

Estrategia de control frente a la exposición laboral al ácido sulfhídrico en la Central Paraíso
del grupo Enel – Emgesa

Nombres y apellidos completos del autor o autores

Jackeline Alexandra Rodriguez Quiroga

Liliana Margarita Gaviria Salamanca

Rocio Ruiz Quiroga

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede / Centro Tutorial Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el
Trabajo

Noviembre 2021

Estrategia de control frente a la exposición laboral al ácido sulfhídrico en la Central Paraíso
del grupo Enel - Emgesa

Nombres y apellidos completos del autor o autores

Jackeline Alexandra Rodriguez Quiroga

Liliana Margarita Gaviria Salamanca

Rocio Ruiz Quiroga

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia
en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Asesor(a)

Luis Gabriel Gutierrez Bernal

Magister en Prevención de Riesgo Laborales

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede / Centro Tutorial Bogotá D.C. - Sede Principal

Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Noviembre 2021

Dedicatoria

A Dios por permitirnos finalizar este proyecto y a nuestros familiares quienes nos acompañaron y apoyaron en todo momento. A todas las personas especiales que hicieron parte de esta etapa, con sus aportes profesionales y humanos.

Agradecimientos

Agradecemos al grupo Enel Emgesa y a los trabajadores de la Central paraíso quienes nos permitieron realizar este proceso de investigación y nos retroalimentaron cada uno desde su experiencia, fortaleciendo nuestro conocimiento.

De igual manera, agradecemos a la Corporación Universitaria Minuto de Dios virtual y a distancia (UVD), al tutor del proyecto de investigación y a cada uno de los docentes de la Especialización en Gerencia de Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo, quienes nos acompañaron en este proceso de formación.

CONTENIDO

Resumen ejecutivo	
Introducción	
1. Problema	13
1.1 Descripción del problema	13
1.2 Pregunta de investigación	15
2. Objetivos	15
2.1 Objetivo general	15
2.2 Objetivos específicos	16
3. Justificación	16
4. Marco de referencia	18
4.1 Marco teórico	18
4.1.1 El ácido sulfhídrico	20
4.1.2 Toxicidad del ácido sulfhídrico	20
4.1.3 Valores límite de exposición al ácido sulfhídrico	21
4.1.4 Factores de riesgo más comunes	21
4.2 Antecedentes o Estado del arte (marco investigativo)	22
4.3 Marco legal	25
5. Metodología	27
5.1 Enfoque y alcance de la investigación	27
5.2 Población y muestra	28
5.3 Instrumentos	29
5.4 Procedimiento	32
5.4 Análisis de información	33
5.5 Consideraciones éticas	33
6. Resultados y discusión	35

7. Conclusiones	47
8. Recomendaciones	49
9. Referencias bibliográficas	51

Índice de tablas

Tabla 1. Sustancias químicas:medios de ingreso al organismo.....	19
Tabla 2. Límites regionales de exposición laboral para H ₂ S.....	21
Tabla 3. Fases del proceso de investigación.....	32
Tabla 4. Resumen matriz de peligros Central Paraiso.....	36
Tabla 5. Actividades con exposición a ácido sulfídrico	37
Tabla 6. Medidas de control evaluados	40

Índice de gráficos

Grafico 1. Tiempos acumulados de exposición mensual	38
Grafico 2. Tiempos acumulados en actividades anuales	39
Grafico 3. Mantenimiento foso de turbina Unidad 2.....	41
Grafico 4. Inspección foso de turbina Unidad 2.....	42
Grafico 5. Inspección de distribuidor	43
Grafico 6. Mantenimiento de compuertas	44
Grafico 7. Ruta de inspección tanque de quietamiento	45
Grafico 8. Mantenimiento del biofiltro.....	45

Resumen ejecutivo

El Ácido Sulfhídrico (H_2S) también conocido como sulfuro de hidrogeno, es un gas toxico, inflamable, incoloro con un olor característico a huevos descompuestos; para el caso analizado en este proyecto de investigación, este gas se produce como resultado de la degradación bacteriana de materia orgánica contenida en el agua del Rio Bogotá, en una forma concentrada es mortal para el organismo y es sumamente rápido en su acción sobre el mismo. El proceso productivo de la Central Paraíso hace uso de dichas aguas como fluido impulsor para la generación de energía eléctrica, durante este proceso se desprende en el ambiente gas ácido sulfhídrico, trayendo riesgos a la salud de los trabajadores.

El proyecto tuvo como propósito, la definición de una estrategia de control ante la exposición a ácido sulfhídrico, mediante la identificación de riesgos relacionados, caracterización de los diferentes escenarios de exposición, evaluación de aplicación de medidas de control y la estructuración de herramientas de control que permitan la prevención integral de los riesgos.

El enfoque del proyecto de investigación fue cuantitativo de tipo descriptivo, se hizo uso de instrumentos de recolección de datos como: la Guía para la identificación de los Peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional - GTC 45, la Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para trabajadores expuestos a benceno y sus derivados, en su capítulo de estrategia para el control de la exposición ocupacional y finalmente un instrumento de observación para la obtención de información relacionados con la aplicación de controles por parte de los trabajadores.

Como resultados y conclusiones de la investigación se encontró que el riesgo químico y los trabajos en espacios confinados son los factores de riesgo de mayor relevancia durante

las actividades con exposición a ácido sulfhídrico, las tareas asociadas a mantenimientos e inspección de turbinas y del tanque de quietamiento son las que generan un mayor grado de exposición en tiempo acumulado a las concentraciones de gas de ácido sulfhídrico, así mismo, se detectaron falencias en la aplicación de medidas control establecidos desde el punto de vista comportamental de los trabajadores.

En estudios futuros se puede realizar énfasis en el diseño de controles de ingeniería que permitan implementar sistemas de extracción de gases en las instalaciones para la reducción de los niveles de concentración en las áreas de trabajo; así mismo ahondar en el análisis de resultados de los sistemas fijos de medición de atmosferas peligrosas instalados y a partir de estos datos realizar propuestas de mejora en la fuente, medio y trabajador.

Introducción

La exposición a agentes químicos peligrosos como el H₂S ácido sulfhídrico, es un riesgo frecuente en las industrias, por lo cual se hace necesario trabajar en la prevención de riesgos laborales, con medidas de control adecuadas.

Desde el nacimiento del río Bogotá hasta su desembocadura, se generan aportes de aguas residuales que conllevan a que en este cauce fluvial se presenten altos niveles de contaminación biológica, química y física. El proceso productivo de la Central Paraíso utiliza agua del Río Bogotá como fluido impulsor de las turbinas (durante los procesos de mantenimiento y descarga de aguas), generando el desprendimiento en el ambiente de ácido sulfhídrico (H₂S), ocasionando riesgos a la salud de los trabajadores por la exposición aguda y crónica a dicha sustancia.

Aunque en la Central Paraíso en la actualidad existen controles para la mitigación de los riesgos por exposición al ácido sulfhídrico para los trabajadores, estos resultan insuficientes debido a que se encuentran enfocados al control de atmosferas peligrosas a través de equipos de medición en los sitios de trabajo, dejando de lado aquellos relacionados con la vigilancia médica en salud, los protocolos de atención de emergencia en caso de intoxicación por ácido sulfhídrico, los comportamientos de los trabajadores y las posibles mejoras de equipos por nuevas tecnologías.

Este proyecto tiene por objetivo definir una estrategia de control ante la exposición a ácido sulfhídrico de los trabajadores de la Central Paraíso, de forma que se mejoren los procesos y por ende el bienestar de sus trabajadores, reduciendo los daños a la salud, las pérdidas humanas y el impacto económico.

Para establecer dicha estrategia se tuvieron en cuenta tres objetivos específicos, desarrollados mediante la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos mediante la metodología de la GTC 45 de 2012, la caracterización de actividades realizada a partir de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus Derivados y por último, la evaluación de la aplicación de controles por parte de los trabajadores a partir de la observación, con el fin de realizar la posterior evaluación de las conductas y el cumplimiento de los trabajadores frente a los controles establecidos por la empresa.

Como resultado de la aplicación de la metodología de la GTC 45 de 2012, se identificó que los riesgos más importantes relacionadas con exposición a ácido sulfhídrico, son los asociados con riesgo químico por gases y vapores y riesgos de seguridad como espacios confinados, considerándose esta como una tarea de alto riesgo.

La caracterización de actividades realizada a partir de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus Derivados, arrojó que dos actividades de las evaluadas (mantenimiento e inspección de foso de turbina y la inspección de tanque de aquietamiento) son las labores donde se presenta mayor tiempo de exposición durante la jornada laboral; y por último frente a la evaluación de la aplicación de controles por parte de los trabajadores, los controles establecidos para el inicio de los trabajos como el Análisis de Riesgo por Oficio y Permiso de Trabajo se cumplen al 100% por parte de los mismos, a diferencia de los controles relacionados con la verificación de equipos e instalación de equipos de ventilación artificial, enfocados al monitoreo de atmosferas peligrosas, las cuales no se ejecutan a cabalidad, poniendo en peligro la integridad de las personas y las instalaciones.

1. Problema

1.1 Descripción del problema

Según la ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades), el Ácido Sulhídrico (H_2S) también conocido como sulfuro de hidrogeno, es un gas tóxico, que emana naturalmente del petróleo crudo, gas natural, gases volcánicos y manantiales de aguas termales; también puede producirse como resultado de la degradación bacteriana de materia orgánica, cómo, por ejemplo, de los desperdicios de animales y humano y, particularmente de las bacterias que se encuentran en la boca y el tracto gastrointestinal de animales y humanos.

Por otro lado, el ácido sulhídrico también se produce por actividades industriales tales como, el procesamiento de alimentos, los hornos de coque, fabricación de papel, curtidurías y refinerías de petróleo.

El ácido sulhídrico es un gas inflamable, incoloro con un olor característico a huevos descompuestos. Se le conoce comúnmente como ácido hidrosulfúrico o gas de alcantarilla (ATSDR, 2016).

Según Mitrani (1974), este ácido, en una forma concentrada es mortal para el organismo y es sumamente rápido en su acción sobre el mismo. Este gas es más denso que el aire por lo que al acumularse en grandes cantidades en las partes inferiores de lugares cerrados, se constituye un gran peligro; la toxicidad de este gas es similar a la del cloro y de los vapores nitrosos.

El hidrógeno sulfurado es un tóxico extremadamente peligroso, siendo a la vez irritante y asfixiante; en concentraciones de 150 y 200 ppm, causa irritación en los ojos, y en concentraciones ligeramente superiores, da lugar a irritación del tracto respiratorio; si la

exposición es prolongada, origina edema pulmonar. Concentraciones de este gas de 500 ppm, en exposiciones de 30 minutos, causan dolor de cabeza, mareos, excitación, marcha vacilante, diarrea, disuria, que en ocasiones son precedidas de bronquitis y bronconeumonía. La acción de este gas sobre el sistema nervioso es depresiva a pequeñas cantidades y estimulante en cantidades mayores; en concentraciones más elevadas produce parálisis del centro respiratorio y, a exposiciones entre 800 y 1 000 ppm. son fatales, a los 30 minutos y en casos superiores a estas cifras, son instantáneamente mortales.

