

Propuesta técnico – económica para la intervención del riesgo por exposición a formaldehído en la facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander

Daniela Hernández Ayala y Geraldine Paola Téllez Quintero

Director

Juan Camilo Lesmez Peralta

Magister en Gerencia de Negocios

Tutora

Luz Helena Zafra Carrillo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2021

### **Dedicatoria**

*Este proyecto de grado lo dedico a Dios por permitirme alcanzar un logro más en mi vida, por darme fuerza para superar cada obstáculo.*

*A mis padres por darme la oportunidad de estudiar, por apoyarme en todos los momentos difíciles, y celebrar conmigo cada victoria a lo largo del camino, por enseñarme a nunca rendirme, a que siempre podía dar más; por creer en mi más que yo misma, por depositar toda su confianza en mí, y brindarme todas las comodidades para que esto se hiciera realidad.*

*A mis hermanos que siempre estuvieron para mí, que confiaron y creyeron en que iba a ser realidad esta meta.*

*A los profesores que con cada clase me fueron formando profesional y personalmente; a la Universidad Industrial de Santander sede Socorro por abrirme las puertas de iniciar mi carrera universitaria.*

*Daniela Hernández Ayala*

### **Dedicatoria**

*Dedico este logro a mis padres por ser mi fuerza y vitalidad en cada dificultad, porque son mi apoyo incondicional en cada adversidad y el ejemplo vivo de que los sacrificios tiene su recompensa y yo hoy, traigo la recompensa a mi familia. Gracias por nunca rendirse en los momentos difíciles, por siempre brindarnos lo mejor que nos pueden dar: educación y estudio.*

*A mis hermanos que me acompañan en el camino dándome palabras de aliento en mis tristezas y fuerza en mis derrotas.*

*A ti Abue, que la vida no te alcanzó para verme profesional, pero que ahora desde la infinidad estas en primera fila disfrutando mi triunfo, eso por lo que tanto orabas, ahora es una realidad y es para ti.*

*A mis amigos que siempre me brindaron su apoyo, ayuda y amor, ¡gracias!, este proceso no hubiera sido igual, ni especial sin ustedes.*

*Familia y amigos, este es el inicio de muchos logros y sueños por cumplir.*

*Geraldine Paola Téllez Quintero*

### **Agradecimientos**

*A mis padres por ser voz de aliento en cada momento, a toda mi familia por creer en mí.*

*A mi amiga y compañera de proyecto por ser punto de equilibrio en cada circunstancia  
difícil durante el desarrollo del proyecto.*

*A las personas que nunca me dejaron sola, que siempre estaban cuando más los  
necesitaba apoyándome, con un consejo, o simplemente diciéndome que si podía.*

*Daniela Hernández Ayala*

*Agradezco infinitamente a Dios por darme la fuerza y la voluntad en los momentos más  
difíciles, por rodearme de personas maravillosas en todo momento, pero sobre todo por  
permitirme terminar satisfactoriamente el primero de muchos sueños.*

*A la Universidad Industrial de Santander por regalarme experiencias inigualables en las  
que aprendí y crecí a nivel personal y profesional.*

*A mi amiga y compañera Daniela Hernández por su entrega y disciplina en cada etapa  
difícil de este proceso.*

*A las personas que nos ayudaron a lo largo de este proyecto, realizarlo no fue sencillo en  
medio de una pandemia, gracias por su tiempo y ayuda.*

*Geraldine Paola Téllez Quintero*

**Tabla de contenido**

Introducción .....	15
1. Justificación .....	18
2. Planteamiento del problema.....	21
3. Objetivos .....	23
3.1 Objetivo General.....	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4. Generalidades de la empresa.....	24
4.1 Información general .....	24
4.2 Descripción de la empresa .....	24
4.3 Misión .....	24
4.4 Visión .....	25
4.5 Objeto social .....	25
4.6 Estructura organizacional.....	25
4.6.1 Número de empleados directos.....	25
4.6.2 Organigrama .....	25
4.6.3 Mapa de procesos.....	25
5. Marco de referencias.....	26
5.1 Marco legal .....	26
5.2 Marco de antecedentes .....	30
5.3 Marco teórico .....	36
6. Metodología .....	40
7. Resultados esperados .....	44

8.	Diagnostico .....	44
8.1	Metodología del diagnostico.....	44
8.2	Desarrollo del diagnostico .....	47
8.2.1	Anfiteatro .....	47
8.2.2	Morgue.....	53
8.2.3	Procesos y actividades que generan riesgo a Formaldehído.....	56
8.3	Análisis del diagnóstico .....	62
8.4	Aspectos relevantes identificados en el diagnóstico.....	70
9.	Análisis de la exposición a formaldehido a partir del estudio realizado por parte de la ARL POSITIVA.....	73
10.	Propuesta técnico-económica mediante la evaluación de los factores de riesgo a exposición a Formaldehido .....	78
10.1	Propuesta técnica. ....	78
10.1.1	Sistema de ventilación y extracción mecánica.....	79
10.1.2	Sistema y técnica de transvase.....	79
10.1.3	Sistema de almacenamiento y sistema de etiquetado SGA. ....	80
10.1.4	Sistema de vigilancia epidemiológica.....	83
10.1.5	Plan de capacitaciones .....	83
10.1.6	Sistema de recolección y disposición final de los residuos .....	83
10.1.7	Monitor de formaldehido .....	84
10.1.8	Equipos de protección personal .....	84
10.2	Evaluación del proveedor .....	85
10.2.1	Criterios de evaluación del proveedor .....	86

10.2.2	Sistema de evaluación.....	86
10.2.3	Elección del proveedor .....	87
10.3	Propuesta económica .....	95
10.3.1	Departamento de Ciencias Básicas.....	95
10.3.2	Departamento de Patología.....	97
11.	Análisis costo-beneficio de las propuestas formuladas .....	98
12.	Socialización.....	102
13.	Conclusiones.....	103
14.	Recomendaciones .....	105
	Referencias Bibliográficas .....	106

