

**Estudio correlacional para la gestión de riesgos operacionales en el laboratorio de  
análisis físico-químico en la empresa Bioenergy S.A.S**

**David Johanny González Oviedo**

**Andrés Felipe Arteaga Cruz**

**Esp. Gerencia de proceso y calidad**

**Universidad EAN**

**Bogotá 31 de mayo de 2020**

## **Resumen**

Las actividades científicas de los laboratorios fisicoquímicos, cada se vuelven más complejas y peligrosas, esto porque se ven condicionadas a múltiples variables ya que, debido a sus propias características, representan riesgos de diferentes orígenes en donde se relacionan directamente las instalaciones y la planta física en donde se llevan a cabo, el desarrollo de nuevas tecnologías y la incorporación de productos químicos desconocidos, siendo estos últimos sumamente peligrosos.

El objetivo de esta intervención es diseñar una metodología eficiente para el control de los riesgos operacionales en el laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S, ya que en la actualidad sus trabajadores se encuentran expuestos a múltiples riesgos y por medio del desarrollo de la metodología, nos permita identificarlos, clasificarlos y mapearlos, siendo este el inicio de la implementación de un sistema de riesgos operacionales para la compañía.

### **Palabras clave:**

Laboratorios, Fisicoquímicos, riesgos operacionales, intervención, metodología

## **Introducción**

En la actualidad, existen actividades científicas complejas y peligrosas dentro de los laboratorios de investigación y análisis fisicoquímico; debido a que se ven condicionadas, por sus propias características. (ALEGRIA, 2011) Estas actividades representan una serie de riesgos de origen y consecuencias, relacionados con los contextos físicos, teniéndose en cuenta las instalaciones donde se llevan a cabo el desarrollo de nuevas tecnologías y la incorporación de nuevos productos químicos, que suelen ser muy peligrosos bien sea por el contacto directo o compuestos volátiles de difícil detección; aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera parcial.

El objetivo de la presente investigación se basa en establecer una intervención metodológica eficiente para el control y la gestión del riesgo en el laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S. Para ello se analizaron los lineamientos presentes en el marco normativo de la norma ISO 31000 de 2018, se identificaron los factores de riesgo operacionales que afectan la seguridad del personal presente en el laboratorio, mediante técnicas de muestreo como observación de campo, preguntas y encuestas, se identificaron e interpretaron las actividades y procesos asociados al riesgo químico en el laboratorio, se evaluaron los riesgos operacionales y posterior a ello, se realizó su respectiva valoración. Además, Se describieron, clasificaron y priorizaron mediante la recolección y análisis de los datos de forma probabilística los riesgos operacionales identificados que afectan al personal presente en el laboratorio basados en la norma ISO 3100 de 2018. Y por último se desarrolló la matriz asociada a los procesos que se llevan a cabo dentro del laboratorio y todo esto con el objetivo final de elaborar el diseño de la intervención metodológica determinado los ejes fundamentales como la planificación,

prevención y control de riesgos operacionales basado en la evidencia y en la norma ISO 3100 de 2018.

El Diseño metodológico de gestión de riesgo, implica identificar las fallas operacionales en el laboratorio y pretende a través de este, mejorar los hallazgos para poder prevenir y evitar al máximo los riesgos a los que el personal se encuentra expuesto. Esta intervención es relevante y pertinente, pues se ejecutó bajo la aplicación del campo de ciencia, tecnología e innovación, el grupo Ontare y la línea de optimización de procesos de la universidad EAN, además de contribuir con las exigencias del Ministerio de Trabajo Y Seguridad Social y el Ministerio de Salud, que obligan a las organizaciones a implementar protocolos para el manejo de la seguridad y salud en el trabajo.

El presente estudio tuvo un diseño experimental de tipo cuasiexperimental, Bajo las herramientas utilizadas para su ejecución, se determina como resultado que la intervención es apropiada y optima en pro de determinar y establecer los riesgos operacionales para poderlos enmarcar dentro de un sistema eficaz que de control a los riesgos para reducir el número de accidentes en el laboratorio físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S.

De acuerdo con los resultados se puede establecer la necesidad de una intervención que ayude a dar un control a los riesgos operativos que a su vez minimicen el índice de accidentalidad. Dentro de estos se identifican los principales riesgos a los que están expuestos los trabajadores, el nivel de desacuerdo que hay con respecto al manejo de los reactivos, así como también la claridad de no existir un protocolo ni normatividad establecida frente al manejo y disposición de reactivos químicos peligrosos para la integridad laboral.

Como conclusión general, el presente estudio permitió reflejar de acuerdo al planteamiento propuesto, que en los laboratorios de análisis físico químico de la empresa

Bioenergy S.A.S dado su actividad, se presentan situaciones complejas y peligrosas. De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio se puede evidenciar la existencia de riesgos con alto grado de criticidad como lo son el tener contacto directo con ácidos altamente peligrosos, formaldehído, contacto con material de vidrio quebrado, quemaduras con equipos, poniendo en riesgos la integridad y la vida del personal involucrado en las operaciones del laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S.