Según la ACSH (Asociación Chilena de Seguridad), los riesgos se presentan en la exposición a fuentes naturales, a fuentes artificiales y en el uso industrial específico del agente, como se plantea a continuación:

- Fuentes Naturales: Extracción del Petróleo y gas natural. Trabajos en minas (descomposición de piritas), túneles, pozos, cajones y termas.
- Fuentes Artificiales: Viscosa rayón, vulcanización de goma, curtido de cueros, laboratorios químicos, fábrica de cerveza, fábrica de cola, fabricación de pulpa de madera, fábrica de harina de pescado (bodegas de buques y fábrica). Trabajos en alcantarillado, limpieza de estanques y pozos negros, residuos de remolacha, manejo de excrementos humanos y de animales (fertilizantes).
- Uso Industrial: Producción de H₂S, síntesis de ácido sulfúrico, sulfuros y compuestos inorgánicos, reactivos de laboratorios, metalurgia. ACSH (s.f.)

En este proyecto, los riesgos por el ácido se relacionan con otro uso industrial, como es el de la generación de energía eléctrica con las aguas del río Bogotá. Es el caso de Enel-Emgesa y sus siete centrales eléctricas: dos grandes y cinco de menor proporción. Las aguas del embalse del Muña surten a las dos más grandes: Paraíso y Guaca, que hacen parte

de la cadena hidroeléctrica Pagua; cuyo proceso inicia antes de las compuertas de Alicachín, donde hay una estación de bombeo con tres tuberías que suministran las aguas al embalse (Secretaría de ambiente, 2020).

Desde su nacimiento hasta su desembocadura, los aportes de aguas residuales hacen que el río Bogotá presente niveles crecientes de contaminación biológica, química y física. El río presenta alta presencia de metales tóxicos, como cromo y plomo, especialmente en el sector de Villapinzón y en la desembocadura del río Tunjuelo, donde se ubica la industria de curtiembres. Además, al río se vierten residuos de aceites, grasas y detergentes, que llegan de la vertiente del río Juan Amarillo, llegando hasta la desembocadura del río Magdalena (Sutachan, C. & Moreno, J, 2007).

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, el proceso productivo de la Central Paraíso que utiliza agua del Río Bogotá como fluido impulsor de las turbinas (durante los procesos de mantenimiento y descarga de aguas), genera el desprendimiento en el ambiente de ácido sulfhídrico (H_2S), trayendo riesgos a la salud de los trabajadores por la exposición aguda y crónica a dicha sustancia. Como fue el caso en octubre del año 2012 de un trabajador que falleció por exposición a altas concentraciones de H_2S , y de tres trabajadores más que resultaron heridos al tratar de auxiliarlo sin medidas de control.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuál es la estrategia de control ante la exposición a ácido sulfhídrico de los trabajadores de la Central Paraíso del Grupo Enel – Emgesa?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Definir la estrategia de control ante la exposición a ácido sulfhídrico de los trabajadores de la Central Paraíso.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores de riesgo a través de la GTC 045, relacionados con la exposición al ácido sulfhídrico de los trabajadores de la central paraíso.
- Caracterizar los diferentes escenarios de exposición al ácido sulfhídrico en las actividades desarrolladas por los trabajadores de la central paraíso, mediante la aplicación de la estrategia para el control de la exposición ocupacional propuesta en la GATISST.
- Evaluar la aplicación de los controles de seguridad por parte de los trabajadores de la central paraíso, por medio de la aplicación de la observación.
- Determinar las herramientas de control para reducir los riesgos exposición a ácido sulfhídrico de los trabajadores de la Central Paraíso.

3. Justificación

La exposición a agentes químicos peligrosos como el H₂S ácido sulfhídrico, es un riesgo frecuente en las industrias, por lo cual se hace necesario trabajar en la prevención de riesgos laborales, con medidas de control adecuadas. Para establecer dichos controles es importante identificar y evaluar los factores de riesgo, los efectos agudos y crónicos a la salud derivados de la exposición a los agentes químicos peligrosos.

Este proyecto se realizará en la central paraíso ubicada en Mesitas del Colegio, donde se encuentra la población objeto de estudio, quienes desarrollan actividades de mantenimiento, inspección y control de unidades de generación, estando expuestos de manera continua a los gases de ácido sulfhídrico (H₂S), en jornadas que van desde las 8

horas para el personal de mantenimiento y jornadas de 12 horas para el personal de operación.

Si bien en la actualidad existen controles para la mitigación de los efectos en la salud de la población trabajadora, esto son insuficientes dado que se encuentran enfocados al control de atmosferas peligrosas a través de equipos de medición en los sitios de trabajo, dejando de lado aquellos relacionados con la vigilancia médica en salud, protocolos de atención de emergencia en caso de intoxicación por ácido sulfhídrico, comportamiento de los trabajadores y mejoras en equipos por nuevas tecnologías. Es importante introducir en las organizaciones nuevas medidas identificadas que pueden mejorar los procesos y por ende el bienestar de sus trabajadores, reduciendo los daños a la salud, pérdidas humanas y el impacto económico, derivado del ausentismo laboral, paradas en la producción y en los casos más graves, fatalidades.

Con este proyecto, en primer lugar, se favorece Enel - Emgesa, por cuanto, el establecimiento de mejoras o nuevas medidas de control, contribuye a prevenir la ocurrencia de accidentes laborales y/o disminución de las consecuencias a la salud de los trabajadores de la central paraíso, adicionalmente las recomendaciones que se definirán le permitirán a la empresa, analizar las herramientas de control propuestas y estudiar la viabilidad de su implementación mejorando su desempeño en materia de seguridad y salud laboral y medio ambiente.

En segundo lugar, se favorecen las comunidades aledañas, ya que por la presencia de emisiones de H₂S hace que se vean desvalorizados sus inmuebles y se generen afectaciones a la salud, presentando sintomatología como náuseas, lagrimeo de los ojos, dolores de cabeza o pérdida del sueño por exposiciones prolongadas a este compuesto; en

efecto la implementación de nuevos controles contribuirá en mejorar las condiciones de vida y salud de las comunidades.

En tercer lugar, los estudiantes en calidad de investigadores desarrollan competencias de análisis y apropiación de conocimientos que pueden ser implementados en sus actividades laborales.

Por último, este trabajo será de gran utilidad para la Corporación universitaria Minuto de Dios virtual y a distancia (UVD) ya que servirá como herramienta de consulta teórica y metodológica para los estudiantes de la especialización en Gerencia de Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo.

4. Marco de referencia

4.1 Marco teórico

Para el desarrollo del proyecto se hará uso de los siguientes conceptos: i) *sustancias químicas, efectos a la salud agudos y crónicos*, ii) *ácido sulfhídrico*, iii) *toxicidad del ácido sulfhídrico*, iv) *valores límites permisibles* y v) *factores de riesgo*.

4.1.1 Sustancias químicas peligrosas: efectos agudos y crónicos en la salud humana

Según el Boletín de Salud y Medio ambiente (2007), las sustancias químicas, o las mezclas o soluciones que se encuentran en la composición de algunos productos, pueden ser peligrosas por ocasionar daños a la salud de las personas (sustancias tóxicas, irritantes y corrosivas), daños al medio ambiente, o por el riesgo de ocasionar accidentes por ser inflamables, comburentes o explosivos.

Los daños ocasionados sobre la salud de las personas se pueden dividir en:

- Efectos agudos: quemaduras, irritación de ojos, de piel o de vías respiratorias, asfixia, mareos, dolor de cabeza, etc., sufridos desde unos segundos hasta unos minutos después de la exposición.

- Efectos crónicos: alergias, asma, enfermedades y lesiones respiratorias, enfermedades y lesiones del sistema reproductor, alteración del sistema hormonal, cáncer, etc. Aparecen unos días, meses o incluso años después de la exposición y, en general, tras una exposición continuada a dosis bajas de las sustancias químicas peligrosas que componen los productos tóxicos.

En el mismo boletín se menciona que los efectos en la salud de las sustancias químicas peligrosas dependen de la vía de administración, del tiempo de exposición, del número de exposiciones (sólo una dosis o múltiples dosis a lo largo del tiempo), de la forma física de la toxina (sólida, líquida o gaseosa), y de la sensibilidad o susceptibilidad de las personas a esas sustancias tóxicas, (capacidad de detoxificarlas, eliminarlas, o reparar el daño que producen en su organismo).

Tabla 1

Sustancias químicas: medios de ingreso al organismo

Por vía respiratoria	A través del aire que respiramos las sustancias químicas pueden penetrar en los pulmones y, desde aquí, penetrar en el riego sanguíneo y distribuirse por todo el organismo.
Por vía digestiva	Las sustancias químicas pueden ser ingeridas a través de la boca por contacto con las manos, bebidas, alimentos y, por ejemplo, cigarrillos contaminados. También se considera la posible ingestión de contaminantes disueltos en mucosidades del sistema respiratorio.
Por vía parenteral	Las sustancias penetran en el cuerpo a través de llagas, heridas, etc.
Por vía dérmica	Es la vía de penetración de las sustancias que son capaces de atravesar la piel, sin causar erosiones o alteraciones notables, e incorporarse a la sangre, para posteriormente ser distribuidas por todo el organismo.

Nota: (Boletín Salud y Medio Ambiente, 2007)

4.1.1 El ácido sulfhídrico

Es un gas inflamable, incoloro con un olor característico por la descomposición de material orgánico. Se le conoce comúnmente como ácido hidrosulfúrico o gas de alcantarilla y puede detectarse su olor a niveles muy bajos.

El ácido sulfhídrico (H₂S) se presenta naturalmente en el petróleo crudo, gas natural, gases volcánicos y manantiales de aguas termales. También puede producirse como resultado de la degradación bacteriana de materia orgánica. Es, además, producto de los desperdicios de animales y humanos.

El ácido sulfhídrico también puede ser producido por actividades industriales tales como procesamiento de alimentos, hornos de coque, fábricas de papel, curtidurías y refinerías de petróleo (ATSDR, 2016).

4.1.2 Toxicidad del ácido sulfhídrico

Aunque las actividades realizadas en espacios confinados pueden comportar otros riesgos, aquí sólo se tratarán los daños derivados de la exposición a ácido sulfhídrico. La principal vía de entrada en el organismo es la vía inhalatoria que produce daños en el sistema respiratorio, los ojos y en el sistema nervioso central. A concentraciones bajas provoca irritación de ojos, nariz, garganta y tracto respiratorio (los efectos pueden tardar en aparecer). A concentraciones moderadas, se generan efectos más severos en los ojos y la respiración, dolor de cabeza, mareos, náuseas, tos, vómitos y dificultad para respirar. A elevadas concentraciones puede provocar estado de shock, convulsiones, incapacidad para respirar, coma y muerte, siendo la aparición de los efectos extremadamente rápido (INSST, 2017).