**Listas de figuras**

<b>Figura 1</b> Mapa de procesos Universidad Industrial de Santander .....	26
<b>Figura 2</b> Anfiteatro.....	50
<b>Figura 3</b> Morgue .....	54
<b>Figura 4</b> Rango de edad .....	63
<b>Figura 5</b> Tiempo laborando en la UIS .....	64
<b>Figura 6</b> Tiempo laborando en la UIS según rango de edad.....	64
<b>Figura 7</b> Horas de exposición semanales por rango de edad .....	65
<b>Figura 8</b> Molestias en la salud asociada a factores de riesgo según rango de edad. ....	66
<b>Figura 9</b> Nivel de escolaridad. ....	68
<b>Figura 10</b> Uso de los EPPs para riesgo a formaldehído.....	70
<b>Figura 11</b> Bomba mecánica de extracción.....	80
<b>Figura 12</b> Etiqueta recomendada según el SGA .....	82
<b>Figura 13</b> Formato etiquetado de residuo peligrosos infecciosos.....	82
<b>Figura 14</b> Epps.....	85
<b>Figura 15</b> Costo de invalidez por enfermedad laboral derivada de la exposición a formaldehído.....	100

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> Cumplimiento de objetivos .....	17
<b>Tabla 2</b> Metodología del proyecto .....	42
<b>Tabla 3</b> Información general. ....	46
<b>Tabla 4</b> Riesgo químico por exposición a formaldehído (IPVR 2019). ....	57
<b>Tabla 5</b> Actividades donde se presenta exposición a formaldehído .....	58
<b>Tabla 6</b> Molestias en la salud asociadas a factores de riesgo.....	67
<b>Tabla 7</b> Aspectos importantes .....	71
<b>Tabla 8</b> Clasificación de la Exposición según el Grado de Riesgo.....	73
<b>Tabla 9</b> Valoración de la medición. ....	74
<b>Tabla 10</b> Principales aspectos por mejorar en los laboratorios a intervenir.....	76
<b>Tabla 11</b> Criterios de evaluación del proveedor. ....	86
<b>Tabla 12</b> Niveles de los criterios de evaluación.....	87
<b>Tabla 13</b> Criterios de selección para bomba mecánica para trasvase .....	88
<b>Tabla 14</b> Calificación de los proveedores de la bomba de trasvase.....	89
<b>Tabla 15</b> Calificación de los proveedores de los recipientes de almacenamiento .....	90
<b>Tabla 16</b> Calificación de los proveedores del sistema de vigilancia epidemiológica .....	91
<b>Tabla 17</b> Calificación de los proveedores del plan de capacitaciones. ....	92
<b>Tabla 18</b> Calificación de los proveedores del servicio de recolección de residuos peligrosos líquidos.....	93
<b>Tabla 19</b> Calificación de las referencias de los monitores para formaldehído. ....	94
<b>Tabla 20</b> Calificación de los proveedores para los EPP.....	95
<b>Tabla 21</b> Propuesta económica para el departamento de Ciencias Básicas. ....	96

**Tabla 22** Propuesta económica para el departamento de patología. .... 98

**Tabla 23** Costo de la propuesta técnica..... 101

**Lista de Apéndices**

- Apéndice 1.** Organigrama Universidad Industrial de Santander
- Apéndice 2.** Entrevista al personal técnico del Departamento de Ciencias Básicas
- Apéndice 3.** Entrevista al personal técnico del Departamento de Patología
- Apéndice 4.** Entrevista aplicada al grupo de estudio
- Apéndice 5.** Matriz de IPVR 2019-Departamento de Ciencias Básicas
- Apéndice 6.** Matriz de IPVR 2019-Departamento de Patología
- Apéndice 7.** Programa de vigilancia epidemiológica para riesgo químico (PGTH06)
- Apéndice 8.** Protocolo de seguridad química (TTH01)
- Apéndice 9.** Protocolo de bioseguridad en laboratorios (TTH02)
- Apéndice 10.** Matriz de Riesgos
- Apéndice 11.** Manual de Bioseguridad Laboratorio de Patología
- Apéndice 12.** Cotización equipos de ventilación y extracción
- Apéndice 13.** Cotización Kasalab Bomba Mecánica
- Apéndice 14.** Cotización Burkle Bomba Mecánica
- Apéndice 15.** Cotización Kasalab recipientes
- Apéndice 16.** Cotización Denios recipientes
- Apéndice 17.** Cotización Medicid
- Apéndice 18.** Cotización SAOCSS
- Apéndice 19.** Cotización Plan Capacitación Sugestión
- Apéndice 20.** Cotización Plan Capacitación RSO
- Apéndice 21.** Cotización Lavamanos con almacenamiento independiente
- Apéndice 22.** Cotización Sandesol recolección

- Apéndice 23.** Cotización Descont recolección
- Apéndice 24.** Cotización Detector de gas PCE-HFX 100
- Apéndice 25.** Cotización Medidor de Formaldehido HFX2005
- Apéndice 26.** Cotización La Muela EPPS
- Apéndice 27.** Cotización Sumatec EPPS
- Apéndice 28.** Costo-Beneficio
- Apéndice 29.** Matriz Calificación de Proveedores
- Apéndice 30.** Carta empresa UIS proyecto
- Apéndice 31.** HOJA DE VIDA TUTORA LUZ ZAFRA

Nota: Los apéndices pueden ser consultados en la Base de Datos de Biblioteca.

### Resumen

**Título:** Propuesta técnico – económica para la intervención del riesgo por exposición a formaldehído en la facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander\*

**Autores:** Daniela Hernández Ayala, Geraldine Paola Téllez Quintero \*\*

**Palabras Claves:** Formaldehído, Riesgo químico, Cancerígeno, Sistema de ventilación y extracción, Exposición, Transvase, EPP'S, Sistema epidemiológico, Capacitaciones.

### Descripción:

El presente trabajo de grado plantea una propuesta técnico-económica para la intervención del riesgo por exposición a formaldehído en los trabajadores del Anfiteatro y Morgue de la Universidad Industrial de Santander. A través de esta propuesta se busca, además, informar la importancia de minimizar la exposición al formaldehído debido al impacto que tiene en la salud de las personas ya que es considerado cancerígeno según la IARC. Este proyecto inicia con la realización de un diagnóstico que se llevó a cabo, a través de entrevistas y por medio de la información suministrada por la división de Gestión de Talento Humano UIS, esto con el fin de conocer las condiciones bajo las cuales se desarrollan las labores misionales de los laboratorios mencionados, así mismo identificar las características del personal que se encuentra expuesto; para el estudio de este diagnóstico se tuvo en cuenta los funcionarios, docentes y residentes de ambos departamentos. Posteriormente se analizó el estudio realizado por la ARL positiva en el año 2018 para determinar las áreas y tareas que representan mayor riesgo, los tiempos de exposición y los niveles de formaldehído detectados en el aire. A partir de lo anterior se desarrollaron 8 propuestas que buscan intervenir las áreas y tareas detectadas para minimizar allí los niveles de exposición, brindando un ambiente de trabajo seguro y evitando el desarrollo de posibles enfermedades a causa de la exposición. Teniendo en cuenta la inversión que requiere la implementación de las propuestas, se realiza el análisis de la relación costo/beneficio, planteando el escenario de un diagnóstico de invalidez por enfermedad laboral derivada de la exposición a formaldehído y las consecuencias legales que se pueden presentar, de esta forma se conocerá la importancia de garantizar condiciones de trabajo seguras y evitar afectaciones futuras en los empleados.