### **Planteamiento del problema**

En la actualidad, existen actividades científicas complejas y peligrosas dentro de los laboratorios de investigación y análisis fisicoquímico; debido a que se ven condicionadas, por sus propias características. (ALEGRIA, 2011) Estas actividades representan una serie de riesgos de origen y consecuencias, relacionados con los contextos físicos, teniéndose en cuenta las instalaciones donde se llevan a cabo el desarrollo de nuevas tecnologías y la incorporación de nuevos productos químicos, que suelen ser muy peligrosos bien sea por el contacto directo o compuestos volátiles de difícil detección. En el laboratorio físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S, estos riesgos son latentes y más aún cuando no existe un manejo ni control de riesgos operacionales, lo que repercute en accidentes e incidentes laborales por el desconocimiento de como ejecutar labores o desempeñar roles regidos bajo un estándar de normatividad. Es por esto, que se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo diseñar una metodología eficiente para el control y la gestión del riesgo en el laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S? y cuyo objetivo general se plantea en diseñar una metodología eficiente para el control de los riesgos operacionales en el laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S, fundamentados en la norma ISO 31000 versión 2018.

De acuerdo con este objetivo se formularon los siguientes objetivos específicos:

- a. Identificar los factores de riesgo operacionales que puedan afectar la seguridad del personal presente en el laboratorio, mediante una encuesta
- b. Identificar e interpretar las actividades y procesos asociados al riesgo químico en el laboratorio.
- c. Citar los factores de riesgo más relevantes de esta investigación metodológica para usarlos como base al implementar y desarrollar el documento del sistema de gestión de riesgos en el laboratorio.
- d. Elaborar el diseño de la intervención metodológica, determinado los ejes fundamentales como la planificación, prevención y control de riesgos operacionales basado en la evidencia y en la norma ISO 3100 de 2018.

Es deber de toda entidad buscar herramientas dentro de la operación que prevengan y eviten accidentes fatales que puedan desencadenar en un riesgo alto para la organización y a su vez estos eventos puedan representar gastos no presupuestados en la normal operación de su actividad, por ello se hace relevante desarrollar un diseño metodológico de gestión de riesgo para la empresa Bioenergy S.A.S, siendo esto pertinente con las exigencias del Ministerio de Trabajo Y Seguridad Social y el Ministerio de Salud, que obligan a las organizaciones a implementar protocolos para el manejo de la seguridad y salud en el trabajo.

El Diseño metodológico de gestión de riesgo, implica identificar las fallas operacionales en el laboratorio y pretende a través de este, mejorar los hallazgos para poder prevenir y evitar al máximo los riesgos a los que el personal se encuentra expuesto. Dada la urgente necesidad para la empresa Bioenergy S.A.S se hace relevante diseñar e implementar

un sistema de gestión de riesgo, siendo esta una oportunidad ya que la empresa no cuenta con este sistema en la actualidad.

Por esta razón, este estudio se encuentra directamente relacionado con el campo de ciencia, tecnología e innovación, el grupo Ontare y la línea de optimización de procesos de la universidad EAN

## **Marco teórico**

### **Antecedentes del problema**

Los sistemas de gestión de riesgos son fundamentales para las empresas. Un daño a la reputación de la empresa o de la marca, pérdida de la información o económica, lesiones en los colaboradores, incumplimientos legales o regulatorios, un acto de terrorismo entre otros, son los riesgos que las organizaciones pueden enfrentar y que además bajo este tipo de sucesos se generan incertidumbre en el logro de los objetivos. Su implementación trae una serie de beneficios que son: seguridad para los grupos de interés, eficacia ante situaciones de emergencia, acciones frente a amenazas o riesgos, credibilidad y competitividad.

Según la OIT, (2016) en el mundo cada 15 segundos, en promedio, ocurren 153 accidentes laborales producto de precarias condiciones laborales, muchos de los cuales resultan en absentismo laboral. Asimismo, cada 15 segundos muere un trabajador o trabajadora a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo. O sea que cada día mueren 6.300 personas por ambas causas. Los laboratorios químicos son catalogados como lugares de alto impacto frente a riesgo debido a su actividad productiva, por lo tanto, es una obligación legal de la compañía Bioenergy S.A.S implementar un sistema de gestión de riesgos operacionales para cumplir con los requisitos técnicos legales

en el país. por tal razón se necesita un compromiso de la organización para cumplir con estas medidas. en Colombia se pueden observar algunos avances, pero a su vez también se evidencia algunas fallas muy importantes a nivel de los riesgos operacionales que se manejan en los laboratorios de análisis físico-químico a nivel general.

A pesar de que se cuenta con un esquema en cuanto a cuidados y prevención de riesgos, en la actualidad en Bioenergy S.A.S, ningún laboratorio cuenta con el sistema de gestión de riesgos.

### **Marco histórico**

Para que este plan tenga un éxito y pueda ser implementado es necesario diseñar una metodología de análisis y gestión de riesgo operacional para de esta forma brindar garantía y seguridad a todo el personal que en ellos labora.

Tener clara la historia de la salud ocupacional en el país, es fundamental para entender la relevancia e importancia del tema para las organizaciones, adicional a ello permite entender la evolución de la legislación que se ha emitido a lo largo de los años en pro de proteger la vida y la salud de los trabajadores en Colombia.

Actualmente Colombia es un país en desarrollo e industrialización, lo cual genera una mayor ocupación de fuerza laboral, sin embargo, gran parte de las micro y pequeñas empresas tienen un alto grado de informalidad y por ende de implementación de políticas direccionadas hacia el cuidado de la salud de sus trabajadores.