4.1.3 Valores límite de exposición al ácido sulfhídrico

En la siguiente tabla se describen los valores límites permisibles establecidos por diferentes organizaciones a nivel mundial.

Tabla 2

Limites regionales de exposición laboral para H₂S

Autoridad/ País	Descripción	Límite ponderado en el tiempo	Límite de exposición de corta duración
NIOSH	REL	10 ppm TWA	15 ppm STEL
OSHA	PEL	200 ppm linte máximo	50 ppm durante 10 min
ACGIH	TLV	10 ppm TWA	15 ppm STEL
Reino Unido	WEL	5 ppm TWA	10 ppm STEL
Canadá	OEL	10 ppm TWA	15 ppm
Australia	OEL	10 ppm TWA	15 ppm STEL
Alemania	BGR	5 ppm	
Sudáfrica		10 ppm TWA	15 ppm STEL
Brasil	OEL	8 ppm (máx. 48 h./sem.)	

Nota: Draguer. (s.f)

4.1.4 Factores de riesgo más comunes

Según las (INSST, 2017), los factores más importantes que aumentan la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición vía inhalatoria a H₂S durante la realización de trabajos, se relacionan a continuación:

- Concentración ambiental del ácido sulfhídrico.
- Tipo de exposición (aguda o instantánea, subcrónica o repetida en periodos cortos, crónica).
- Tiempo de exposición.
- Sistema de ventilación deficiente o inexistente.

- Carencia de detectores personales para monitorizar el gas y confiar en el sentido del olfato para detectar la presencia continua del gas o para la advertencia de concentraciones peligrosas.
- Procedimiento de trabajo inadecuado o inexistente.
- La inadecuación o falta de utilización de equipos de protección individual respiratoria.

4.2 Antecedentes o Estado del arte (marco investigativo)

Sobre el problema abordado en esta investigación se encontraron escasos documentos que dieran cuenta de la relación directa con las afectaciones a la salud por exposición al ácido sulfhídrico.

Finalmente, con relación directa, se hallaron dos artículos científicos publicados en revistas académicas; ambos casos corresponden a estudios de caso de pacientes expuestos a dicha sustancia, los estudios fueron hechos en entornos hospitalarios por los médicos tratantes. Por otro lado, se hallaron tres tesis: la primera corresponde a una maestría en Seguridad y Salud Ocupacional, la segunda a una maestría en Salud Ocupacional y Ambiental, y la última, a un trabajo de pregrado correspondiente a una Ingeniería Industrial.

El primer documento, de Nogue S, Sanz-Gallén P, Vilche D y Fernández- Sola J (2007), titulado “Secuelas neurológicas irreversibles causadas por una exposición al ácido sulfhídrico en un accidente laboral”, es un artículo de investigación que desarrolla un estudio de caso de un hombre de 49 años de edad en Barcelona - España, que presentó intoxicación aguda por ácido sulfhídrico mientras realizaba tareas de mantenimiento en una industria de refinado de hidrocarburo; el trabajador quedó en situación de invalidez

absoluta para cualquier tipo de actividad laboral. El estudio contempla la relación causal y criterios de diagnóstico para el síndrome fatiga crónica, así como la descripción de las principales alteraciones que puede ocasionar el ácido sulfhídrico según las concentraciones ambientales. Se destacan los aspectos preventivos de las intoxicaciones por este gas, ya que ocasionan un número elevado de casos mortales y los pacientes que sobreviven pueden quedar con secuelas neurológicas irreversibles. A nivel metodológico, se realiza el seguimiento de las condiciones de la persona del caso en cada uno de los momentos de atención.

El segundo documento, es una tesis de pregrado titulada “Exposición laboral al ácido sulfhídrico en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la empresa Teimsa” de Ecuador. Su objetivo general fue evaluar el grado de concentración y de exposición laboral al ácido sulfhídrico en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la Empresa TEIMSA; se hicieron mediciones de campo con el fin de establecer las acciones necesarias y pertinentes que permitieran reducir la exposición laboral ante este compuesto químico. El proyecto fue realizado bajo la metodología bibliográfica – documenta (Pazmiño, 2018), definida como un estudio documental y de investigación aplicada.

El tercer trabajo se titula “Intoxicación aguda por ácido sulfhídrico”; realizado en Cuba, en este se realiza un estudio de los aspectos epidemiológicos y clínicos de la intoxicación, tanto aguda como crónica, producida por el ácido sulfhídrico. Es un artículo académico de reflexión que presenta cinco casos de intoxicación por el ácido sulfhídrico, por lo que a nivel metodológico se presentan los datos de la atención en cuanto al pronóstico y el tratamiento. En este trabajo se estudiaron las vías de absorción, eliminación, toxicidad y patogenia producidas por la exposición a dicha sustancia química.

Adicionalmente se señala un estudio particular de la planta industrial “Pedro Soto Alba” en relación con la presencia de gas en sus distintos departamentos (Mitrani, 1974)

El cuarto documento, de Torres (2015), se titula “Caracterización de la exposición ocupacional a los gases, dióxido de azufre (SO₂), ácido sulfhídrico (H₂S), y monóxido de carbono (CO), y la percepción de salud de los trabajadores en una empresa del sector hidrocarburo en Colombia”. Este trabajo es resultado de una investigación de maestría, en el que se pudo evidenciar algunos resultados obtenidos por el autor, sobre la percepción de los trabajadores sobre su estado de salud, encontrando que el 90% de los trabajadores afirma que su salud es buena, el 97% afirmó que no presenta problemas respiratorios, el 23% manifiesta que presenta trastornos dermatológicos y el 27% indica que presenta dolor de cabeza constante.

Al realizar la revisión de los informes de calidad de aire disponibles se encontró que las mediciones de dióxido de azufre SO₂, monóxido de carbono CO se encuentran dentro del rango establecido según límites permisibles. Se puede evidenciar en los diferentes estudios que la calidad del aire es buena en el 100% de las áreas de influencia de las estaciones de tratamiento de crudo. Según los informes de higiene industrial el 34% de las instalaciones presenta concentraciones de Ácido sulfhídrico (H₂S) en el límite permisible para exposiciones crónicas en un promedio ponderado de tiempo (TLV-TWA) y el límite permisible para exposiciones agudas en un límite de exposición a corto plazo (TLV-STEL), por lo que solo el 37% de los trabajadores objeto de este estudio percibió el riesgo.

A nivel metodológico, el trabajo se realizó desde un enfoque cuantitativo, particularmente de corte transversal para hacer mediciones en cuanto a la exposición a la sustancia y de las percepciones de los trabajadores sobre su salud.

El último documento tesis de pregrado titulado “Evaluación Cualitativa De Los Riesgos Por Inhalación Al Sulfuro De Hidrógeno En Trabajadores De Dos Plantas De Tratamiento”, permitió conocer los riesgos por inhalación, principalmente en el proceso de homogenización donde hay una mayor exposición con el ácido sulfhídrico. Se realizó una evaluación cualitativa de los riesgos por inhalación las áreas, para plantear recomendaciones a partir de los hallazgos para que se generen acciones correctivas si se requieren. Este proyecto se realizó mediante la aplicación de instrumentos de evolución cualitativa y simplificada en el proceso de homogenización a la inhalación al ácido sulfhídrico y así auditar los requisitos legales y condiciones de los ambientes de trabajo en donde se realizan las actividades. Esta evaluación cualitativa y simplificada pretendió determinar el nivel de inhalación al ácido sulfhídrico a los que se enfrentan los trabajadores de dos plantas de tratamiento en la ciudad de Armenia, Quindío en el 2016. A nivel metodológico, se asumió un enfoque cualitativo, mediante la evaluación de los riesgos por inhalación las áreas, para plantear recomendaciones a partir de los hallazgos para que se generen acciones correctivas si se requieren. (Mantilla y Ruiz 2017).

4.3 Marco legal

Para este proyecto de investigación se tuvieron en cuenta en primera estancia, los requisitos legales vigentes en Colombia y, posteriormente la normativa legal de otros países: en ambos casos, es legislación tendiente y aplicable al control del riesgo por exposición a sustancias químicas en los lugares de trabajo, definiendo parámetros de control y estricto cumplimiento en las empresas. Estas normativas se mencionan a continuación:

A nivel nacional encontramos la siguiente legislación:

Resolución 2400 de 1979. En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y procesos con sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, con riesgo para la salud de los trabajadores, se fijarán los niveles máximos permisibles de exposición, teniendo así una relación directa con el proyecto de investigación dado que el ácido sulfhídrico tiene establecido los valores límites permisibles de exposición durante la jornada laboral, parámetros que deben ser de estricto cumplimiento en las empresas debido al riesgo que conlleva el exceder dichos valores (Ministerio del Trabajo, 1979).

Decreto 1072 de 2015. ARTÍCULO 2.2.4.6.23. Gestión de los peligros y riesgos. El empleador o contratante debe adoptar métodos para la identificación, prevención, evaluación, valoración y control de los peligros y riesgos en la empresa. El Decreto establece la obligatoriedad de las empresas a desarrollar e implementar métodos de control para los peligros y riesgos, siendo así un componente importante para el proyecto de investigación dado que su objetivo está enfocado en la definición de las estrategias de control ante la exposición al ácido sulfhídrico (Ministerio del Trabajo, 2015).

Resolución 0491 de 2020. Artículo 7°. El empleador y/o contratante deberá documentar un programa de gestión para trabajo en espacios confinados, enfocado a la actividad que desarrolla en los espacios de trabajo, esta Resolución en todo su contenido tiene una relación muy importante para el desarrollo del proyecto de investigación, dado que la mayor exposición de los trabajadores de la central paraíso al ácido sulfhídrico, se presenta en espacios confinados (Ministerio del Trabajo, 2020).

A nivel internacional encontramos la siguiente legislación:

Real Decreto 374/2001, protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Esta norma

tiene aplicabilidad al problema planteado por exposición a ácido sulfhídrico, teniendo en cuenta que define la aplicación de procedimientos de trabajo, controles técnicos y equipos que permitan, reducir al mínimo cualquier escape o difusión al ambiente o cualquier contacto directo con el trabajador que pueda suponer un peligro para la salud y seguridad (Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, 2001).

Directiva 98/24/CE (Directiva sobre agentes químicos), relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Esta directiva se relaciona con el proyecto de investigación en su artículo 14, ya que considera la evaluación de riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores causado por la presencia de agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo, en este caso completamente aplicables al ácido sulfhídrico siendo este un gas nocivo para la salud, determinando así la adopción de medidas de necesarias para la prevención y protección de los trabajadores (Consejo de la unión europea, 1998).