---

\*Trabajo de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físicos-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.  
Director: Juan Camilo Lesmez Peralta, Tutora: Luz Helena Zafra Carrillo, Ingeniería Industrial

### Abstract

**Title:** Technical-economic proposal for the intervention of the risk of exposure to formaldehyde in the faculty of health of the Industrial University of Santander\*

**Authors:** Daniela Hernández Ayala, Geraldine Paola Téllez Quintero \*\*

**Keywords:** Formaldehyde, Chemical risk, Cancer, Ventilation and Extraction System, Exposure, Transfer, Personal Protective Equipment, Epidemiological System, Training.

### Description:

The present work of degree raises a technical-economic proposal for the intervention of the risk by exposure to formaldehyde in the workers of the Amphitheater and Morgue of the Industrial University of Santander. This proposal also seeks to inform about the importance of minimizing exposure to formaldehyde due to the impact it has on people's health, since it is considered carcinogenic according to the IARC. This project begins with the realization of a diagnosis that was carried out through interviews, surveys and additionally with the information provided by the division of Human Talent Management UIS, this in order to know the conditions under which the missionary work of the mentioned laboratories are developed, as well as to identify the characteristics of the personnel that is exposed; for the study of this diagnosis the officials, teachers and residents of both departments were taken into account. Subsequently, the study conducted by ARL positiva in 2018 was analyzed to determine the areas and tasks that represent the greatest risk, the exposure times and the levels of formaldehyde detected in the air. Based on the above, 8 proposals were developed that seek to intervene the areas and tasks detected to minimize exposure levels there, providing a safe working environment and avoiding the development of possible diseases due to exposure. Considering the investment that the implementation of the proposals requires, the analysis of the cost / benefit relationship is carried out, posing the scenario of a diagnosis of disability due to occupational disease derived from exposure to formaldehyde and the legal consequences that may arise. In this way, the importance of guaranteeing safe working conditions and avoiding future damage to employees will be.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Facultad de Ingenierías Físicas-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.  
Director: Juan Camilo Lesmez Peralta, Mentor: Luz Helena Zafra Carrillo, Ingeniería Industrial.

### **Introducción**

Actualmente la Seguridad y Salud en el Trabajo SST, es un tema indispensable que le compete de manera particular y obligatoria a todas las organizaciones. Esto es debido a que el recurso o capital humano es el activo más importante dentro de una empresa, independientemente de la actividad económica que esta desarrolle, de los trabajadores depende que los procesos productivos y que los servicios que la empresa ofrece sean llevados a cabo de manera integral y con altos estándares de calidad (Ortega Alarcón, Rodríguez López, & Hernández Palma, 2017). De esta manera, es importante y necesario controlar los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores ya que pueden afectar de manera negativa su salud, provocando lesiones o enfermedades de por vida, además de perjudicar e impactar negativamente el flujo normal de la empresa, poniendo en riesgo la solidez y el buen funcionamiento de la misma.

Teniendo en cuenta lo anterior, las organizaciones deben concebir la importancia de la prevención a través de la búsqueda constante de buenas prácticas, propiciando espacios laborales idóneos que permitan que la fuerza laboral se desarrolle de forma segura ya que estos, pasan más de la tercera parte del día en su lugar de trabajo expuestos a agentes físicos, químicos, ergonómicos o psicosociales que necesariamente están presentes en su entorno laboral.

La Universidad Industrial de Santander comprometida con la búsqueda de mejorar las condiciones laborales de sus trabajadores pretende prevenir accidentes, enfermedades o en tal caso, reducir el impacto del riesgo laboral que se pueden presentar en los puestos de trabajo de los empleados UIS. Particularmente, en la Facultad de Salud de la universidad a través de los diferentes procesos formativos, se reconoce que tanto trabajadores como residentes pertenecientes al departamento de patología y ciencias básica están en total exposición al Formaldehído, con un riesgo elevado por cuanto se evidencia que las medidas de protección y los niveles permitidos de

exposición, dictados por las diferentes organizaciones internacionales, no se tienen en cuenta, afectando de manera directa las condiciones en las que laboran (caso de los técnicos y profesores) y en las que se estudia (caso de los residentes). Así mismo, preocupados por la integridad y salud de sus profesionales, la UIS busca reducir el riesgo por exposición a Formaldehído a través de este proyecto, que tiene como propósito el desarrollo de una propuesta técnica que busca trazar medidas que mitiguen el efecto que tiene dicho compuesto en la salud de los técnicos, docentes y residentes. La propuesta se hará bajo las normas de SST y por medio de la evaluación de los niveles de exposición para determinar la magnitud del riesgo. A su vez se planteará también una propuesta económica que refleje el costo de cada una de las mejoras que se propongan para el desarrollo del proyecto, dando a conocer el costo/beneficio en función de la exposición actual, para así finalmente, tener conocimiento sobre la viabilidad y la rentabilidad de la propuesta que se pretende realizar.

Por otro lado, es claro reconocer que los accidentes y las enfermedades laborales afectan de forma negativa la competitividad de las empresas y así mismo al potencial económico que estas tengan, dado el fuerte descenso de patrimonio humano y al incremento de las horas en las jornadas laborales perdidas. Por esta razón, hoy en día son más las organizaciones que se preocupan en implementar y/o mejorar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, ya que establece un factor clave para la continuidad de las operaciones y el éxito de las empresas, además, de velar y cuidar la salud de la fuerza laboral. De esta forma, en este caso se hace necesario proponer un documento basado en estudios cuantitativos y cualitativos que resuman una propuesta técnico-económica para la Universidad Industrial de Santander, en función de la SST.