El conocimiento y la implementación de conceptos referentes a la salud y seguridad en el trabajo fue desconocido hasta inicios del siglo XX. “Se preguntaba en 1904 Uribe Uribe, ¿Si por descuido de un empresario se hunde el socavón de una mina y se asfixia o se aplasta a los obreros, ¿puede el estado mirar el siniestro con indiferencia? ¿Si de un



andamio mal hecho cae y se mata el albañil, debe quedar sin sanción el responsable?”

(Trujillo, 2011, pág. 12)

En la OIT se establece un principio en el que los trabajadores deben estar protegidos contra las enfermedades en general o las enfermedades profesionales y los accidentes resultantes de su trabajo, sin embargo, para la muchos de trabajadores esto se aleja mucho de ser una realidad. Según las estimaciones globales más recientes de la OIT, al año se producen 2,78 millones de muertes laborales, de las cuales 2,4 millones están implícitas a enfermedades profesionales. Además del inmenso sufrimiento que esto causa a los trabajadores y sus familias, los problemas y costos económicos que esto trae consigo son demasiados para las compañías, los países y el mundo en general. Los problemas y pérdidas relacionadas con enfermedades laborales, accidentes y los costos de la atención sanitaria representan alrededor del 3,94 por ciento del PIB mundial Para los empleadores, lo que se refleja y traduce en costosas jubilaciones anticipadas, pérdida de mano de obra calificada, absentismo, pago de grandes sumas de dinero a los seguros.

De acuerdo con (Andrade V, 2008) la salud laboral se consolida como una temática relevante en las últimas décadas, cuando se estudia la relación entre el ser humano y el trabajo, ya que se ha encontrado que, pese a algunos avances importantes realizados por los organismos internacionales, gobiernos, empresas, sindicatos y universidades, el número de accidentes mortales, lesiones y enfermedades ocupacionales sigue siendo inaceptablemente elevado.

### **Marco legal**

En nuestro país, las normas inscritas en la Constitución Política prevalecen sobre las demás normas del ordenamiento jurídico; constituyéndose de este modo en el marco

normativo a partir del cual se debe desarrollar el andamiaje jurídico colombiano.

(Miniambiente, 2020)

La Constitución Política de 1991 tiene por característica una inmensa cantidad de normas relacionadas con el medio ambiente entre las cuales se destaca el derecho al ambiente sano como un derecho de carácter colectivo, cuya protección y conservación le corresponde no solo al Estado, sino también a los particulares, tal como lo establece el artículo 8 de la Carta Magna.

A continuación, relacionamos normatividad muy importante y por la cual se deben de regir los laboratorios de análisis fisicoquímicos en Colombia.

Normatividad nacional, relacionada a la seguridad y salud en el trabajo y laboratorios de análisis fisicoquímicos.

**Ley 57 de 1917:** Denominada ley Uribe; estableció que las empresas con más de 15 trabajadores requerían otorgar a sus trabajadores, asistencia médica, farmacéutica, pago de indemnizaciones y gastos funerarios.

**Ley 46 de 1918:** Se establecen medidas de higiene y sanidad tanto para empleados como para empleadores, se debe adquirir un seguro de vida colectivo para empleados con la ley 37 de 1921.

**Resolución 2013 de 1986:** Por la cual se reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo.

**Ley 100 de 1993:** Por la cual se reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo.

**Decreto 1575 de 2007:** Control de vertimientos con sustancias químicas As, Ba, Cd, CN, Cu, Cr, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, Acrolina, Acrilonitilo, Benceno, Bencidina

**Resolución 1401 de 2007:** Por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.

**Decreto 1496 de 2018:** por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y otras disposiciones.

**Resolución 0312 de 2019:** Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.

Con el fin de fortalecer el desempeño ambiental del Laboratorio físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S, se formula una intervención de un diseño metodológico de Manejo y gestión de riesgos operacionales con base en los principios establecidos por la norma ISO 31000.

### **Marco conceptual**

Es importante resaltar que para el informe técnico tomaremos las definiciones y conceptos más relevantes que estén relacionados a nuestro trabajo de intervención metodológica.

### **Riesgo**

El riesgo es un elemento consustancial a la propia actividad de la empresa y, aún más, en sus diferentes manifestaciones está presente en cualquier tipo de actividad; en la mayor parte de los casos no es posible establecer mecanismos para su completa eliminación, por lo que se hace absolutamente imprescindible gestionarlo de forma adecuada. (Lopez, 2013)

Para definir el concepto de riesgo podemos ver diversas definiciones: "situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada en un acontecimiento", o bien "probabilidad de que suceda un determinado peligro potencial" (entendiendo por peligro una situación física que puede provocar daños a la vida, a los equipos o al medio), o aún,

"consecuencias no deseadas de una actividad dada, en relación con la probabilidad de que ocurra".