5. Metodología

5.1 Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque escogido para esta investigación es el cuantitativo. Este enfoque “utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población” (Hernández et al, 2003; p.5).

Con el enfoque cuantitativo se desarrolla de manera directa la tarea de verificar y comprobar teorías por medio de estudios muestrales representativos. Se aplican pruebas, entrevistas, cuestionarios, escalas para medir actitudes y medidas objetivas, utilizando

instrumentos de validación y confiabilidad. En este proceso utiliza las técnicas estadísticas en el análisis de datos y generaliza los resultados.

Los análisis cuantitativos se interpretan a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría). Debido a que los datos son productos de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se analizarán a través de métodos estadísticos de los trabajadores de la Central Paraíso.

La investigación descriptiva es un método que intenta recopilar información cuantificable para ser utilizada en el análisis estadístico de la muestra de población. Es una herramienta reconocida de investigación de mercado que permite recopilar y describir la naturaleza del segmento demográfico. El alcance descriptivo se refiere a un nivel de profundidad que, si bien es básico, implica contar con una buena base de conocimiento previo acerca del tema y fenómeno de estudio.

5.2 Población y muestra

La población con la cual se realizará el proyecto de investigación son los trabajadores de la Central Paraíso, por lo cual se considera una población finita teniendo en cuenta que se conoce el tamaño de la población, son accesibles y cumplen con criterios predeterminados con el objeto de estudio, dado lo anterior se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para su inclusión: a) Trabajadores de ambos géneros, b) cargos técnicos y profesionales, c) con los siguientes rangos de edad (<30) - (30 - 50) (>50), y d) con una antigüedad mayor a 6 meses en el cargo.

La población total de la central paraíso es de $N= 47$ trabajadores, de éstos se seleccionó la muestra que la conforman los trabajadores que realizan actividades de mantenimiento mecánico y eléctrico, operadores de centro de control y cargos de supervisión de las áreas de mantenimiento (Lopez, 2015)

El muestreo utilizado para el proyecto de investigación es muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas y el cumplimiento de criterios de selección como frecuencia de exposición, tiempos de exposición y actividades laborales con exposición directa al agente químico. La muestra a utilizar en el proyecto de investigación corresponde al 59% de los trabajadores es decir N= 28 trabajadores.

5.3 Instrumentos

GTC 45

Descripción del instrumento: Es una guía que proporciona directrices para identificar los peligros y valorar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo. (Icontec, 2012). El instrumento corresponde al Anexo 3.

- **Objetivo:** Obtener información in situ sobre la identificación y valoración de peligros de las actividades asociadas a la exposición al ácido sulfhídrico.
- **Estructura:** el instrumento consta de ocho partes, en su parte inicial tiene información general del proceso y culmina con las medidas de intervención.
- **Categoría:** Identificación y valoración de riesgos
- **Variables:** Las variables identificadas son procesos, peligros, efectos posibles, controles existentes, evaluación del riesgo, valoración del riesgo, criterios para establecer controles y medidas de intervención.
- **Forma de aplicación:** La aplicación de instrumento se realizará in situ, la recopilación y análisis de la información se realizará en base de datos Excel, bajo los lineamientos de la GTC 45.

Estrategia para el control de la exposición ocupacional

- **Descripción del instrumento:** herramienta que permite soportar y gestionar todos los elementos funcionales de la higiene ocupacional dirigidos a acciones permanentes en la empresa con el fin de garantizar la efectividad de medidas preventivas. Constituye un complemento del proceso de identificación, evaluación y control del riesgo químico.
- **Objetivo:** Recolectar la información asociada a la caracterización de actividades asociados a la exposición por ácido sulfhídrico.
- **Estructura:** Diagrama de flujo con el paso a paso de la estrategia para el control de la exposición ocupacional.
- **Categorías:** Caracterización del ambiente y caracterización de las circunstancias.
- **Variables:** Las variables contenidas en la estrategia son: fuentes de exposición, procesos de producción, naturaleza de la sustancia o el agente, tiempo acumulado de exposición, lugar, áreas, tareas.
- **Forma de aplicación:** La aplicación del instrumento se realizará in situ y para el respectivo análisis cualitativo de los datos se hará uso de la herramienta excel.

Observación:

Descripción del instrumento: Según Torres, I; Paz Inga, Salazar (s.f), la observación directa es el proceso mediante el cual se puedan observar características, condiciones, conductas, interacciones, actividades, factores ambientales en el entorno natural y cotidiano de los trabajadores de la Central Paraíso, basados en un esquema con propósitos ya definidos asociados al proyecto de investigación. El instrumento corresponde al Anexo 5.

- **Objetivo:** Obtener información in situ sobre controles establecidos por la empresa y su grado de aplicación por parte de los trabajadores.
- **Estructura:** el instrumento consta de dos partes, en su parte inicial tiene información general como la fecha, lugar y actividad observada, la segunda parte establece una lista de chequeo donde se establecen los elementos a observar asociados a los controles en la fuente, medio y trabajador.
- **Categoría:** Conductas seguras
- **Variables:** Las variables definidas en la observación son de tipo cuantitativa continua, identificando variables como procedimiento, equipamiento y elementos de protección personal verificables durante la aplicación de los controles en la fuente, medio y trabajador, por parte de los trabajadores, operadores y supervisores.
- **Forma de aplicación:** La aplicación de instrumento se realizará in situ, la recopilación y análisis de la información se realizará en base de datos Excel.

5.4 Procedimientos

A continuación, se describen las fases a desarrollar durante el proceso de investigación:

Tabla 3

Fases del proceso de investigación

FASE I	Gestión de los permisos y autorizaciones: <ul style="list-style-type: none">➤ Se remitirá una carta dirigida a la empresa solicitando su autorización para realizar el proyecto de investigación. Diseño de Instrumentos: <ul style="list-style-type: none">➤ GTC 45, obtención de información a través de la matriz de riesgos y la estrategia de control a exposición ocupacional según las Gatiso.➤ Ficha de observación registro de datos e información obtenida mediante proceso de observación (Anexo 5).
FASE II	➤ Socialización, entrega y firma de consentimientos informados a la población objeto de estudio.
FASE III	➤ Aplicación de los instrumentos ➤ Recopilación de la información
FASE IV	Análisis de información: Una vez finalizado el proceso de aplicación de los instrumentos se procederá a realizar: <ul style="list-style-type: none">➤ Presentación e interpretación de resultados por medio de gráficas y texto descriptivo.

FASE V	➤ Entrega de informe final para la empresa, en el que se definirán las estrategias de control frente a la exposición laboral al ácido sulfhídrico en la Central Paraíso del grupo Enel – Emgesa.
---------------	--

Nota: Fuente directa

5.4 Análisis de información.

El análisis de la información derivados de la GTC 45, de la estrategia para el control de la exposición ocupacional y los aspectos descritos en la observación, se realizarán mediante estadística descriptiva, con la herramienta de office Excel que nos permite almacenar, ordenar, realizar tablas y gráficos de toda la información adquirida y recolectada a través de los instrumentos utilizados.

5.5 Consideraciones éticas

Todo proceso de investigación social se realiza con personas e instituciones. Estas merecen un trato digno, respetuoso y transparente, pues se manejan datos de ellos que pueden ser usados de manera indiscriminada por terceros. En este sentido, toda persona debe conocer los propósitos de la investigación, su uso y la forma como participarán en esta. Asimismo, consentir el uso de la información. Para este caso, se tendrán en cuenta los siguientes compromisos:

- No se hará uso de la información, sin previa autorización.
- Siendo coherentes con la normatividad y haciendo cumplimiento con la ley 23 de 1982 con modificaciones en la ley 1403 de 2010, las cuales hacen referencia a los derechos de autor, se citarán todas las referencias bibliográficas para respetar y hacer cumplimiento de esta ley.
- Dentro de la investigación se realizará recolección de información de la empresa Enel - Emgesa y de los trabajadores, es por eso que toda esta información será

confidencial y solo se hará uso de ella para la investigación que se está adelantando de lo contrario se custodiará de forma tal que no se pueda ser manipulada para otras actividades.

- A continuación, se enuncian los artículos que hacen referencia a los derechos de autor tanto de la ley constitucional como del reglamento estudiantil que rige a la institución.
- En el reglamento estudiantil en el Artículo 115. Falta disciplinaria. En el contexto señalado en el artículo anterior, se considerará como falta disciplinaria, cualquiera de las siguientes conductas:
 - Cometer fraude en cualquier documento, trabajo, prueba o actividad académica o institucional o colaborar en la comisión del fraude por otra persona. Se consideran fraude académico, entre otras, las siguientes conductas:

Usar citas o referencias falsas, o en forma que induzcan a engaño o error sobre su contenido, autoría o procedencia.
- Presentar como propia la totalidad o parte de una obra, trabajo, Documento o invención realizado por otra persona.
- Presentar datos falsos o alterados en una actividad académica. (Consejo De Fundadores De La Corporación Universitaria Minuto De Dios - Uniminuto, 2009).
- En la ley 23 de 1982 con modificaciones en la ley 1403 de 2010, en el artículo tres principios universales de investigación, descritos en el Informe Belmont: Respeto por las personas, Beneficencia y Justicia. Estos principios se plantearon para orientar y garantizar que siempre se tenga en cuenta el bienestar de las personas que participan en los proyectos de investigación. Por tal razón los investigadores y la

empresa deben estar conscientes de la importancia de estos principios y velar por el bienestar de la población objeto de investigación. Todos los involucrados deben comprender los principios de la ética de la investigación y su aplicación.

Para este punto se usarán dos formatos, el primero corresponde a la solicitud de autorización dirigida a la empresa para desarrollar el proyecto de investigación.

Anexo 1. El segundo documento corresponde al consentimiento informado dirigido a los trabajadores que hacen parte de la muestra. Anexo 2.

6. Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la información recogida durante el trabajo de campo, de acuerdo a los a los objetivos planteados.

6.1 Identificación de los factores de riesgo a través de la GTC 045, relacionados con la exposición al ácido sulfhídrico de los trabajadores de la Central Paraíso.

Al realizar la aplicación de la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos mediante la metodología de la GTC 45 de 2012, se pudo identificar que en las actividades de mantenimiento y operación está presente la exposición al ácido sulfhídrico de forma constante. Su presencia en el ambiente se debe a que la materia prima para la generación de energía son las aguas residuales del río Bogotá, siendo este es un riesgo que no es posible eliminar o sustituir del proceso productivo.