### Cumplimiento de Objetivos

**Tabla 1**

*Cumplimiento de objetivos*

<b>Objetivo</b>	<b>Cumplimiento</b>
<p><b>Realizar un diagnóstico de las condiciones de trabajo del personal de la facultad de salud de la UIS expuesto a los riesgos asociados al formaldehído, durante la ejecución de sus actividades laborales y académicas.</b></p>	<p>En el capítulo 8 se da cumplimiento al desarrollo del diagnóstico.</p>
<p><b>Analizar la exposición de formaldehído para determinar el grado de riesgo a partir del estudio realizado por parte de la ARL en las áreas objeto de estudio.</b></p>	<p>En el numeral 9.4 se da cumplimiento al análisis de las mediciones realizadas por la ARL.</p>
<p><b>Formular una propuesta técnica, orientada a mitigar el impacto negativo de la exposición a formaldehído y de esta manera minimizar el efecto sobre la salud de dicha condición.</b></p>	<p>En el numeral 9.5 se presenta la propuesta técnica.</p>
<p><b>Realizar la evaluación financiera para la implementación de la propuesta técnica, incorporando su relación costo/beneficio en función de la exposición actual al riesgo.</b></p>	<p>En el numeral 10 se desarrolla el análisis costo beneficio. Soportado en el apéndice 28</p>

Objetivo	Cumplimiento
<b>Socializar ante la facultad de la salud de la UIS y la división de recursos humanos, los resultados obtenidos con el trabajo desarrollado.</b>	En el numeral 11 se da cumplimiento a la socialización del proyecto antes los directores de los departamentos a intervenir.

### 1. Justificación

El formaldehído (FA) es el compuesto químico más simple de los aldehídos que se obtiene por la oxidación catalítica del alcohol metílico. El nombre dado por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) es “metanal”, pero también es conocido como “formalina”, “aldehído fórmico” o “formol” (disolución de FA en agua al 40 %) (Astros Fonseca & Combariza Bayona, 2019). Es una sustancia química que se ha usado desde tiempo atrás y en muchas industrias a nivel mundial, debido a que cuenta con más de cincuenta aplicaciones industriales conocidas.

Por su capacidad de polimerización y formación de nuevas sustancias, tiene un amplio espectro de aplicación, que va desde la industria de manufactura de resinas hasta los laboratorios de patología, cumpliendo funciones de preservante, desinfectante, producto intermedio de reacciones químicas y materia prima para producción de otros compuestos.

Desde 2006, la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC), clasifica al formaldehído como carcinógeno en los seres humanos (grupo 1). A través de estudios epidemiológicos esta agencia evidencia un incremento en la incidencia de cáncer nasofaríngeo en trabajadores en exposición al FA, además concluye que existe una "evidencia fuerte pero no

suficiente de una asociación causal entre la leucemia y la exposición ocupacional al formaldehído", (IARC, 2006).

En 2011, el Programa Nacional de Toxicología (National Toxicology Program), integrado por diferentes dependencias del Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU. también designó al formaldehído como carcinógeno humano conocido en su 12º Informe sobre Carcinógenos. Por estas razones y debido a la peligrosidad de esta sustancia, varias organizaciones internacionales han establecido normas o recomendaciones para el uso y producción de formaldehído; la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de exposición permisible (PEL) durante períodos de 8 horas de 0.75 ppm y el límite para exposiciones de 15 minutos (STEL) es de 2 ppm. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) ha establecido un límite ocupacional techo de 0.34 ppm (TLV-STELC); y el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) recomienda un límite ocupacional de 0.016 ppm (REL) como promedio ponderado durante 8 horas y un límite de 0.1 ppm durante períodos de 15 minutos.

En Colombia el Sistema de Vigilancia Epidemiológica para Cáncer Ocupacional SIVECAO y el listado de agentes cancerígenos de interés desarrollado por el Instituto Nacional de Cancerología (INC), en consecuencia, a la gravedad y al riesgo que representa esta sustancia en trabajadores, también reconocen y establecen que el formaldehído se encuentra dentro de los 33 agentes cancerígenos. No obstante, la población colombiana en general, tiene poco conocimiento sobre los efectos que esta sustancia puede causar, por lo que se sigue usando sin precauciones y sin las medidas suficientes de protección, en ocasiones de forma ilimitada y sin control.

En la facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander, consecuente con los diferentes procesos formativos, esta sustancia es utilizada para la preservación, preparación y

manipulación de cadáveres; además, de usarse en el mantenimiento de morgues, anfiteatros y laboratorios. El personal encargado de la dirección y mantenimiento de dichos espacios, junto a los docentes y profesionales de área, están expuesto a concentraciones más altas de Formaldehído, que los estudiantes y que el público en general. La exposición se presenta principalmente por inhalación del vapor en el aire o a través de la piel por medio de la absorción de líquidos que contienen dicho compuesto. Bajo este entendido, se reconoce que el trabajo en laboratorios patológicos y morfofisiológicos se debe realizar con precauciones y cuidados especiales, no sólo por el alto riesgo biológico al que se exponen los trabajadores, sino por la amenaza química que supone el uso del formaldehído. Por esta razón, se hace de vital importancia que los trabajadores o estudiantes residentes que tienen un alto grado de exposición a esta sustancia deban estar informados de los riesgos y acaten las medidas preventivas tendientes a minimizar la materialización del riesgo.

Por lo anterior, es evidente que trabajadores y estudiantes UIS están en total exposición a esta sustancia, con un riesgo elevado por cuanto se evidencia que las medidas de protección y los niveles permitidos de exposición, dictados por las diferentes organizaciones internacionales, no se tienen en cuenta, afectando de manera directa las condiciones en las que laboran (caso de los trabajadores) y en las que se estudian (caso de los residentes). En consecuencia, de esta situación, ya se tiene conocimiento de dos casos con diagnóstico de enfermedad laboral por exposición a formaldehído (información suministrada por la división de Gestión de Talento Humano UIS).

Esta problemática ha sido analizada previamente por la universidad, detectando así la necesidad de ejecutar acciones de mejora para administrar y mitigar el riesgo de exposición del FA a través de una propuesta que disminuya el efecto que tiene dicho compuesto en la salud de los técnicos, docentes y residentes UIS, permitiendo diagnosticar y formular mejoras con el fin de

proteger la salud de los más afectados y de contribuir en la política de Seguridad y Salud de Trabajo (SST) de la Universidad Industrial de Santander, además, de generar una cultura de autocuidado y de preservación del recurso humano.