Un método riguroso del riesgo requiere una conceptualización más precisa que permita su cuantificación. Una definición que cumple estos requisitos y que es utilizada por muchos profesionales es la basada en el producto de la frecuencia prevista para un determinado suceso por la magnitud de las consecuencias probables:

Riesgo = frecuencia • magnitud consecuencias (Fàbrega, 1999, pág. 19)

conoce como acciones preventivas, destinadas a hacer frente a problemas que tuviesen una probabilidad alta de afectar a la calidad de los productos y servicios. (ISO9001, 2008)

El riesgo se centra en el concepto de incertidumbre y sus objetivos. El riesgo es el efecto de la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos. (ISO31000, 2018)

### **Riesgos químicos**

El Riesgo químico es aquel capaz de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos y un agente químico es todo elemento o compuesto, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o convencional, utilizado en una actividad laboral. (Cuenca, 2018, pág. 185)

Los factores de riesgo químico propios de una actividad laboral y de origen ambiental pueden dar lugar a diferentes tipos de enfermedades profesionales como consecuencia a la exposición de contaminantes tóxicos, que pueden desencadenar en la aparición de variados efectos directos e inmediatos. (Zevallos, 2008, págs. 46-47)

Efectos directos/inmediatos:

- Irritación de las membranas mucosas, los ojos y el sistema respiratorio

- Efectos sobre el sistema nervioso (migrañas, reducción de la capacidad de atención, intoxicación, etc.)
- Efectos sobre la piel (picor, eritema, aparición de ampollas, dermatosis, sensibilización dérmica y alergias etc.)
- Efectos sobre los ojos (cataratas, deficiencias de visión, daños corrosivos, etc.)
- Efectos por inhalación (edema pulmonar, neumonitis de origen químico, neumoconiosis, reacciones asmáticas, etc.)
- Efectos por ingestión (irritación de garganta, dolores y calambres abdominales, diarrea, náuseas, vómitos, reducción de la conciencia, coma, etc.) (Stellman, 1998)

Un riesgo dentro de un proceso químico se puede evaluar para estudiar el peligro potencial de las sustancias que manejamos ya sea en un proceso industrial o en un laboratorio de análisis fisicoquímico, es necesario elaborar un programa de evaluación del riesgo. Hay muchos métodos para efectuar esta evaluación, por ejemplo, aplicando las siguientes opciones dentro de su estructura secuencial básica como son: Identificación del riesgo, control del proceso y control de cambios del proceso (Fàbrega, 1999, pág. 256)

### **Gestión de riesgos operacionales**

Cualquier actividad, por muy normal, saludable y necesaria que sea puede presentar ciertos riesgos para las personas que la realizan. Estos riesgos pueden ser aminorados o incluso, en ciertos casos, suprimidos si se llevan a cabo las debidas medidas y medidas de control. Y sin embargo, aun cuando en muchas ocasiones se asume la conveniencia de aplicarlas, no siempre son tenidas en cuenta de forma voluntaria por los individuos o las organizaciones, por ello se ha convertido la gestión de los riesgos operacionales

como una disciplina emergente y con un gran potencial para aquellas entidades que la desarrollen correctamente. (Laviada, 2007, págs. 29-42)

### **Marco Institucional.**

La empresa Bioenergy S.A.S, es una empresa filial del grupo empresarial Ecopetrol, destinada a la producción agroindustrial y obtención de alcohol anhidro (Etanol) para su posterior comercialización y empleo como carburante en vehículos automotrices. La planta “El Alcaraván” se encuentra ubicada en el departamento del Meta, en el kilómetro 43 de la vía que conduce de Puerto López a Puerto Gaitán.

La planta aparte de producir etanol produce energía y compost. Utiliza como materia prima la caña para cada uno de sus eslabones de producción. Sus productos se comercializan en las principales ciudades del país como: Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali, entre otros.

En cuanto a su estructura la planta dispone de todos los equipos y áreas de producción suficientes para producir 480. litros de etanol diarios, La organización está constituida por un equipo humano de 600 personas aproximadamente. En la actualidad la compañía se encuentra estructurada de la siguiente forma: una presidencia, cuatro direcciones, diecinueve gerencias y demás dependencias que integran todo un equipo de trabajo. En este momento la compañía cuenta con 8 laboratorios de análisis fisicoquímico, microbiológico y control biológico, que integran y apoyan todos los frentes de producción desde investigación, pasando por el área agrícola y los laboratorios de soporte industrial.

Parte de su historia inicia en el año 2008, nace el nombre de Bioenergy. Ecopetrol ingresó como accionista mayoritario, en junio de 2009 inició oficialmente su estructura organizacional y desarrollo empresarial bajo el nombre de Bioenergy.

En el 2016 se adelantaron las actividades de pre-comisionamiento, comisionamiento, puesta en marcha y se logra producir el primer litro de etanol.

Para marzo de 2017 se declaró el inicio de la producción industrial; en mayo del mismo año inició la operación comercial con el primer despacho oficial.

La compañía se ha trazado como misión ser líder del sector de los Biocombustibles y un actor relevante en energía renovable en Colombia, aportando a la conservación del medio ambiente, a la economía de la región y al desarrollo del entorno, bajo la premisa de la seguridad de sus colaboradores.

Dentro de la misión empresarial, la empresa busca ser líder en la producción y comercialización de energías renovables con énfasis en etanol en Colombia, con el firme propósito de generar valor a la sociedad, a los inversionistas, colaboradores y en general, a todos los grupos de interés.

## **Metodología de la investigación**

### **Diseño metodológico**

El presente estudio tuvo un diseño experimental de tipo cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo como una encuesta, para medir el nivel de accidentalidad y riesgos a los que los trabajadores del laboratorio fisicoquímico de la empresa bioenergy S.A.S están expuestos.

