 10 minutos y tiempo destinado para una comida (desayuno, almuerzo, comida o merienda).
- Realizar exámenes ocupacionales de 6 a 12 meses, que incluya valoración médica y paraclínicos como Hemograma tipo IV, Recuento de reticulocitos, Extendido de sangre periférica, Parcial de orina y Audiometrías.
- Realizar cuestionario de síntomas Neurotóxicos.
- Realizar capacitaciones en los trabajadores, que contribuyan con la concientización acerca de las diferentes patologías que puede producir el contacto continuo con la gasolina y sus derivados, para promover el autocuidado.
- Incluir dentro de la dotación a los trabajadores elementos de protección personal (EPP), como: tapabocas, monogafas, guantes, bloqueador solar y adicional sugerimos el uso de medias de gradientes de presión.
- Realizar mediciones de ruidos en la estación de gasolina de manera periódica durante los horarios donde hay mayor flujo vehicular.
- Se sugiere replantear los horarios laborales con el objetivo de que el personal goce de un adecuado descanso y esto impacte positivamente en su entorno laboral, social y familiar.

6.1 Análisis de datos obtenidos de las Encuesta

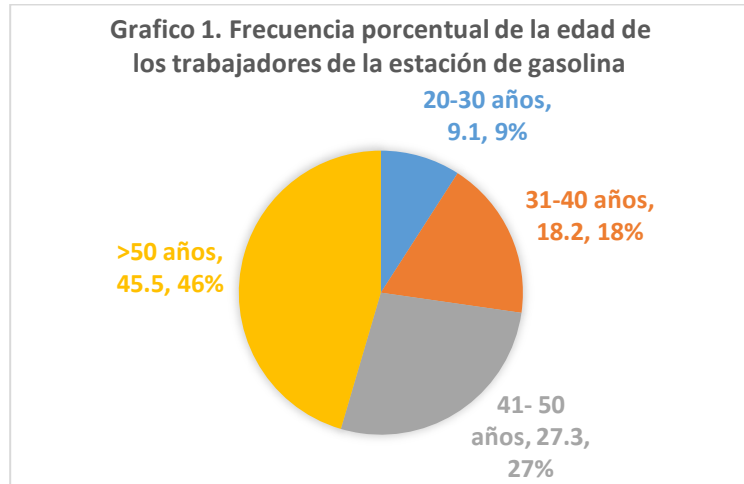


Grafico 1. frecuencia porcentual de la edad de los trabajadores de la estación de gasolina

Análisis. En esta grafica podemos observar la distribución porcentual de los trabajadores en la estación de gasolina nos muestra que el grupo etario que más prevalece es el comprendido en los mayores de 50 años con un 46%, seguido del grupo de 41 a 49 años con 27% y los grupos etarios con menos trabajadores son los comprendidos entre 31 y 40 años y los menores de 30 años con un 18% y un 9% respectivamente.

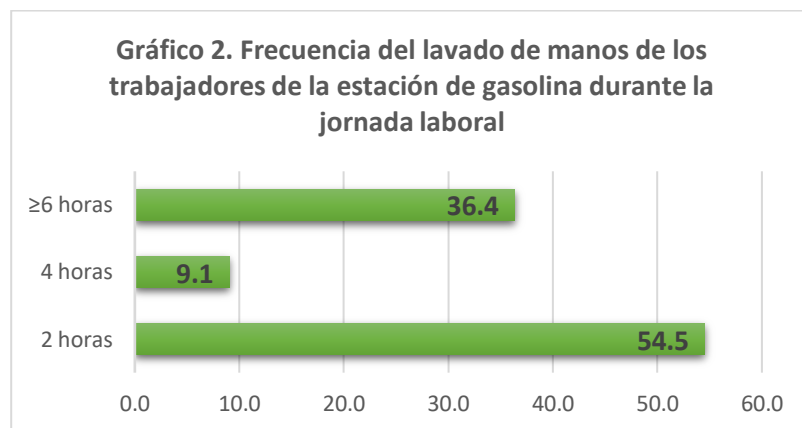


Gráfico 2. Frecuencia del lavado de manos de los trabajadores de la estación de gasolina durante la jornada laboral.

Análisis: Del total de los trabajadores encuestados en la estación de gasolina del sector de Los Colores el 54.5% realizan el lavado de manos cada 2 horas, el 36.4% cada > a 6 horas y solo el 9.1% lo realizan cada 4 horas.