## **2. Planteamiento del problema**

Hoy en día, gran porcentaje de los trabajadores a nivel mundial se encuentran expuestos a algún tipo de riesgo laboral, pues según la Organización Internacional del Trabajo OIT (International Labor Organization), cada año fallecen más de dos millones de personas en el mundo a causa de accidentes y enfermedades relacionadas con su trabajo (Rodríguez, 2009). Las enfermedades más comunes, según la evaluación de accidentes y enfermedades son: el cáncer por exposición a sustancias peligrosas, enfermedades musculoesqueléticas, enfermedades respiratorias, entre otras (Organización Mundial de la Salud).

A nivel continental, en el informe de la Salud en las Américas de la OPS se reconoce que la exposición a contaminantes químicos en la región latinoamericana y caribe continúa siendo un problema de salud pública insuficientemente atendido, donde el uso y producción de químicos ha aumentado diez veces en los últimos 40 años (Instituto Nacional de Salud, 2017). Esta exposición a sustancias químicas es inevitable, siendo identificada como un factor de riesgo constante para las personas, ya que las poblaciones se ven abocadas a la necesidad de su utilización en diferentes ámbitos. (Romero, 2018). En el caso de la Universidad Industrial de Santander, el uso de sustancias químicas, especialmente el uso del formaldehído, se da gracias a los diferentes procesos formativos e investigativos de la Facultad de Salud para la preservación, preparación y manipulación de cadáveres. A través de los años se reconoce que las enfermedades laborales en los trabajadores UIS han aumentado, esto debido no solo a los niveles de exposición a los cuales están sujetos los

trabajadores, sino a las medidas y controles deficientes aplicadas por parte de la universidad. En consecuencia, a lo descrito anteriormente, ya se tiene conocimiento de dos casos con diagnóstico de enfermedad laboral por exposición a formaldehído, uno de ellos diagnosticado con faringitis crónica (información suministrada por la división de Gestión de Talento Humano UIS). A partir de lo anterior, las medidas tomadas por la universidad en primera instancia han sido el traslado del empleado, a otra área en donde no se tenga exposición a dicho compuesto, sin definir inicialmente cuales son los factores que determinaron la enfermedad laboral del trabajador, o en dado caso, sin implementar un correcto sistema de gestión para la disminución de sustancias químicas como el FA, causantes de las molestias y las enfermedades que se presentan en el personal.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Formular una propuesta técnico–económica para la intervención del riesgo por exposición a formaldehído en la facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de las condiciones de trabajo del personal de la facultad de salud de la UIS expuesto a los riesgos asociados al formaldehído, durante la ejecución de sus actividades laborales y académicas.
- Analizar la exposición de formaldehído para determinar el grado de riesgo a partir del estudio realizado por parte de la ARL en las áreas objeto de estudio.
- Formular una propuesta técnica, orientada a mitigar el impacto negativo de la exposición a formaldehído y de esta manera minimizar el efecto sobre la salud de dicha condición.
- Realizar la evaluación financiera para la implementación de la propuesta técnica, incorporando su relación costo/beneficio en función de la exposición actual al riesgo.
- Socializar ante la facultad de la salud de la UIS y la división de recursos humanos, los resultados obtenidos con el trabajo desarrollado.

## **4. Generalidades de la empresa**

### **4.1 Información general**

Nombre: Universidad Industrial de Santander

NIT: 890.201.213-4

Representante legal: Hernán Porras Díaz

### **4.2 Descripción de la empresa**

La universidad industrial de Santander es una institución pública que forma ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores; apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica, tecnológica y social, la creación artística y la promoción de la cultura; construye procesos colaborativos y de confianza social para la anticipación de oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno.

### **4.3 Misión**

La Universidad Industrial de Santander es una institución pública que forma ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores; apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica, tecnológica y social, la creación artística y la promoción de la cultura; construye procesos colaborativos y de confianza social para la anticipación de oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno. Este obrar institucional, dinamizado con redes diversas y abiertas de conocimiento y aprendizaje, busca el fortalecimiento

de una sociedad democrática, participativa, deliberativa y pluralista, con justicia y equidad social, comprometida con la preservación del medio ambiente y el buen vivir.

#### **4.4 Visión**

Para el año 2030 la Universidad Industrial de Santander será reconocida en el entorno nacional e internacional como una comunidad intelectual, ética y diversa, que educa para interpretar los desafíos del mundo, que es abierta a nuevas formas de pensamiento y que gestiona el conocimiento para el avance y la transformación de la sociedad y la cultura hacia el mejoramiento de la calidad de vida. La UIS, a fin de fortalecer la naturaleza pública que le es propia, habrá actuado de manera significativa y acorde con los derechos humanos para la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible, la convivencia pacífica, la cohesión social y la democracia.

#### **4.5 Objeto social**

Formar ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovador.

#### **4.6 Estructura organizacional**

##### ***4.6.1 Número de empleados directos***

La división de Seguridad y salud en el trabajo cuenta con 7 empleados directos.

##### ***4.6.2 Organigrama***

En el Apéndice 1 se presenta el Organigrama de la Universidad Industrial de Santander.

##### ***4.6.3 Mapa de procesos***

En la figura 1 se presenta el mapa de procesos de la Universidad Industrial de Santander.

**Figura 1***Mapa de procesos Universidad Industrial de Santander*

Nota: Suministrado por Universidad Industrial de Santander (2021)

## 5. Marco de referencias

### 5.1 Marco legal

Los Límites de Exposición Laboral son valores de referencia establecidos para proteger la salud de los trabajadores; estos evalúan y controlan los riesgos que conlleva la exposición a los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Algunas organizaciones que incluyen al formol dentro de la lista de sustancias peligrosas han establecido los siguientes Límites de Exposición Laboral:

- La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ha establecido un límite de exposición permisible (PEL) de 0.75 ppm como promedio durante un turno laboral de ocho horas y un límite máximo de exposición laboral (STEL) de 2 ppm, que no debe excederse por periodos superiores a 15 minutos.

- El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) recomienda un límite de 0,016 ppm (REL) como promedio durante un turno laboral de 8 horas y de 0,1 ppm, que nunca debe excederse en periodos mayores de 15 minutos. Las concentraciones de 100 ppm son inmediatamente peligrosas para la vida y la salud (IDLH).