En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula unas más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. (Murillo, 2011). Según Hernández, Fernández y Baptista, Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una a más variables dependientes, solamente que difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad a

confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. (pág. 235) Para Hernández, Fernández y Batista 2010 (...) el enfoque mixto representa el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo.

Del enfoque mixto, se tomarán encuestas para medir el nivel de accidentalidad y riesgos a los que los trabajadores del laboratorio fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S

El alcance del estudio depende la estrategia de investigación. Así, el diseño, los procedimientos y otros componentes del proceso serán distintos en estudios con alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. Pero en la práctica, cualquier investigación puede incluir elementos de más de uno de estos cuatro alcances. (Hernandez, Fernandez, & Baptista , 2019)

Esta investigación tuvo un alcance de tipo correlacional ya que se pretende determinar si las causas de los accidentes de los empleados del laboratorio físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S, se debe a la falta de implementación de un sistema de gestión de riesgos operacionales

La unidad y propósito principal de un estudio correlacional es saber cómo se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otra variable relacionada. Este tipo de estudio mide dos o más variables que se desean conocer, si están o no relacionadas con el mismo sujeto. (Hernandez, Fernandez, & Baptista , 2019).

Basado en este estudio, siendo una hipótesis una suposición de algo posible o imposible para sacar de ello una consecuencia” (DRAE, 2014), o también una idea que puede no ser verdadera, basada en información previa. Normalmente se plantean primero las razones claras por las que uno cree que algo es posible y finalmente se pone: en



conclusión. Este método se usa en la rama científica para luego comprobar las hipótesis a través de los experimentos (Prados, 2012).

Se planteó la siguiente hipótesis:

La falta de una intervención metodología de gestión de riesgos operacionales provoca mayor accidentalidad de los trabajadores del laboratorio fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S

La presente intervención ha planteado una hipótesis de causalidad bivariada pues se identifica una variable independiente que es la *gestión de riesgos* y una variable dependiente que es la *accidentalidad*.

*La gestión de riesgos* puede entenderse como el proceso de identificar la vulnerabilidad de las poblaciones ante una amenaza, luego analizar las posibles consecuencias derivadas del impacto de la amenaza sobre esa población, delimitar la incertidumbre relativa a la ocurrencia del evento crítico que se desea evitar y mecanismos para reducir la amenaza, la vulnerabilidad y para afrontar el evento crítico si llegara a ocurrir. (Rivadeneira, 2014)

La variable fue analizada mediante la aplicación de una observación estructurada no participante y de campo con instrumento como cuadros, mapas y toma de tiempos para la toma de la información, así como una entrevista enfocada en los trabajadores del laboratorio fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S

*La accidentalidad* según la RAE (2014), es la ‘frecuencia o índice de accidentes’. El término accidentalidad, por otra parte, se puede definir como la ‘cualidad de accidental’, y alude a una situación ‘casual o imprevista’.

La variable fue analizada mediante la aplicación de un cuestionario diseñado con preguntas cerradas bajo la escala de Likert y una entrevista enfocada a los trabajadores del laboratorio fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S

Situando el contexto en el que se realizó la investigación y cuál es el estado de la cuestión. Según Bishop (2000), uno de los principios que tiene que orientar toda investigación científica es situar el trabajo en el contexto específico en el que se desarrolla.

Esta investigación es una intervención que tomo lugar en la empresa Bioenergy S.A.S en Puerto López en el departamento del Meta Colombia, cuyo universo fue entendido como todo conjunto y elemento de personas que hagan parte o interfieran en los procesos del laboratorio físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S.

Según Carrasco S, (2009) conjunto de personas, cosas o fenómenos sujetos a investigación, que tienen algunas características definitivas. Ante la posibilidad de investigar el conjunto en su totalidad, (pág. 236).

La población se define como un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones (Levin & Rubin , 1996, pág. 20)

La población de estudio fue conformada por 38 empleados que laboran en el laboratorio físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S.

La muestra es definida por Fortín (1999) como un subconjunto de una población o grupo sujetos que forman parte de una misma población (pág. 160), en ese mismo sentido Pineda, Alvarado y Hernández (1994), señalan que es un subconjunto de la población en que se llevara a cabo la investigación con fin posterior de generalizar los hallazgos del todo. (pág. 108).

Esta investigación utilizó el método de muestreo no probabilístico, en el cual de acuerdo con Pineda, Alvarado y Hernández (1994) se toman los casos o unidades disponibles en un momento dado (pág. 119) puesto que solicitó a los empleados que laboran en el laboratorio físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S formarán parte de la intervención.

Falcon y Herrera (2005) Se refiere a la técnica de recolección de datos como el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. (...) la aplicación de una técnica conduce a la obtención de la información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos (pág. 12).

Las técnicas de recolección de datos empleadas en la presente intervención fueron la encuesta, entrevista y la observación.

De acuerdo con García Ferrando (1993) , una encuesta es una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, que se lleva a cabo en el contexto de la vida cotidiana, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación, con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población.

analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica (Campos & Lule, 2012, págs. 45-60)

Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información, de este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor de la investigación resume los aportes del marco teórico y selecciona datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados. (Sabino, 1992).