Adicionalmente, en las actividades mencionadas anteriormente, se identifican riesgos que deben ser atendidos paralelamente, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Resumen Matriz de Peligros Central Paraíso

Nivel de riesgo y de intervención NR = NP * NC		Nivel de probabilidad			
		40 - 24	20 - 10	8 - 6	4 - 2
Nivel de consecuencias (NC)	100			I Espacios confinados Químico Gases y vapores	II Gases y vapores
	60		Tecnológico Incendio - Explosión		
	25				
	10				

Nota: Matriz de peligros y riesgos central paraíso

A partir de la información de la tabla anterior, se pudieron evidenciar los siguientes riesgos: espacios confinados, gases y vapores, incendio y explosión, los cuales pueden potenciar la ocurrencia de accidentes laborales con consecuencias catastróficas para las personas y los bienes de la compañía.

Los riesgos asociados a espacios confinados, gases y vapores y riesgos tecnológicos por incendios y explosión, tienen relación directa con la presencia de ácido sulfhídrico en las actividades analizadas; por lo cual la aplicación de controles y seguimientos a los mismos deben ser más rigurosos, teniendo en cuenta que durante las observaciones realizadas evidenciaron equipos para el control de atmosferas peligrosas en falla, como sistemas fijos de detección sin conexión a la central de monitoreo, sensores fuera de servicio por saturación, por lo cual no se pueden obtener lecturas en tiempo real, así mismo equipos de más de cinco años de fabricación, que por recomendación de fabricante ya deberían estar fuera de servicio; todo lo anterior dejando incertidumbre en la lectura de

datos y posibles riesgos que pueden generar eventos no deseados donde la reacción deber ser inmediata

6.2 Caracterización de los diferentes escenarios de exposición al ácido sulfhídrico en las actividades desarrolladas por los trabajadores de la central paraíso, mediante la aplicación de la estrategia para el control de la exposición ocupacional propuesta en la GATISST.

Para el desarrollo del objetivo se hizo uso de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus Derivados, en la guía se define un diagrama de flujo correspondiente a la estrategia para el control de la exposición ocupacional, para ello se aplicó la primera parte del flujograma determinado en el **Anexo 4**. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

- Se identificaron 12 actividades asociadas a labores de mantenimiento y operación en la central, con exposición directa ácido sulfhídrico descritas en la siguiente tabla:

Tabla 5.

Actividades con exposición a ácido sulfhídrico

1. Inspección foso de turbina	7. Mantenimiento de filtros de agua de rio
2. Mantenimiento de turbina	8. Ruta de inspección del tanque de quietamiento
3. Mantenimiento de compuertas	9. Inspección tanque de quietamiento
4. Mantenimiento del biofiltro	10. Control de espuma y tanque de quietamiento
5. Inspección de válvulas y distribuidor	11. Maniobras de llenado de tubería
6. Inspección de tuberías de carga y túneles	12. Tareas de mantenimiento o desocupado de pondaje

Nota: Anexo. 4 Estrategia para el control de la exposición ocupacional

- La fuente de exposición como factor común en todas las actividades se debe a la generación de gases de H₂S, resultado de la degradación bacteriana de materia orgánica (Lodos).
- A continuación, se presenta los resultados del análisis del tiempo acumulado de exposición dividido en dos grupos, actividades mensuales y actividades anuales.

Grafico 1.

Tiempos acumulados de exposición mensual

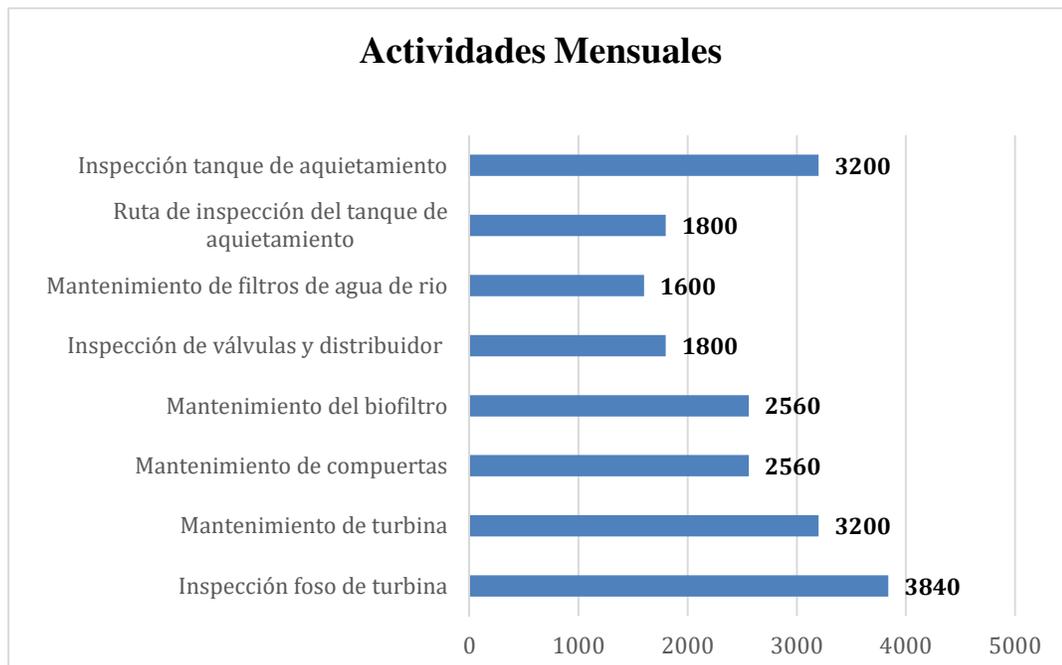
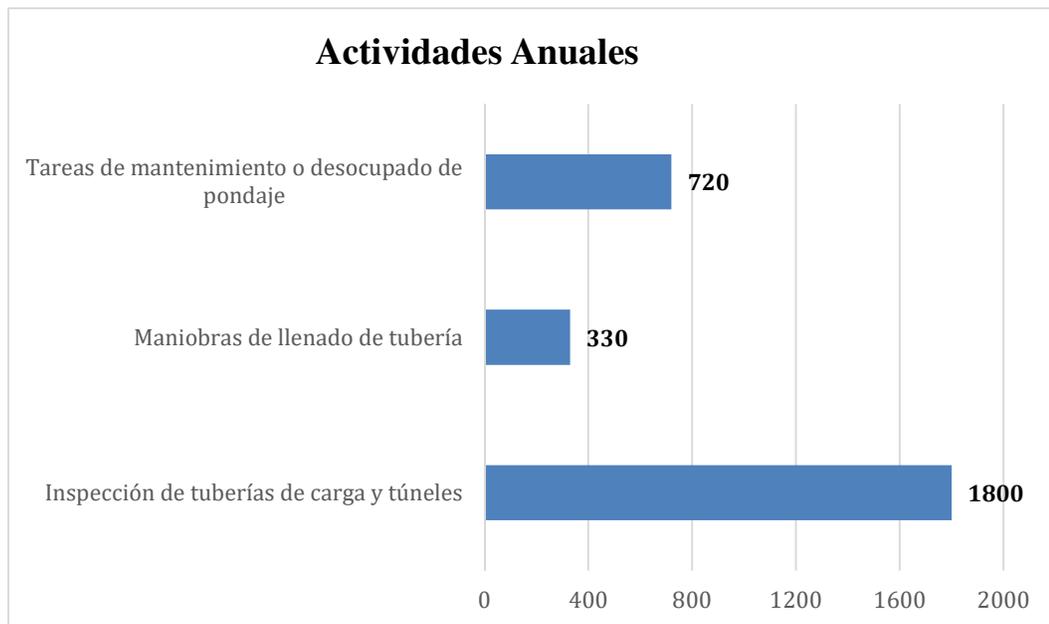


Grafico 2.

Tiempos acumulados en actividades anuales



Los datos mostrados anteriormente están dados en minutos de exposición al ácido sulfhídrico por actividad de manera mensual o anual. Se evidencia que los trabajadores cuentan con los elementos de protección personal necesarios para la realización de las actividades con presencia de ácido sulfhídrico.

6.3 Evaluación de los controles existentes para mitigar la exposición de los trabajadores de la central paraíso a ácido sulfhídrico.

Para la evaluación de los controles se realizó la aplicación de las observaciones a las siguientes actividades: Mantenimiento foso de turbina, inspección foso de turbina, inspección del distribuidor, mantenimiento de compuertas, rutas de inspección del tanque de quietamiento, mantenimiento del biofiltro, dichas actividades todas con relación a la exposición del ácido sulfhídrico, donde se evaluaron 10 controles que han sido

implementados por la empresa, a través de 5 visitas en el lapso de una semana. Los controles que se verificaron fueron los siguientes:

Tabla 6.

Medidas de control evaluados

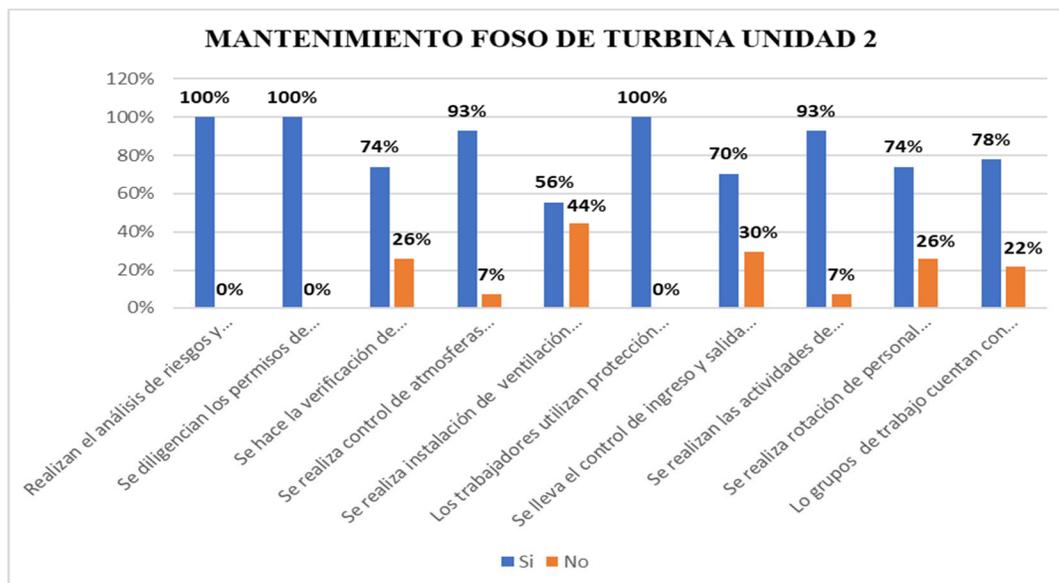
Aspectos
1. Realizan el análisis de riesgos y peligros.
2. Se diligencian los permisos de trabajo para trabajos en atmosferas peligrosas.
3. Se hace la verificación de operatividad de los medidores portátiles de atmosferas antes de su uso.
4. Se realiza control de atmosferas antes de ingresar a las zonas de trabajo y durante el desarrollo de las actividades.
5. Se realiza instalación de ventilación artificial para mantener atmosferas controladas.
6. Los trabajadores utilizan protección respiratoria en la zonas o áreas de riesgo.
7. Se lleva el control de ingreso y salida de personas de los trabajos con exposición a atmosferas peligrosas.
8. Se realizan las actividades de acuerdo a lo establecido en el procedimiento de trabajo seguro.
9. Se realiza rotación de personal durante la jornada laboral cuando se tiene presencia de atmosferas peligrosas.
10. Los grupos de trabajo cuentan con elementos para atención de emergencias en sitio.