- La Conferencia Americana de Higienistas Industriales de Gobierno ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ha establecido un umbral de 0,3 ppm (TLV-STELC), concentración riesgosa, que bajo ninguna circunstancia debe excederse (Idrobo Avila, Vasquez López, & Vargas Cañas, 2017).

Aunque en Colombia no exista un reglamento donde se establezca los límites de exposición permitidos a formaldehído, si es reconocida como una sustancia cancerígena por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica para Cáncer Ocupacional SIVECAO y se encuentra en el listado de agentes cancerígenos de interés desarrollado por el Instituto Nacional de Cancerología (INC).

En el SIVECAO se le responsabiliza de efectos como dermatitis de contacto irritativa, dermatitis de contacto alérgica, los cuales corresponden a un evento centinela (una enfermedad no carcinogénica, diagnosticada en un trabajador activo, pensionado o retirado, y cuya ocurrencia fue reconocida como de origen laboral). Así mismo lo clasifican como agentes carcinógenos con suficiente evidencia de producir cáncer en el sistema linfoide y/o hematopoyético y nasofaringe en humanos (Ministerio del Trabajo, 2016).

En el manual de agentes carcinógenos del Ministerio de Salud de Colombia y el Instituto Nacional de Cancerología INC, se clasifica al formaldehído como agente cancerígeno grupo 1 causando en humanos cáncer nasofaríngeo (carcinoma escamocelular) y leucemia (evidencia sólida pero no suficiente para leucemia, principalmente tipo mieloide, en embalsamadores,

patólogos, anatómicos y otros trabajadores en industrias expuestas a formaldehído) (Espinosa Restrepo, y otros, 2016).

En la resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo; se precisa en el capítulo de los equipos y elementos de protección personal (Capítulo II), que todos los establecimientos en los que el trabajador este expuesto a los diferentes riesgos físicos, mecánicos, químicos, biológicos, etc, deben suministrar los elementos de protección personal (EPP) adecuados según la naturaleza del riesgo, y que brinden seguridad y eficiencia para el usuario. Estos EPP deben alinearse a la clasificación presentada de acuerdo a la tarea que desempeñe el trabajador, cumpliendo con estándares de calidad, resistencia y duración ya estipulados. Así mismo el artículo 154, correspondiente al capítulo de las concentraciones máximas permisibles (Capítulo VIII), menciona que las instituciones donde el desarrollo de sus labores requiera el uso de sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, etc. y vapores fácilmente inflamables, que representen riesgo para la salud de los trabajadores, se debe fijar los niveles máximos permisibles de exposición a dichas sustancias en volumen en partes de la sustancia por millón de partes de aire (P.P.M.) en peso en miligramos de la sustancia por metro cúbico de aire ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) o en millones de partículas por pié cúbico de aire (M.P.P.P.3) de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) o con los valores límites permisibles fijados por el Ministerio de Salud (MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL , Resolución 2400 DE 1979).

En el decreto 778 de 1987 el cual modifica la tabla de enfermedades profesionales contenida en el artículo 201 del Código Sustantivo del Trabajo, se encuentra el trabajo con

formaldehído como causa de dermatitis, irritación de mucosas respiratorias y oculares; dermatitis, cloracné, lesiones sistema nervioso central. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social).

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) es el organismo nacional de normalización, encargado de editar las Normas Técnicas Colombianas (NTC), en las cuales encontramos la normativa que rige en el país, dentro de las que encontramos la NTC 1584 en la cual se define y clasifica los equipos destinados a la protección personal de las vías respiratorias y su utilización según el tipo de contaminante presente en el ambiente (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific, Norma Técnica Colombiana 1584, 1980). En la NTC1825 establece los requisitos funcionales para los diferentes tipos de protectores individuales de los ojos, usados principalmente en la industria (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific, Norma Técnica Colombiana 1825, 1982). Así mismo en la NTC 1726 se establece la clasificación y los requisitos que deben cumplir los guantes de látex de caucho natural sin forrar o revestidos, utilizados en tareas industriales (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific, Norma Técnica Colombiana 1726, 1999); la NTC 1728 tiene por objeto establecer los requisitos y los ensayos a los cuales deben someterse los protectores respiratorios contra gases tóxicos (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific, Norma Técnica Colombiana 1728, 1982). La NTC 3399 se refiere a filtros de partículas y sus componentes en dispositivos de protección respiratoria no asistidos, excepto los equipos de evacuación y piezas faciales autofiltrantes (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific, Norma Técnica Colombiana 3390, 1992). En la NTC 3763 se establece las características mínimas de calidad para los equipos de protección respiratoria que abarcan filtros combinados contra gases, vapores y partículas, así como dispositivos de protección respiratoria de media cara y cara completa (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific, Norma Técnica Colombiana 3163, 1996). Y la 3851 establece definiciones,

clasificación, criterios de selección, uso de equipos de protección respiratoria, ajuste de los equipos, revisión del ajuste, entrega, evacuación de áreas contaminadas, mantenimiento, inspección y almacenaje (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific, Norma Técnica Colombiana 3851, 1996).

## **5.2 Marco de antecedentes**

Como afirma Aliaga Bonilla, (2015), en su trabajo del master en prevención de riesgos laborales “Evaluación de las medidas de control para reducir la exposición a formaldehído en la sala de anatomía patológica y autopsias de un hospital universitario” cuyo trabajo fue realizado en un hospital universitario en Catalunya, donde se destaca que durante la realización de trabajos en los laboratorios de anatomía y patología se producen niveles elevados de contaminación por formaldehído que llegan a superar los límites estipulados por las diferentes organizaciones, de modo que se llega a ver afectado tanto el personal técnico como las personas que permanecen en los laboratorios. Por lo cual se hace importante proponer nuevas acciones en lo que corresponde a las instalaciones y los métodos de trabajo empleados que logren minimizar el acceso del contaminante a los laboratorios. Dado el alto nivel de riesgo que genera el formaldehído se sugiere establecer medidas estrictas de seguridad para la realización de los distintos trabajos o tareas que implemente protocolos de actuación, uso de material peligroso y el uso de elementos de protección personal. Adicionalmente hace énfasis en la importancia de los sistemas de extracción y ventilación de las instalaciones, tanto del proceso de mantenimiento como de la mejora continua de estos sistemas.