El primer instrumento fue un cuestionario diseñado con preguntas cerradas bajo la escala de Likert mediante un cuestionario de Google, debido a la contingencia mundial del coronavirus

La categorización de la escala tipo Likert es un instrumento de medición o recolección de datos que se dispone en la investigación social para medir actitudes, de acuerdo con Brunet (2004) consiste en el conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los individuos.

La alternativa o puntos tipo Likert utilizando, que corresponden a las opciones de respuesta de ambos cuestionarios.

5 Muy de acuerdo

4 De acuerdo

3 Indiferente

2 Desacuerdo

1 Muy desacuerdo

El segundo instrumento fue un cuestionario de una entrevista enfocada que concentra su atención sobre uno o varios puntos específicos, ya que se conoce de antemano la situación, los elementos que la conforman, y su grado de estructuración apunta al no omitir aspectos importantes (Bioestadístico, 2012)

Para esta investigación, las preguntas fueron de tipo abiertas para poder tener la mayor información posible que a su vez permitirá evaluar la hipótesis planteada.

Lamentablemente por temas de la contingencia que vive actualmente el país no se pudo realizar pues no fue posible coordinar tiempos ni espacios.

El tercer instrumento fue la observación cuyos objetivos no pudieron llevarse a cabo debido a la contingencia mundial causada por el coronavirus (Covid19) motivo por el cual las actividades del laboratorio están pausadas

La técnica que se utilizó en el procesamiento de los datos fue la estadística descriptiva que consiste en un conjunto de procedimientos que tienen por objeto presentar masas de datos por medio de tablas, gráficos y medidas de resumen (AULAFACIL, 2000). Y la herramienta que es un medio físico que nos permite registrar o medir la información (Tamayo, 2001, pág. 190)

Con la que se llevó a cabo la tabulación de los datos fue Microsoft Office Excel

### Análisis de resultados

Para realizar este análisis se ha acudido principalmente a datos históricos otorgados por el líder del laboratorio, en los cuales se refleja la cifra de accidentalidad, frecuencia y razón. De estos se pudo realizar un mapeo de accidentes y problemas reflejados en el siguiente diagrama de Pareto e Histograma de frecuencias.



Figura 1 cifra de accidentalidad y frecuencia y razón

Se puede ver, desde gráfico de Pareto que la mayor razón de accidentalidad se debe al desconocimiento del manejo y las normas establecidas para la manipulación de reactivos en el laboratorio físico químico. A su vez, desde el histograma se puede analizar de acuerdo

con el número de accidentes presentados por año, que el promedio de accidentalidad está en 6,5 accidentes, lo que claramente establece una oportunidad de intervención para el control de esto.

De acuerdo con los datos extraídos de la encuesta, se obtuvieron los siguientes análisis:



Figura 2 Total de población encuestada

Conforme con planteado a muestreo probabilístico, y tomando un numero de 39 encuestados involucrados directamente en la operación del laboratorio fisicoquímico de donde se extrae información de un 44% del genero femenino y un 56% del género masculino.

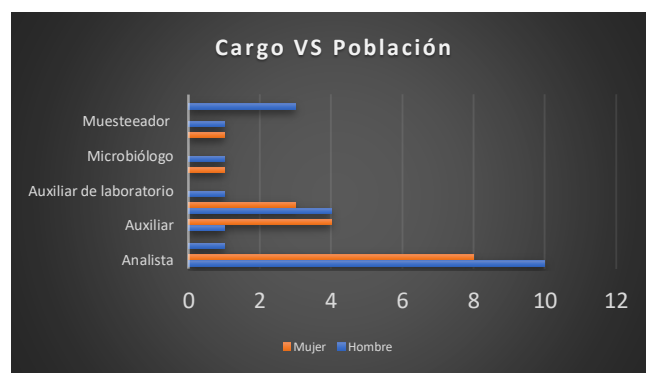


Figura 3 Cargo vs población

Así mismo desde este gráfico, se establecieron los cargos vs la población encuestada de donde se puede ver que la mayoría de ellos se encuentran dentro de la parte operativa al ocupar cargos como analistas, auxiliares y muestreador.

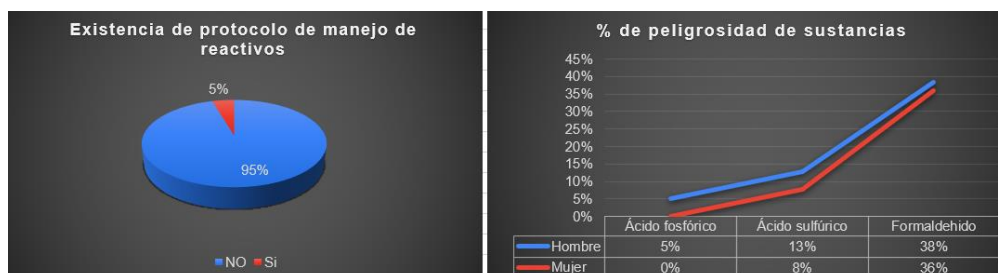


Figura 4 Existencia de protocolo e identificación de sustancias peligrosas

Del total de la población encuestada, el 95% declararon la no existencia de un protocolo de manejo de reactivos quienes a su vez clasificaron los más importantes de acuerdo con su nivel de peligrosidad, teniendo como resultado el **ácido fosfórico**, **ácido sulfúrico** y el **formaldehído**, siendo este último clasificado con el 74% como el más peligroso.