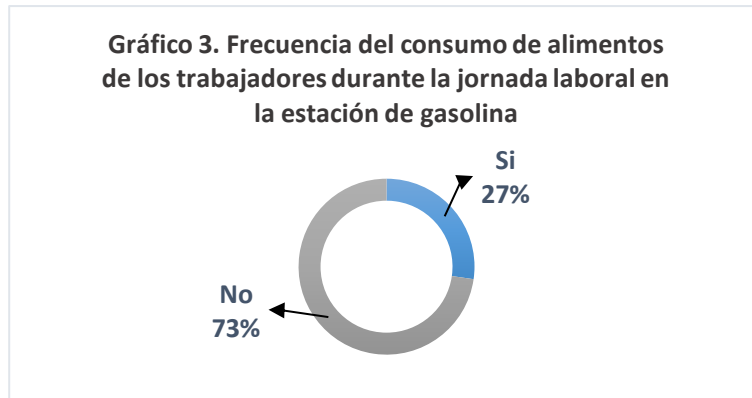


Gráfico 3. Frecuencia del consumo de alimentos de los trabajadores durante la jornada laboral en la estación de gasolina.

Análisis: La distribución porcentual de los trabajadores de la estación de gasolina del sector de Los Colores nos muestra que el 73% no consume alimentos durante la jornada laboral y que el 27% si consume alimentos durante la jornada laboral.

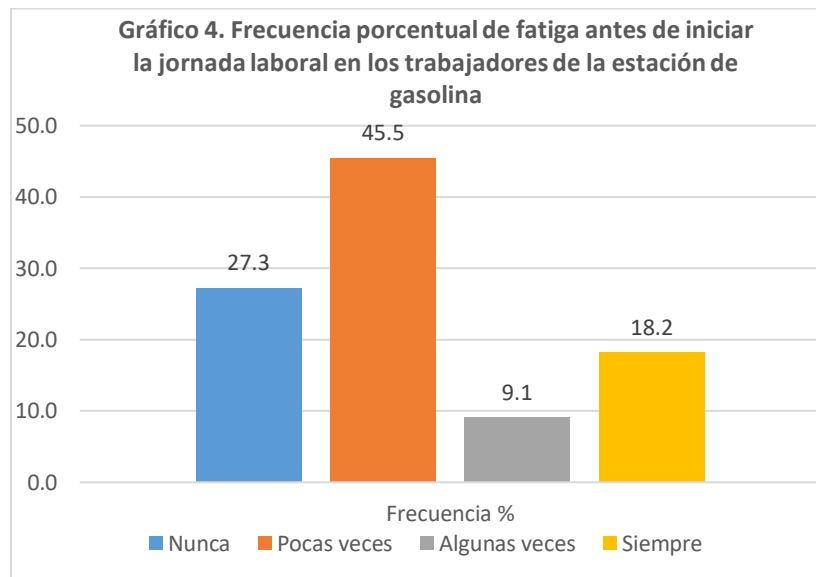


Gráfico 4. Frecuencia porcentual de fatiga antes de iniciar la jornada laboral en los trabajadores de la estación de gasolina

Análisis: La distribución porcentual del nivel de fatiga antes de iniciar la jornada laboral en los trabajadores de la estación de gasolina en el sector de Los colores nos indica que la mayor parte de los trabajadores pocas veces sienten fatiga con un 45.5% el 27.3% nunca sienten fatiga, el 18.2% siempre se encuentran fatigados antes de iniciar el turno y solo el 9.1% algunas veces sienten fatiga antes de trabajar. Lo que nos indica que 3 de los 12 trabajadores encuestados requieren acompañamiento por parte del área de seguridad y salud en el trabajo de la empresa.

7. DISCUSIÓN.

Se encontró que los empleados de la estación de gasolina en el sector de Los Colores en la ciudad de Medellín tuvieron una jornada laboral de 8 horas, las cuales las pueden realizar en horario de la mañana, tarde noche y noche; durante cada turno se encuentra 4 isleros en el turno diurno y 2 en el turno nocturno, mediante el estudio observacional se identificó el no uso de equipo protección personal (EPP); además, encontramos un concepto erróneo en los trabajadores respecto a los EPP, pues consideran que hacen únicamente referencia a la dotación del uniforme suministrado por la empresa, que incluye: pantalón de dril, camisa de algodón manga larga, gorra y botas de seguridad.

Ante el desconocimiento de lo que son los EPP, el no uso de ellos y por el contacto directo a compuestos de gasolina al que están expuestos los trabajadores, los empleados pueden tener una mayor absorción de dichas sustancias, una de ellas es el benceno; un hidrocarburo aromático que se absorbe por vía respiratoria, digestiva y cutánea, este es un agente cancerígeno clasificado por la IARC (Clasificación de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) en el grupo 1 (cancerígeno para los seres humanos). (<https://www.iarc.who.int/>)

La continua exposición a benceno puede producir leucemia mieloide aguda, linfoma no Hodgkin, leucemia linfoide y mieloides crónicas. (<https://www.iarc.who.int/>)