También, se apoya en la investigación realizada por Raja & Bahar (2012) donde se estudió el peligro potencial sobre la salud en estudiantes de anatomía, embalsamadores en las funerarias,

trabajadores de laboratorios de histopatología y otros investigadores biológicos, que están expuestos a formaldehído, concluyendo que, a pesar de los efectos tóxicos, el formaldehído sigue siendo la opción popular de fijador de tejidos debido a su eficacia y bajo costo.

En estudios realizados en diferentes hospitales se determinó que los niveles de exposición superaban los límites y que al redor del 50% de los trabajadores presentaban efectos de irritación nasal y ardor en la garganta, presentan o han presentado dificultades respiratorias, entre otros síntomas resultado de la exposición.

Dentro de los efectos en la salud menciona el cáncer nasofaríngeo, asma ocupacional e irritación, para lo cual es importante determinar los factores de riesgo que corresponden a la concentración en el ambiente, tipo y tiempo diario de exposición tasa de generación de gases entre otros.

Para alcanzar el fin principal del proyecto fue necesario identificar las tareas de riesgo y las zonas de trabajo de técnicos de laboratorio y médicos patólogos que exceden los límites de exposición a formaldehído, lo cual se realizó por medio de mediciones enfocadas a determinar la eficacia de los sistemas de ventilación y extracción utilizados en dichas zonas. Todo lo anterior se realizando entrevistas higiénicas, comprobando la eficacia de los sistemas mencionados por medio de diferentes técnicas como tubos fumígenos, mediciones de caudal y de medición de velocidad, además de medir los niveles de concentración en las zonas registradas por medio de lectura directa por toma de muestra.

Finalmente concluyen de las tareas críticas son las que determinan las zonas críticas pues son estas donde se presenta mayor exposición; y recomiendan principalmente valorar el funcionamiento de fijadores alternativos al formol como Milestone, DiaPath y Molecular Fixative, los cuales no tienen efecto cancerígeno; sin embargo en caso de que estos fijadores no funcionen

como lo esperado se recomienda optimizar todos los procedimientos haciendo especial hincapié en la mejora de las medidas preventivas que se aplicaron con el fin de minimizar los riesgos a niveles tan bajos como técnicamente sea posible.

El proyecto desarrollado por Peñalver Paolini, Mazón Cuadrado, & Berrocal Fernández (2017) titulado “Control del Formaldehído, Xileno y Compuestos Orgánicos Volátiles mediante el Sistema Integral de Friocongelación y Fotocatalización” buscaba valorar la eficacia del uso de purificadores mediante la fotocatalización y los sistemas de friocongelación, para el control de los niveles de exposición a  $\text{CH}_2\text{O}$ , Xileno y COVs en 3 hospitales de Madrid comparando las mediciones de formaldehído. Se realizaron mediciones antes de comenzar la instalación de los purificadores y sistemas de friocongelación, en las áreas de laboratorio y sala de tallado. Con lo que se buscaba valorar los niveles de Xileno y COVs con el método PID (detector de fotoionización) y de  $\text{CH}_2\text{O}$  (formaldehído) a través de un Sistema de Detección de Gas. Adicionalmente plantean la necesidad de controlar agentes químicos como el Formaldehído ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) y los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs por su potencial cancerígeno) en los laboratorios de Anatomía Patológica. Ya que no existe un nivel de exposición seguro, es necesario eliminar o reducir al máximo la exposición, por ello que se continúan realizando estudios enfocados en implantar nuevas medidas preventivas que sean efectivas para el control de los niveles de exposición.

Hacen énfasis en el formaldehído ya que puede llegar a causar la muerte a una concentración mayor de 100 ppm y en concentraciones más bajas puede causar irritación a nivel del tracto respiratorio superior y de los ojos; la vía de exposición más importante es la inhalatoria ya que se difunde rápidamente en el tracto respiratorio y también se puede absorber a través del aparato gastrointestinal y la vía dérmica.

Resaltan la importancia del uso de los elementos de protección personal, pues existe una tolerancia a los efectos irritativos de la exposición al formaldehído que aparece después de 10 minutos de contacto directo sin equipos de protección lo cual puede dar una falsa sensación de seguridad.

En la actualidad, las medidas preventivas colectivas más usadas para la eliminación de los contaminantes del aire, es la filtración o purificación de aire; dentro de estos, el proceso de fotocátalisis es uno de los más llamativos, el cual consiste en la oxidación de compuestos indeseables presentes en el aire mediante un catalizador semiconductor, que es activado por luz de una determinada longitud de onda; es una de las técnicas de oxidación avanzada que viene siendo investigada en los últimos 20 años para el tratamiento de aire contaminado de diverso origen. Este proceso ofrece ventajas como la descomposición de los contaminantes del aire en condiciones ambientales, la degradación de los contaminantes del aire en productos finales no tóxicos ( $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ) y el control de derrames accidentales en la manipulación de los contenedores de residuos, así como que se reducen los movimientos de residuos dentro del centro. Los fotocatalizadores más investigados hasta el momento han sido los óxidos semiconductores, como el  $\text{TiO}_2$ ; debido a sus características superiores, como son: bajo costo, no tóxicos, alta estabilidad química y frente a la fotocorrosión y rendimiento fotocatalítico eficiente bajo luz UV. Otra de las medidas preventivas colectivas que se está implantando, es el uso de sistemas de frío/congelación para la eliminación de los residuos y disminuir en foco de emisión, a temperaturas que oscila entre 0 a  $-20^\circ\text{C}$  la cual impide la emisión de vapores y aerosoles en el ambiente interior, así como olores desagradables, en el punto de recogida. Esta medida consiste en una tecnología de protección colectiva que impide la generación de microorganismos y la acumulación de COVs, anulando las fuentes de emisión que producen los puntos de segregación de residuos sanitarios de riesgo mediante frío-congelación,

uniéndole al mismo el más eficaz sistema de purificación ambiental consistente en la fotocatalisis mediante dióxido de titanio en continuo.

Como se mencionó, anteriormente, mediante la toma de muestras se realizó una comparación del antes y después de la instalación de las medidas ya expuestas; llegando a la conclusión de que el sistema integral de friocongelación y purificación mediante fotocatalización, es una medida técnicamente complementaria y eficaz que optimiza el control de la exposición de Formaldehído, COVs y Xileno; por otro lado, a nivel cualitativo, los trabajadores manifestaron mayor confort (no olores no síntomas de irritación aguda). Sin embargo, se tuvo en cuenta el sesgo por los efectos de Hawthorne (los participantes de un estudio pueden alterar su comportamiento cuando saben que están siendo observados), la regresión a la media (una variable es extrema en su primera medición, tenderá a estar más cerca de la media en su segunda medición y, si es extrema en su segunda medición, tenderá a haber estado más cerca de la media en su primera).