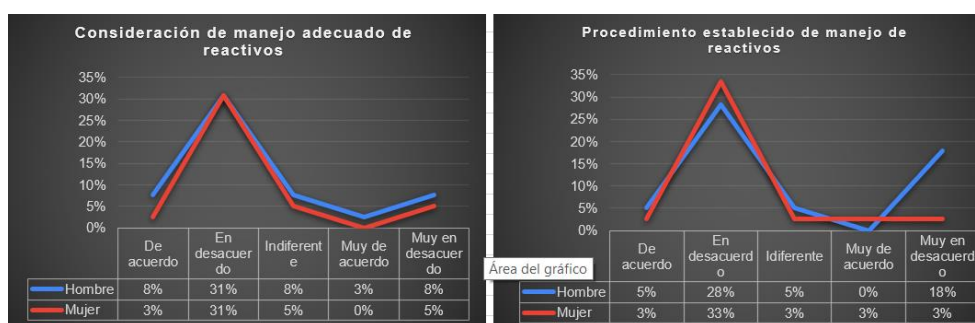


Figura 5 consideración vs procedimiento de manejo de reactivos

Se le pregunto a los encuestados si estaban de acuerdo con la forma en que se da manejo a los reactivos químicos, de los cuales el 62% de la población se muestra en

desacuerdo dato muy semejante al 61% quienes manifiestan que el procedimiento establecido por la empresa para el manejo de los reactivos no es el adecuado.



Figura 6 Síntomas experimentados por manejo de reactivos

A su vez, se les quiso preguntar, si durante el manejo de los reactivos, había manifestado síntomas que afectaran su salud, dando como resultado, que la mayoría han experimentado **dolor de garganta, ardor en los ojos, migraña y náuseas**. Sin duda existe un riesgo latente en la afectación de la salud de los trabajadores del laboratorio.



Figura 7 % de exposición a riesgos

Dentro del total de la población se quiso indagar si alguna vez sentían haberse expuesto a un riesgo operacional. De esto, el 55% manifiesta sí haberse sentido expuesto a riesgos operacionales y un 45% manifiesta que no. De este 55% quienes manifiestan que sí,



se extrajeron los tipos de riesgos a los que habían sido expuestos y a su vez se les pidió que los calificaran en una escala de 1 a 5 en donde 5 es el riesgo más alto y 1 el riesgo mínimo.



Figura 8 Riesgos operacionales identificados vs exposición

El grafico nos permite analizar que hay tres diferentes grandes riesgos a los que los trabajadores se han visto expuestos, en su mayoría a cortaduras de vidrios, quemadura con ácido y golpes físicos por manipulación de maquinaria y ubicación de la esta. Por otro lado, hay riesgos por inhalación, quemaduras con material caliente entre otros.



Figura 9 Clasificación de peligrosidad de riesgos

Finalmente, después de manifestar los riesgos, estos fueron calificados y clasificados de acuerdo con el nivel de peligrosidad utilizando una escala de 1 a 5 siendo 5

el nivel más peligroso y 1 el menos peligroso. Claramente podemos evidenciar que la mayoría de estos riesgos están calificados por encima de 3 lo que muestra la importancia de dar un adecuado manejo y control de estos riesgos en pro de evitar y reducir el índice de accidentalidad y preservar la vida y la integridad del personal involucrado en el laboratorio físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S.

### **Conclusiones Y Discusión**

El estudio permitió reflejar de acuerdo al planteamiento propuesto, que en los laboratorios de análisis físico químico de la empresa Bioenergy S.A.S dado su actividad, se presentan situaciones complejas y peligrosas tal como lo relaciona (ALEGRIA, 2011). De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio se puede evidenciar la existencia de riesgos con alto grado de criticidad como lo son el tener contacto directo con ácidos altamente peligrosos, el contacto con material de vidrio quebrado y quemaduras con equipos que manejan altas temperaturas, dentro de los más destacados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se lograron identificar los principales factores de riesgos operacionales a los que los trabajadores están expuestos y que pueden ser aminorados o incluso, en ciertos casos, suprimidos si se llevan a cabo las debidas medidas de control como lo aconseja, (Laviada, 2007, págs. 29-42). Dichos riesgos operacionales según los resultados de la encuesta, arrojaron que la mayor exposición que enfrentan los trabajadores son los riesgos químicos al manipular ácidos altamente peligrosos, que pueden estar mezclados o en su estado natural y al mantener una exposición no controlada puede producirse el riesgo químico. (Cuenca, 2018, pág. 185). También se identificaron algunos riesgos físicos que representan un intercambio brusco de energía entre el individuo y el medioambiente, sea por ruido, temperatura, ventilación, presión y golpes,

a los que hace referencia (Álvarez, 2009, pág. 39), en este caso al entrar en contacto con material de vidrio quebrado y golpes con algunos equipos.

Se evidencio que, al no contar con un procedimiento específico para el manejo de cada sustancia peligrosa, específicamente para el caso de los ácidos y formaldehido, se han presentado incidentes con alto riesgo, como se puede reflejar en la figura número 8. Por otra parte, el análisis de resultados y metodología utilizados, permitió identificar riesgos físicos con una frecuente aparición, en su mayoría son por quemaduras con equipos y golpes. Todos estos riesgos serian evitables si se contara con los debidos protocolos para el adecuado manejo y clasificación de los reactivos químicos, no basta solo con la información de la ficha técnica del producto. La gran mayoría de los empleados del laboratorio en un 61% manifestaron estar en desacuerdo en la manera como se manejan las sustancias peligrosas y del mismo modo consideran la necesidad de contar con los respectivos procedimientos.