Nota: Fuente directa

A continuación, se presentan los siguientes resultados:

Grafico 3.

Mantenimiento foso de turbina Unidad 2

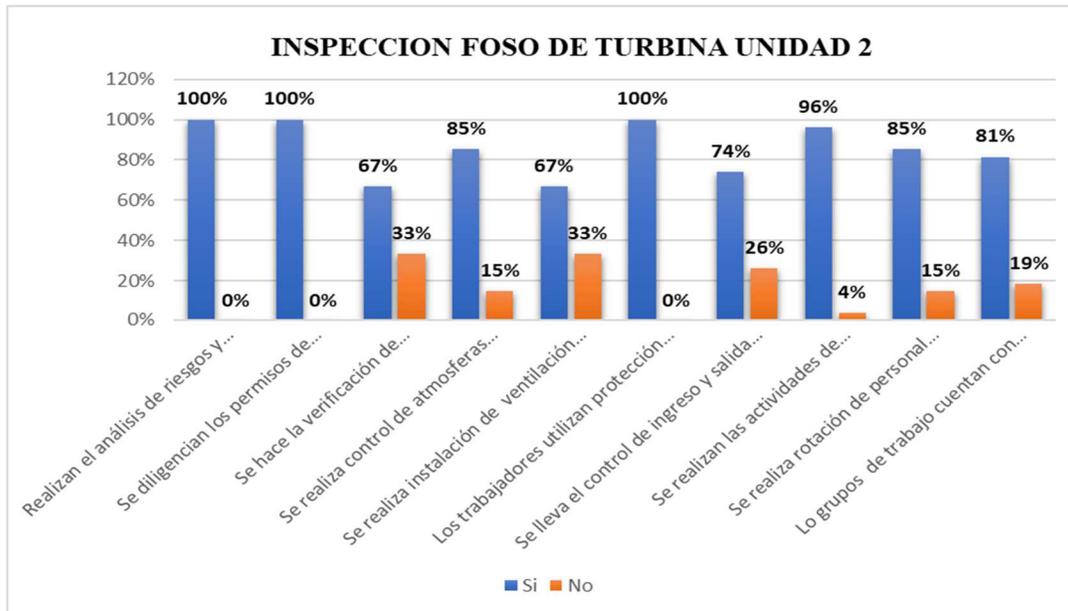


Análisis

Para la actividad de mantenimiento de turbina realizado en foso, se observó que el 44% de los trabajadores, no realiza los controles operativos asociados a la instalación de ventilación artificial en los lugares de trabajo para mantener las atmosferas controladas, lo cual implica que no se garantiza una atmosfera controlada durante la ejecución de actividades, poniendo así en riesgo la salud e integridad de los trabajadores.

Grafico 4.

Inspección foso de turbina Unidad 2

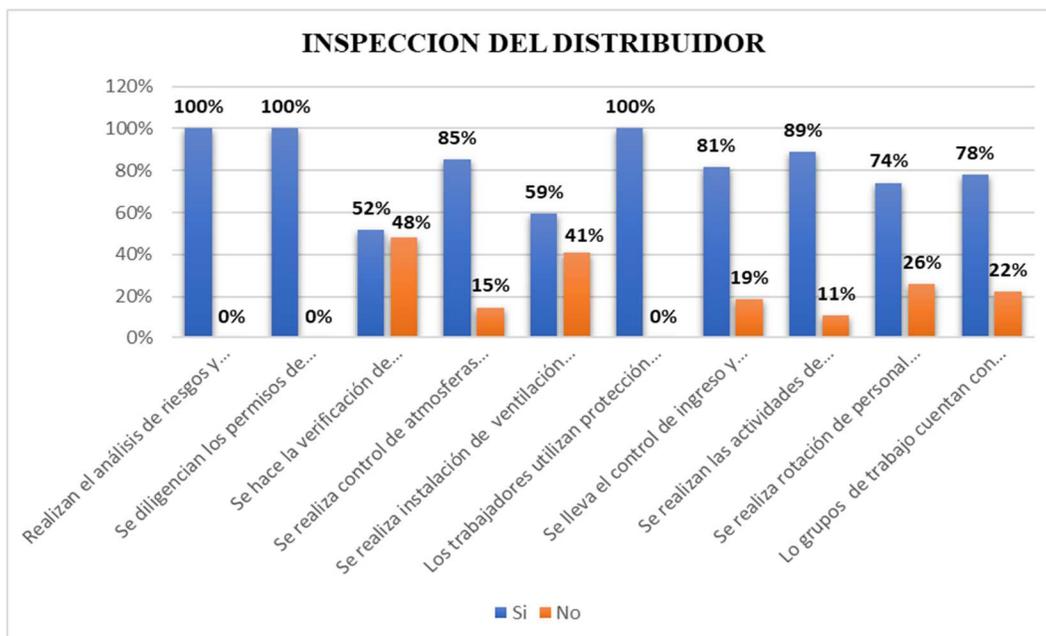


Análisis

Durante la observación de la inspección al foso de turbina se identificó que los controles asociados a la categoría de procedimientos y elementos de protección personal, presentan un buen comportamiento siendo conductas seguras, ya que presentan un cumplimiento entre el 96 y 100%. Así mismo se identifica una mejora en el desempeño de la aplicación de controles relacionados con equipos, teniendo en cuenta que, en las demás actividades observadas alrededor del 40% de los colaboradores incumple con dichas acciones.

Grafico 5.

Inspección de distribuidor

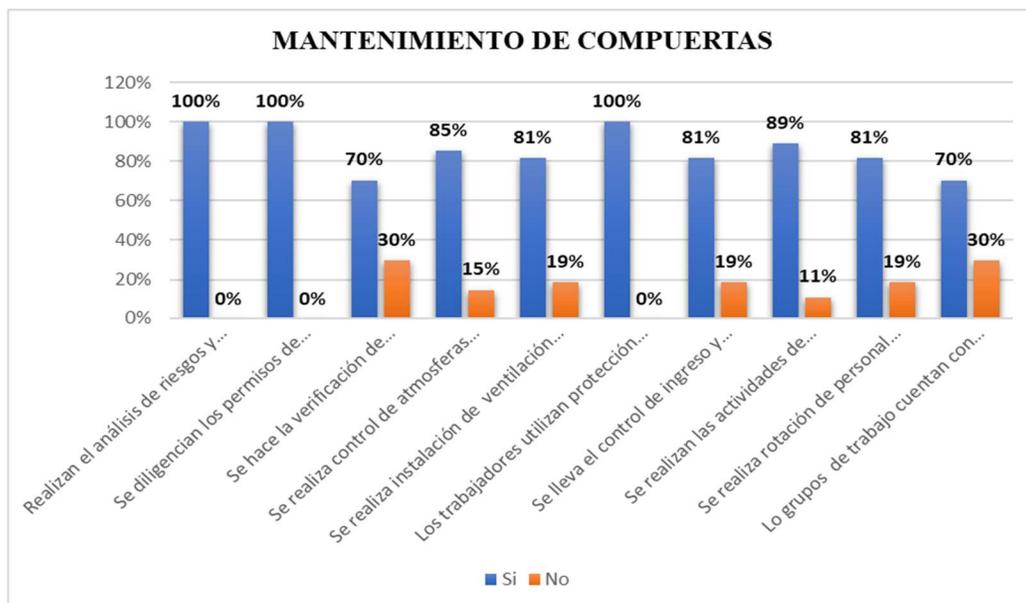


Análisis

Durante la actividad de inspección del distribuidor se evidencia que la aplicación de los controles asociados a procedimientos, elementos de protección personal y atención de emergencias tienen un cumplimiento entre el 78% y 100% siendo así una conducta segura realizada por el grupo de trabajadores. Similar a las actividades anteriores el 41 y 48 % de los trabajadores omiten los controles relacionados a la verificación e instalación de equipos para el control de atmosferas peligrosas.

Grafico 6.

Mantenimiento de compuertas

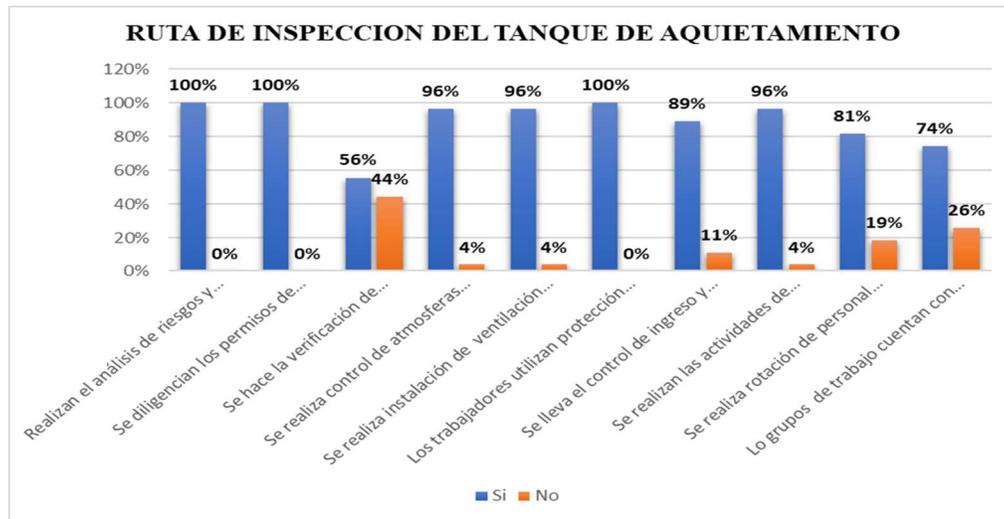


Análisis

Al realizar la observación de esta actividad se evidencia un cumplimiento de todos los controles en las diferentes categorías en cuanto a equipos, procedimientos y elementos de protección personal, con un cumplimiento superior al 70%, mostrando así una conducta positiva por parte de los trabajadores. Sin embargo, aún se evidencian comportamientos negativos frente al cumplimiento de controles en aspectos como la verificación de equipos y la disponibilidad de equipos para la atención de emergencias, en donde el 30% de colaboradores no llevan a cabo dichas actividades.

Grafico 7.