Le Noire y Claude publicaron en 1897 el primer informe sobre el posible papel de la exposición ocupacional a benceno en el desarrollo de leucemia. (Abdul Khalade1, 2010)

En el 2005, Schnatter y colegas publicaron una revisión sistemática de 22 estudios epidemiológicos sobre la relación entre la exposición al benceno y los subtipos de leucemia; y concluyeron que había evidencia consistente de que el riesgo de leucemia mieloide aguda (LMA) está relacionado con la exposición al benceno, con indicación de un patrón de dosis-respuesta y una sugerencia de riesgo para leucemia linfoide crónica (LLC), mientras que los datos de leucemia mieloide crónica (LMC) y los otros tipos de leucemia son escasas. No obstante, el estudio en mención no contó con evaluación cuantitativa de estas relaciones para entender mejor la magnitud del riesgo. (Abdul Khalade1, 2010)

En 1946, la Conferencia Americana de Asuntos Gubernamentales Higienistas Industriales fijan la primera exposición ocupacional límite para el benceno a 325 mg/m³ (100 ppm), y en 1963 el límite se redujo a 35 ppm. La mayoría de los países europeos y norteamericanos han adoptado el límite

de 1,63 a 3,25 mg /m³ (0,5 a 1ppm). Esta cifra fue acordada dentro de la Unión Europea en 1997 y fue adoptado dentro del comité de establecimiento de normas. (Abdul Khalade1, 2010)

En 1989, Lamn y sus colegas publicaron una evaluación de riesgos basada en un estudio de cohorte realizado por NIOSH (incluidos 9 casos de leucemia) y compararon sus resultados con los otros estudios disponibles; concluyendo que la LMC puede ser causada por un exceso a exposición al benceno, es decir, una exposición máxima al benceno mayor a 20 ppm o una exposición acumulada al benceno estimado como una exposición superior a 250 ppm-año. La publicación de Lamn y sus colegas nos informó que hay evidencia entre la exposición al benceno y el desarrollo de leucemia (LMC, LLC, LLA). En 1997, Savitx y Andrews revisaron la investigación epidemiológica sobre los cánceres linfáticos y hematopoyéticos, y analizaron 14 estudios, 3 provenientes de población general, y 11 realizados en la industrias expuestas al benceno; en ellos valoraron el riesgo de desarrollar leucemia asociada a la exposición al benceno; y aunque no desarrollaron un metaanálisis, concluyeron que “la evidencia epidemiológica que vincula al benceno con la leucemia, en conjunto como la LL, LMA Y LMC no es tan fuerte como el riesgo que hay en desarrollar LMA”. (Abdul Khalade1, 2010)

Los resultados de la revisión sistemática de Schnatter fortalecen la evidencia del efecto de la exposición al benceno sobre el riesgo de leucemia y proporciona estimaciones cuantitativas del efecto. Así, se estimó que el riesgo de sufrir LMA era dos veces para la exposición a benceno por debajo de 40 ppm-año, 2.3 veces más riesgo para exposiciones entre 40 ppm-año y menos de 100 ppm-año, y 3 veces más riesgo para exposiciones mayor o igual a 100 ppm-año. Este metaanálisis concluyó que hay evidencia de que a la exposición laboral al benceno aumenta el riesgo de desarrollar leucemia con un patrón dosis-respuesta. (Abdul Khalade1, 2010)

Las principales debilidades del estudio, es que no se contaron con mediciones ambientales en la estación, debido a que estaba por fuera de los objetivos del mismo, además sólo se analizaron los datos tomados de una estación de gasolina, la muestra de la población fue pequeña (11 trabajadores), y no se realizaron exámenes de laboratorio en los trabajadores como hemograma, niveles reticulocitos o parcial de orina, importantes para orientar a una detección temprana de alta exposición a benceno y posibles enfermedades.

No obstante, a partir de éstos resultados se pueden orientar acciones que mejoren la condiciones de seguridad y salud en el trabajo, aplicables a esta y otras estaciones de gasolina en la ciudad de Medellín o Colombia; igualmente, se pueden plantear nuevos trabajos de investigación en

poblaciones similares que incluya un mayor número de muestra, mediciones de benceno y exámenes clínicos y de laboratorio a los trabajadores, con el fin de realizar asociaciones, lanzar hipótesis más robustas que expliquen posibles riesgo para la salud, identificar otro tipo de factores de riesgo, y posiblemente proponer intervenciones para disminuir el riesgo al que se exponen este tipo de población, lo que finalmente puede impactar , la salud y calidad de vida de los empleados y sus familiares. Además, estos resultados pueden contribuir a justificar la necesidad de sentar bases científicas que soporten la legislación de la seguridad y salud en el trabajo de este tipo de empresas.