Con los resultados obtenidos en la presente intervención metodológica, se permitirá tener una fuente de información, con los hallazgos encontrados y las manifestaciones de los empleados para que este sea un documento base en el diseño e implementación del sistema de gestión de riesgo operacionales para el laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S. De esta manera se realizaría un cumplimiento a las normas de gestión de la calidad en cuanto a la mejora continua que es uno de los 8 principios manifestados en la norma (ISO9001, 2008)

El estudio inicialmente se había planteado para un desarrollarlo bajo una metodología con un alcance bastante amplio, pero dado la situación coyuntural que se está presentando, no permite completar el alcance inicial, pues el laboratorio en estos momentos se encuentra cerrado y todo el personal operativo se encuentra en sus respectivas casas.

- Se puede corroborar con el análisis de las diferentes fuentes teóricas consultadas y con los resultados obtenidos en el instrumento utilizado para recolectar la información, que la ausencia del sistema de gestión de riesgos en el laboratorio de análisis fisicoquímico de la empresa Bioenergy S.A.S ha sido uno de los factores determinantes en la ocurrencia de incidentes y accidentes operacionales que hasta la fecha se han presentado.
- El estudio inicialmente se había planteado para un desarrollarlo bajo una metodología con un alcance bastante amplio, pero dado la situación coyuntural que se está presentando, no permite completar el alcance inicial, pues el laboratorio en estos momentos se encuentra cerrado y todo el personal operativo se encuentra en sus respectivas casas.

## Bibliografía

- ALEGRIA, A. M. (02 de Diciembre de 2011). DIAGNÓSTICO SITUACIONAL SOBRE RIESGOS QUÍMICOS. *QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA*. Mexico D.F., D.F., Mexico .
- Andrade V, G. I. (2008). *pensamiento psicologico*. Obtenido de salud laboral investigaciones realizadas en Colombia:  
<https://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/pensamientopsicologico/article/view/701>
- AULAFACIL. (2000). Obtenido de <https://www.aulafacil.com/cursos/excel-word-powerpoint-access/microsoft-excel-2000-basico-t897>
- Bioestadístico. (2012). *La entrevista de investigación*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Oj1l2QzCc5Q>
- Bishop. (2000). *La enseñanza de las matemáticas en la educación de personas adultas*.
- Brunet. (2004). *El clima Organizacional* .
- Campos , G., & Lule, N. (2012). LA OBSERVACIÓN, UN MÉTODO PARA EL ESTUDIO DE LA REALIDAD. *Xihmai*, 45-60.
- Carrasco, S. (2009). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Cuenca, E. N. (2018). *Prevención de riesgos laborales. Nivel Basico en el Sector Químico*. Málaga España: ICB.
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., & Ruiz , V. (2013). Investigación en educación media. *Investedu*, 162-167.
- DRAE. (2014). *Real academia española*. España.
- Fàbrega, J. C. (1999). *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. Barcelona : Edicions UPC.

- Falcon , J., & Herrera , R. (Marzo de 2005). Analisis del dato estadistico . Caracas, Venezuela.
- Fortín, M. (1999). *El proceso de la investigación* . Mexico : MCGRAW-HILL.
- García, F. (1993). *Metodos y tecnicas de investigación* . Madrid: Alianza Universidad.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista , P. (2019). *Metodologia de la investigación* . MCGRAW-HILL.
- ISO31000. (2018). *ISO31000*.
- ISO9001. (2008). *ISO9001*.
- Laviada, A. F. (2007). *La gestión del riesgo operacional: de la teoría a su aplicación*. Madrid: Ediciones 2010 S,L .
- Levin , R., & Rubin , D. (1996). *Estadística Administración Economía*. Pearson .
- Lopez, M. R. (2013). *Mapa de riesgos*.
- Miniambiente. (2020). *Normatividad Relacionada con los Contaminantes Orgánicos Persistentes COP*. Obtenido de <http://quimicos.minambiente.gov.co/index.php/contaminantes-organicos-persistentes/normatividad>
- Murillo, J. (2011). Metodos de investigación de enfoque experimental .
- OIT. (28 de Abril de 2016). *Organización internacional del trabajo*. Obtenido de <https://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm>
- Pineda, E., Alvarado, E., & Hernández, F. (1994). *Metodologia de la investigación* . Washington D.C: Organización panamericana de la salud.
- Prados, J. s. (2012). Ciberactivismo: conceptualización, hipótesis y medida. *Arbor*, 756.
- Rivadeneira, A. G. (2014). Marco conceptual y legal sobre la gestión. *Monitor Estrategico*, 4-11.

- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Caracas: Panamericana.
- Stellman, J. M. (1998). *ENCICLOPEDIA DE LA SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. ProQuest Ebook Central.
- Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica*.
- Trujillo. (2011). *Historia de la seguridad ocupacional* . Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Zevallos, S. L. (2008). *Gestión del área de trabajo en el gabinete bucodental*. Málaga  
españa: Vertice.