Ruta de inspección tanque de quietamiento

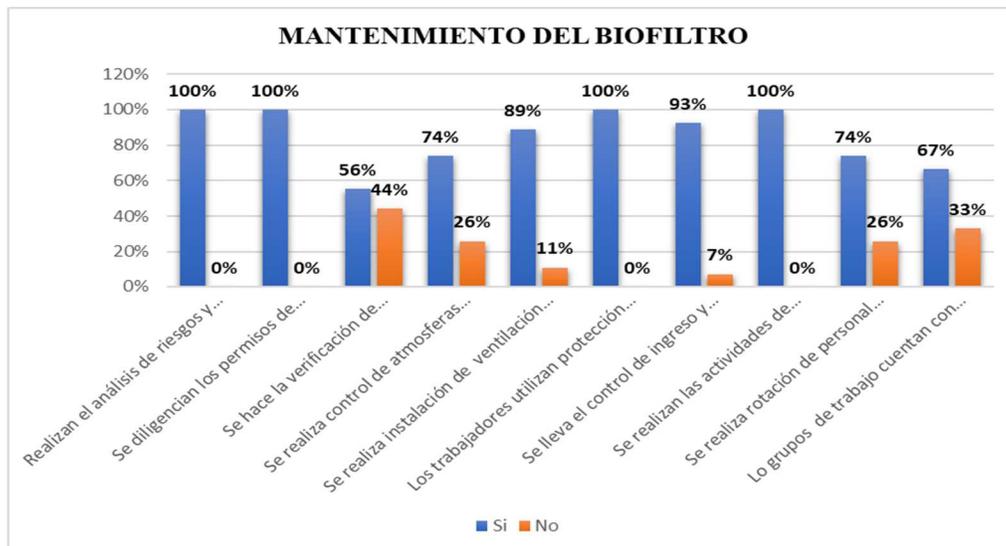


Análisis

Al realizar el análisis de la ruta de inspección del tanque de quietamiento, se evidencia que el 44% del personal no aplica el control de verificación de equipos poniendo en peligro su propia integridad, siendo una zona identificada de alto riesgo debido a las altas concentraciones de gases que se pueda encontrar en esta área.

Grafico 8.

Mantenimiento del biofiltro



Análisis

En la labor del mantenimiento del Biofiltro, al igual que en otras actividades se evidencia el incumplimiento de la norma básica de verificación de equipos con una representación del 44%. Por otro lado, se evidencia el cumplimiento de controles asociados a los procedimientos donde se refleja el cumplimiento del 100% por parte de los trabajadores.

4. Determinar las estrategias de control para reducir los riesgos exposición a ácido sulfhídrico de los trabajadores de la Central Paraíso

La estrategia propuesta constituye uno de los puntos más relevantes del proyecto teniendo en cuenta que, pretende establecer el marco común de las acciones en materia de seguridad y salud laboral para ser desarrolladas por la empresa. Lo anterior con el fin de conseguir los objetivos planteados, que son, en primer lugar, reducir los riesgos asociados a la exposición a ácido sulfhídrico manera constante y significativa y segundo, mejorar de forma continua y progresiva los niveles de seguridad y salud en el trabajo.

La estrategia plantea dos pilares que contemplan las distintas acciones que tienen incidencia en la seguridad y salud de los trabajadores:

- 1). Guía para el trabajo seguro:** para orientar eficazmente las acciones durante los trabajos con exposición con ácido sulfhídrico dirigida a los trabajadores ejecutores de las actividades. en cuanto a la estructura de la misma, se presentan: las generalidades conceptuales del ácido sulfhídrico, las características, las vías de ingreso al organismo, los factores de riesgo y las medidas preventivas. **Ver Anexo 6.**
- 2). Módulo de formación:** dirigido a los trabajadores, orientado a la construcción de una cultura de comportamiento seguro en la empresa. **Ver Anexo 7.**

A modo de cierre de este apartado, al realizar el comparativo a la luz de otros proyectos de investigación o estudios relacionados con el objeto de estudio, se pudo encontrar similitud en los análisis de resultados como es el caso de:

Tesis “Exposición laboral al sulfuro de hidrógeno en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la empresa teimsa” Autoría de Pazmiño A, donde se realiza el análisis de factores de riesgos asociados a la exposición de ácido sulfhídrico identificado el riesgo químico por exposición a gases y vapores como el riesgo de mayor relevancia frente al cual se deben tomar medidas necesarias para la reducción del riesgo.

Respecto a los resultados relacionados con la caracterización de actividades con exposición a ácido sulfhídrico y evaluación de controles desde la observación, no se encontraron puntos de discusión o comparación, al no hallar estudios con este tipo de análisis.

7. Conclusiones

- Los factores de riesgo fueron identificados a partir de la GTC 45, se halló principalmente que los riesgos más importantes relacionados con exposición a ácido sulfhídrico son los asociados con riesgo químico por gases y vapores y riesgos de seguridad en espacios confinados, siendo esta considerada una tarea de alto riesgo; en varias de las actividades se evidenció la exposición a estos dos riesgos de manera simultánea, aumentando así la probabilidad de materialización de accidentes de trabajo, por lo que se deben encaminar todos los esfuerzos al control de estos riesgos.
- La caracterización de actividades, realizada a partir de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional basada en la evidencia para trabajadores expuestos a benceno y sus derivados, arrojó que el mantenimiento e inspección de foso de turbina y la

inspección de tanque de aquietamiento son las labores donde se presenta mayor tiempo de exposición acumulado durante la jornada laboral, lo cual genera alertas desde el punto de vista de control del riesgo.

- La evaluación de aplicación de controles por parte de los trabajadores se realizó a partir de la observación, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la jerarquía de los controles en seguridad y salud en el trabajo para realizar la posterior evaluación de las conductas y cumplimiento de los trabajadores frente a los controles establecidos por la empresa. Para realizar las observaciones se programaron visitas en campo en diferentes momentos con el fin de observaciones a diferentes actividades. De las observaciones se obtienen las siguientes conclusiones:
 - a). Los controles establecidos para el inicio de los trabajos como el Análisis de Riesgo por Oficio y Permiso de Trabajo se cumplen al 100% por parte de los trabajadores, por lo cual se puede deducir que el personal lo realiza dado que son requisitos para la apertura del permiso de trabajo que se gestiona con el departamento de operaciones de la central.
 - b). La no aplicación de los controles relacionados con la verificación de equipos e instalación de equipos de ventilación artificial se encuentran enfocados al monitoreo de atmosferas peligrosas y para garantizar condiciones estables en los recintos de trabajo con presencia de atmosferas peligrosas, por lo que se pone en peligro la integridad de las personas y de las instalaciones. Esta situación amerita preocupación, ya que el personal no tiene la consciencia de la peligrosidad se requiere mejorar la supervisión de los trabajos, así como diseñar y ejecutar

programas que mejoren la cultura de los trabajadores en el cumplimiento de los controles establecidos.

c). Los controles asociados a los elementos de protección personal, procedimientos, rotación y control de ingreso y salida, presentan un buen comportamiento por parte de los trabajadores, sin embargo, aún se presentan desviaciones por parte de los grupos de trabajos y desde la misma supervisión, aún falta consciencia del riesgo.

d). Otro punto importante a tener en cuenta, que se evidenció en la aplicación de los parámetros establecidos en el permiso de trabajo, es el control de atmosferas antes de ingresar a las zonas de trabajo y durante el desarrollo de las actividades, siendo esta una actividad implícita a verificar de manera frecuente por los vigías de seguridad en los frentes de trabajo.

8. Recomendaciones

En primera estancia enunciamos las recomendaciones para nuevas investigaciones:

- Enfocar nuevos proyectos de investigación al diseño de controles de ingeniería que permitan implementar sistemas de extracción de gases en las instalaciones para reducir los niveles de concentración de gases de H₂S en las áreas de trabajo.
- Para estudios futuros se puede hacer énfasis en el análisis de resultados de los sistemas fijos de medición de atmosferas peligrosas instalados en puntos estratégicos de la central y a partir de estos datos realizar propuestas de mejora en la fuente, medio y trabajador, dado que con esta información no se realiza ningún tipo de gestión o mejoras en los procesos.
- Se encontraron limitaciones en cuanto a la búsqueda de estudios similares para realizar comparativos del capítulo de resultados, pues no se hallaron estudios.

- No se encuentran muchas fuentes de información relacionada con efectos a la salud por exposición a largo plazo a ácido sulfhídrico, por lo cual se dificulta la documentación de medidas de control desde el punto de vista de salud laboral de los trabajadores.

En segunda estancia enunciamos las recomendaciones dirigidas a la Unidad de Seguridad y Salud Laboral del Grupo Enel - Emgesa

- Incluir en el programa de gestión de equipos (medidores de atmosferas) la periodicidad de reposición de equipos y sensores que han cumplido su vida útil de acuerdo a lo establecido por el fabricante.
- Analizar la opción de cambio de tecnología de los sensores de los sistemas fijos, los sensores actualmente instalados son de tecnología catalítica, al tener concentraciones tan altas en algunas zonas los sensores no se recuperan saliendo de servicio, estudiar el posible cambio a sensores infrarrojos que no se ven afectados por altas concentraciones solo requieren calibración, reducción así los costos derivados de mantenimiento y repuestos.
- Con el fin de evitar la exposición al riesgo de los trabajadores, lograr la disminución de costos en esquemas de seguridad, reducción de tiempos de trabajo en las actividades no rutinarias como inspecciones de túneles y tuberías, se recomienda analizar la opción de implementar sistemas robóticos que contengan un sistema electrónico que logre detectar gases peligrosos en tiempo real y a su vez realice las inspecciones de las estructuras de forma remota.

9. Referencias bibliográficas

ACHS (s.f.). Medidas Preventivas ante emanaciones de ácido sulfhídrico.

Recuperado de:

https://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents_pdf/medidas-preventivas-ante-emanaciones-de-acido-sulfhidrico.pdf

ATSDR (2016). Ácido sulfhídrico (Hydrogen Sulfide). Recuperado de:

https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts114.html

ARL SURA (s.f.). Monitoreo atmosférico. Recuperado de :

https://www.arlsura.com/images/tar/docs/confinados/espacios_confinados_clasificacion_monitoreo_atmosferico.pdf

Boletín Salud y Medio Ambiente (2007). Sustancias químicas peligrosas.

Recuperado de:

http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/educacio_i_sostenibilitat/educacio_per_a_la_sostenibilitat/suport_educatiu/ambits_tematics/residus/recursos-educatius-residus/substancies/substancies_quimiques_perilloses.pdf

Consejo de la Unión Europea. (1998). Relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos.