Nuestro trabajo es un estudio de tipo observacional descriptivo transversal, por lo cual no realizamos mediciones de hidrocarburos en el ambiente de la estación de servicio de gasolina o en los trabajadores, acá se abordó la colección de información a partir de encuestas aplicadas a los empleados y la construcción de una bitácora observacional; con el fin de caracterizar a la población trabajadora e identificar las condiciones laborales que suponen riesgo de enfermedad.

Partimos entonces desde la colección de la literatura científica relacionada con el riesgo que hay entre el benceno y el desarrollo de cáncer, se realizó el análisis a los posibles riesgos para la población de estudio, y posteriormente desarrollamos una cartilla de los diferentes factores de riesgo, con sus respectivas recomendaciones para subsanarlos, disminuirlos o eliminarlos, la cual será suministrada a la empresa y los trabajadores de la estación de gasolina en el sector de Los Colores de la ciudad de Medellín.

8. CONCLUSIONES.

Nuestro estudio encontró que, en la estación de gasolina en el sector de Los Colores en la ciudad de Medellín, tienen una población trabajadora pequeña para el volumen de trabajo que manejan, durante los horarios laborales no realizan pausas activas, la dotación dada por la empresa es limitada y no proporciona EPP; observamos que no hay una alta rotación laboral, tienen un contrato a término indefinido con las prestaciones legales vigentes en Colombia.

Durante las visitas que realizamos a la estación de gasolina, detectamos varios factores de riesgo entre los cuales están, exposición a los rayos UV, falta de uso de EPP (equipo protección personal), carencia de pausas activas, privación de tiempo para el almuerzo, horarios inflexibles que no les permite tener días de descansos, los trabajadores no cuentan con un espacio destinado solo para el cafetín, ya que este es usado como bodega para uso de implementos de aseo, también observamos riesgos disergonómicos como por ejemplo los trabajadores siempre están en bipedestación, además de la constante flexión del tronco para tanquear los vehículos la cual no se hace de la manera adecuada, también están expuestos a gases y vapores por la combustión de la gasolina, estos gases son: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂), hidrocarburos no quemados, óxido de nitrógeno (NO), además encontramos la exposición a material particulado.

Además, como personal de salud, en formación de especialista en seguridad y salud en el trabajo, consideramos que el seguimiento médico ocupacional en esta población trabajadora es insuficiente, solo se realiza una evaluación médica, sin tener en cuenta el alto riesgo al que están expuestos los trabajadores (contacto con gasolina y sus derivados, como el benceno), no se realizan exámenes complementarios como hemograma, recuento de reticulocitos y parcial de orina, que bien podrían prevenir una enfermedad, detectar un riesgo u orientar una detección temprana de patologías relacionadas.

A manera de compensación y como muestra de la socialización del conocimiento generado en este trabajo, se proporcionará una cartilla educativa para el empleador para crear una concientización que ayude a mejorar la matriz de riesgo y el profesiograma de la empresa, y esta a su vez que la puedan distribuir dentro de su personal.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Creg, P. (2017, diciembre 16). *Nuestra Historia*. Portal CREG. <https://creg.gov.co/publicaciones/8817/nuestra-historia/>
2. *Tomo I - Portal INSST - INSST*. (s/f). Portal INSST. Recuperado el 10 de junio de 2024, de <https://www.insst.es/tomo-i>
3. *Una revisión sobre los disruptores endocrinos y su posible impacto sobre la salud de los humanos A review on endocrine disruptors and their possible impact on human health Manuel Pombo Arias*. (s/f).
4. . Homepage – IARC [Internet]. Who.int. [citado el 10 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.iarc.who.int/>.
5. REexseparcoh sure to benzene at work and the risk of leukemia: a systematic review and meta-analysis Abdul Khalade1, Maritta S Jaakkola2. 1
6. *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. (2024, mayo 21). Cdc.gov. <https://www.atsdr.cdc.gov/es/index.html>
7. Benzene U, S. (s/f). *DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry*.
8. Board on Environmental Studies and Toxicology, Division on Earth and Life Studies, & National Research Council. (2014). *Introduction*. National Academies Press.
9. Ethylbenzene U, S. (s/f). *DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry*.
10. *Pocket Guide to Chemical Hazards*. (2022, octubre 21). Cdc.gov. <https://www.cdc.gov/niosh/npg/default.html>.
11. Toluene U, S. (s/f). *DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry*.
12. Us Epa, O. (2013). *Integrated risk information system*. <https://www.epa.gov/iris>

10. ANEXOS

- 10.1. Carta de autorización. Encuesta.
- 10.2. Encuesta. Bitácora Observacional de estación de gasolina.
- 10.3. Bitácora Observacional de estación de gasolina. Ficha Técnica Aditivo.
- 10.4. Ficha Técnica Aditivo.
- 10.5. Cartilla de Socialización.