Recuperado de:

<http://trabajoyprevencion.jcyl.es/web/jcyl/TrabajoYPrevencion/es/Plantilla100Detalle/1265096924565/ /1265625606829/Redaccion>

Draguer (s.f.) Respiración segura incluso con concentraciones de H₂S extremadamente altas. Recuperado de: <https://www.draeger.com/Library/Content/h2s-article-wp-6546-es.pdf>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- ICONTEC. (2012). Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Recuperado de:
http://132.255.23.82/sipnvo/normatividad/GTC_45_DE_2012.pdf
- IDOCPUB. (2020). Manejo del sulfuro de hidrogeno. Recuperado de:
<https://idoc.pub/documents/ho-h-19-manejo-seguro-del-sulfuro-de-hidrogeno-h2s-klzz0gx52qlg>
- INSHT. (2001). REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Recuperado de: <https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/05/Real-Decreto-374-2001-de-6-abril-correcciones-riesgos-agentes-qu%C3%ADmicos-durante-el-trabajo.pdf>
- INSST. (2014). Situaciones de exposición a agentes químicos. Recuperado de:
https://www.insst.es/documents/94886/791398/BASEQUIM_024.pdf
- INSHT. (s.f). Trabajo en recintos confinados. Recuperado de:
https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_223.pdf/3c0e8055-b69a-4e4c-97d3-fba1f5b6e43c
- Lopez, P; Facheli S. (2015) 1ra edición. Metodología de la investigación social cuantitativa. Recuperado de:
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf

Mantilla, A, Ruiz, H. (2017). Evaluación Cualitativa De Los Riesgos Por Inhalación Al Ácido sulfhídrico En Trabajadores De Dos Plantas De Tratamiento En La Ciudad De Armenia. Recuperado de: <https://bdigital.uniquindio.edu.co/handle/001/3164>

Ministerio de la Protección Social. (2007). Guía de atención integral de salud ocupacional para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISO-BTX-EB). Recuperado de: https://www.epssura.com/guias/guia_gatiso_exposicion_benceno.pdf

Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. (1979.). Resolución 2400 de 1979. Recuperado de: https://arlsura.com/files/resolucion_2400_1979.pdf

Ministerio del Trabajo, (2020). Resolución 0491de 2020. Recuperado: <https://acmineria.com.co/normativa/resolucion-mintrabajo-0491-de-2019/>

Ministerio del Trabajo. (2015). Decreto 1072 de 2015. Recuperado de: https://www.arlsura.com/files/decreto1072_15.pdf

Mitrani, Sevy (1974). Intoxicación aguda por ácido sulfhídrico. (13). Recuperado de: <http://revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/306/188>

Montoya E. & Escobar D (2020). Generación de emisiones de ácido sulfhídrico y posibles alternativas de control para su reducción. Recuperado de: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17974/5/MontoyaEstefania_2020_GeneracionEmisionesAcido.pdf.

Nogué, Sanz, Vilchez, Fernández. (2007). Revista de toxicología. Secuelas neurológicas irreversibles causadas por una exposición al ácido sulfhídrico en un accidente laboral. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/919/91924109.pdf>.

Pazmiño, P. (2018). Exposición laboral al ácido sulfhídrico en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la empresa Teimsa. Recuperado de:

http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28069/1/Tesis_t1413id.pdf

QuestionPro, Software, (2021). ¿Qué es una encuesta? Recuperado de: <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>

Quintela A. (2019). Estadística Básica Edulcorada. Recuperado de: <https://bookdown.org/aquintela/EBE/>

Secretaria de Ambiente (2020). Así se genera energía con las aguas del Río Bogotá. Recuperado de: <https://oab.ambientebogota.gov.co/asi-se-genera-energia-con-las-aguas-del-rio-bogota/>

Sutachan C. & Moreno, J. (2007). Optimización sistema de control de olores en la central hidroeléctrica El Paraíso. [Tesis de posgrado)]. Universidad de la Salle. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=esp_gestion_energetica

Torres, H. (2015). Caracterización de la exposición ocupacional a los gases, dióxido de azufre (so₂), ácido sulfhídrico (h₂s), y monóxido de carbono (co), y la percepción de salud de los trabajadores, en una empresa del sector hidrocarburo en Colombia. Recuperado de: <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/10108>

Torres, Paz, Salazar, (s,f). Métodos de recolección de datos para una investigación. Recuperado de: http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf

ANEXO 1.

Bogotá, junio 2021

Señor

John Fredy Penagos

Jefe Seguridad y Salud Laboral O&M Renovables

Enel - Emgesa

Ciudad

Asunto: Permiso para realizar proyecto de investigación

Nosotras, Liliana Gaviria, Alexandra Rodriguez y Rocio Ruiz, nos dirigimos a usted respetuosamente para exponer la siguiente solicitud, nos encontramos actualmente cursando la Especialización en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo en la Universidad Minuto de Dios, modalidad virtual y a distancia, por tal razón solicitamos el permiso para realizar el proyecto de investigación “Estrategia de control frente a la exposición laboral al ácido sulfhídrico en la Central Paraíso del grupo Enel - Emgesa”, para optar al grado de especialistas.

Sin otro particular, agradecemos la atención prestada.

Cordialmente,

Alexandra Rodriguez

Liliana Gaviria

Rocio Ruiz

ANEXO 2.

Proyecto de Investigación

Estrategia de control frente a la exposición laboral al ácido sulfhídrico en la Central Paraíso del grupo Enel – Emgesa

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por favor, lea cuidadosamente esta información sobre el proyecto de investigación titulado “Estrategia de control frente a la exposición laboral al ácido sulfhídrico en la Central Paraíso del grupo Enel – Emgesa”.

- Siéntase en completa libertad de preguntar al personal de la investigación todo aquello que no entienda.
- Una vez haya comprendido la información, se le preguntará si desea participar en el proyecto. En caso afirmativo, deberá firmar este documento.

DESCRIPCIÓN GENERAL

El proceso productivo de la central Paraíso utiliza agua del Río Bogotá como fluido impulsor de las turbinas; esta agua genera el desprendimiento de ácido sulfhídrico (H₂S), debido a la descomposición de materia orgánica contenida en el agua, por lo cual, durante los procesos de mantenimiento de las unidades de generación y la descarga de aguas de proceso, emanan diferentes niveles de concentración de gas (H₂S) en el ambiente, generando exposición laboral aguda y crónica en la población trabajadora de la central paraíso generando riesgos a la salud y a la seguridad.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Definir la estrategia de control ante la exposición a ácido sulfhídrico de los trabajadores de la Central Paraíso.

¿POR QUÉ FUE USTED ELEGIDO PARA PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO?

Fue elegido dentro del grupo de trabajadores debido a la relación directa que tiene con la exposición al ácido sulfhídrico durante la realización de sus labores cotidianas de trabajo.

¿COMO SERÁ LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO?

Su participación estará representada en los siguientes elementos:

1. Aplicación de observaciones en campo en los sitios de trabajo

GARANTÍAS DE SU PARTICIPACIÓN

La información se mantendrá bajo estricta confidencialidad y no se utilizará su nombre o cualquier otra información que pueda identificarlo personalmente.

ACEPTACIÓN

Por favor marque con una “X” en caso que acepte o no acepte lo siguiente:

Autorizo a los investigadores del proyecto para:	Acepto	No acepto
<ul style="list-style-type: none">• Realizar la observación en campo		

Datos del participante

Nombres y apellidos completos

Documento de identidad

Firma

Fecha

ANEXO 3. MATRIZ DE RIESGOS

				PROCESO	
				ZONA O/ LUGAR	
				ACTIVIDAD	
				TAREAS	
				RUTINARIO (Sí o No)	
				FACTOR DE RIESGO	PELIGRO
				DESCRIPCIÓN	
				CLASIFICACIÓN	
				EFFECTOS POSIBLES	
				Fuente	CONTROLES EXISTENTES
				Medio	
				Individuo	
				Nivel de Deficiencia	EVALUACIÓN DEL RIESGO
				Nivel de Exposición	
				Nivel de Probabilidad (ND x NE)	
				Interpretación del nivel de	
				Nivel de Consecuencia	
				Nivel de Riesgo (NR)	VALORACIÓN N DEL RIESGO
				Nivel de Riesgo	
				Aceptabilidad del Riesgo	CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES
				No. De Expuestos	
				Peor Consecuencia	
				Existencia Requisito Legal Específico (Sí o No)	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN
				Eliminación	
				Sustitución	
				Controles de Ingeniería	
				Controles Administrativos, Señalización, Advertencia	
				Equipos / Elementos de Protección Personal	

ANEXO. 4 ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE LA EXPOSICION OCUPACIONAL

CARACTERIZACION DE ACTIVIDADES CON EXPOSICION A ACIDO SULFIDRICO

LUGAR/AREAS /TAREAS	FUENTE DE EXPOSICION	PROCESOS DE PRODUCCION	NATURALEZA DE LAS SUSTANCIA O AGENTE	TIEMPO ACUMULADO DE EXPOSICION	EPP Y CONTROLES DE INGENIERIA

ANEXO 5.

 <p>UNIMINUTO Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos Fundada 1962</p>	<p>Programa Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo</p>																												
<p>FICHA DE OBSERVACION</p>																													
<p>OBSERVADOR: _____</p> <p>FECHA: _____</p> <p>VISTA No: _____</p> <p>LUGAR: _____</p> <p>ACTIVIDAD DESARROLLADA: _____</p>																													
No	ASPECTOS A OBSERVAR	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Trabajador 6	Trabajador 7	Trabajador 8	Trabajador 9	Trabajador 10	Trabajador 11	Trabajador 12	Trabajador 13	Trabajador 14	Trabajador 15	Trabajador 16	Trabajador 17	Trabajador 18	Trabajador 19	Trabajador 20	Trabajador 21	Trabajador 22	Trabajador 23	Trabajador 24	Trabajador 25	Trabajador 26	Trabajador 27	OBSERVACIONES
1	Se hacen el análisis de riesgos y peligros.																												
2	Se dispone de los permisos de trabajo para trabajos en atmósfera peligrosas.																												
3	Se hace la verificación de operatividad de los equipos portátiles de monitoreo de gases.																												
4	Se realiza control de atmósfera antes de ingresar a las zonas de trabajo y durante el desarrollo de la actividad.																												
5	Se realiza instalación de ventilación artificial por resistencia atmosférica controladas.																												
6	Los trabajadores utilizan protección respiratoria en la zona o zona de riesgo.																												
7	Se lleva el control de signos y síntomas de personas de los trabajos con exposición a atmósfera peligrosas.																												
8	Se realizan las actividades de acuerdo a la estabilidad en el momento de trabajo con riesgo.																												
9	Se realiza reporte de personal durante la jornada laboral cuando ocurre presencia de atmósfera peligrosas.																												
10	El grupo de trabajo cuentan con elementos para atención de emergencias en caso.																												
<p>NOTAS:</p> <p>0=No</p> <p>1=Si</p> <p>Parámetros:</p> <p>Se considerará una conducta segura (positiva) cuando el trabajador realice más de 5 veces la aplicación de los controles descritos.</p> <p>Se considerará una conducta no segura (negativa) cuando el trabajador realice menos de 5 veces la aplicación de los controles observados.</p>																													

ANEXO 6.

Guía de seguridad para trabajos con exposición a ácido sulfhídrico

ANEXO 7.

Módulo de formación dirigido a los trabajadores, orientado a una cultura de comportamiento seguro