Finalizan recomendando reducir los niveles de exposición de formaldehído en origen, mediante extracción localizada, es decir contar con apertura frontal y extracción de aire forzada al exterior, con filtración previa (con filtros específicos como de óxido de aluminio/permanganato potásico). El caudal de extracción debe garantizar que el formaldehído emitido se capta con eficacia; recomendando reducir los niveles de exposición de formaldehído en medio, realizando rotaciones de personal para disminuir aún más la frecuencia de exposición; y las medidas individuales de protección se aplicarán cuando las medidas de protección colectivas no sean suficientes o cuando se realicen operaciones puntuales en las que no se pueda asegurar que no existe exposición, los trabajadores deben disponer de guantes, gafas de seguridad, bata baja permeabilidad y piezas faciales de media máscara.

Por otro lado, Hidalgo Prado (2015), en su trabajo “Propuesta de un programa de protección respiratoria por la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en los laboratorios de anatomía patológica y biopsias del servicio de patología del hospital nacional de niños” en el cual presentan un programa de protección respiratoria con el fin de disminuir la exposición ocupacional a formaldehído a niveles tan bajos como sea posible, y proteger la salud de los trabajadores de los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias; además incluye propuestas de controles ingenieriles y administrativos. En su estudio detectan que las principales debilidades corresponden a la falta de capacitación sobre riesgos a la salud que genera la sustancia, así como la carencia de procedimientos seguros en caso de emergencia, en conjunto con la falta de sistemas de extracción eficientes. Con su programa buscan proporcionar un ambiente de trabajo seguro y más saludable, que proteja a los trabajadores expuestos de los efectos adversos del formaldehído y que sus lineamientos permitan el cumplimiento de la organización con la legislación en este caso costarricense en las áreas relacionadas evaluadas que son oficinas, laboratorio de anatomía y patológica, laboratorio de corte y recepción de biopsias, laboratorios de histología, cuarto de inclusión y laboratorio de microbiología. En el análisis realizado a la situación actual implica aspectos como el entorno laboral el cual relaciona la ventilación y las tareas críticas, los controles administrativos como la capacitación sobre el uso de los elementos de protección personal, riesgos y efectos, frecuencias de uso de los elementos de protección respiratoria; y los controles ingenieriles que hacen referencia a los sistemas de ventilación/extracción y el sistema de aire acondicionado ya que ayuda a que no se dé tanto la volatilización del formaldehído. Por último, analizan el factor clave que son los niveles de exposición por medio de observación y toma de datos.

Dentro de sus implementaciones y mejoras ingenieriles realizadas resaltan el sistema de ventilación y extracción incluyendo plan de mantenimiento preventivo y correctivo, responsables, y el tipo de sistema que debe incluir cada tipo de laboratorio según la condición actual de los mismos; y se ejecuta el diseño de un sistema de aire acondicionado con su respectiva red de ducto. En lo correspondiente a los controles administrativos se enfocan en evaluar la exposición ocupacional a formaldehído, seleccionar el respirador adecuado, además del uso, mantenimiento y limpieza del elemento de protección respiratoria, con sus respectivas pruebas de ajuste, buenas prácticas de trabajo; procedimiento en caso de emergencia; plan de capacitación y vigilancia médica.

Finalmente se hace una evaluación del programa en diferentes aspectos, buscando su mejoramiento y actualización; llegado a concluir que el programa fue diseñado según el estudio previo a fin de mejorar de las condiciones actuales de trabajo; y se pretende lograr mayor conciencia en el personal acerca de cómo realizar las labores diarias, la importancia del uso y mantenimiento del equipo de protección respiratoria. Para dar minimizar la exposición ocupacional a formaldehído es importante el uso de los equipos de protección sugeridos ya que poseen las características que brindan mayor protección a los trabajadores. El programa integra control administrativas, en conjunto con los controles ingenieriles, lo que permitirán reducir considerablemente la exposición ocupacional de formaldehído, si se trabajan de manera simultánea.

### **5.3 Marco teórico**

El formaldehído es el compuesto químico más simple de los aldehídos que se caracterizan por tener el grupo funcional carbonil ( $C=O$ ) y un enlace con un hidrógeno. Es una sustancia

química que se ha usado desde tiempo atrás a nivel mundial, cuenta con más de cincuenta aplicaciones industriales conocidas, que va desde la industria de manufactura de resinas hasta los laboratorios de patología.

Desde 2006, la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (International Agency for Research on Cancer, IARC) clasifica al formaldehído como carcinógeno en los seres humanos (grupo 1), se trata de procesos industriales, compuestos químicos o grupos de los mismos que son cancerígenos para el hombre.

En 2011, el Programa Nacional de Toxicología (National Toxicology Program), integró al formaldehído como carcinógeno humano conocido en su 12º Informe sobre Carcinógenos. Por estas razones, varias organizaciones internacionales han establecido normas o recomendaciones para el uso y producción de formaldehído; la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), la Conferencia Americana de Higienistas Industriales de Gobierno (ACGIH) y el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH).

En la actualidad, el uso diario de productos comunes que contienen y emiten FA, como son entre otros el periódico, papel, cremas, shampoo y jabones generan bajo nivel de exposición de formaldehído en los consumidores; es decir, ninguna persona está exenta a dicha exposición. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que esta sustancia, se presenta en el ambiente de forma natural, ya que la mayoría de los seres vivos lo producen en pequeñas cantidades como parte de los procesos metabólicos normales.

Sin embargo, esta sustancia es utilizada en mayor proporción en el área de la salud y en las instalaciones de ámbito educativo, para la preservación, preparación y manipulación de cadáveres o muestras de tejido de humanos y/o animales; además, se utiliza en el mantenimiento de morgues, anfiteatros y laboratorios.

Los riesgos que representa esta sustancia química pueden ser tan graves hasta causar la muerte por edema. A bajas concentraciones puede causar irritación ocular, del tracto respiratorio y la piel, tos y disnea. Cuando la exposición es prolongada puede causar dolor de cabeza, palpitaciones, inflamación de las vías respiratorias originando laringitis y bronconeumonía. Exposiciones repetidas a bajas concentraciones ocasiona irritación de las mucosas, dolor de garganta, faringitis, resequedad en la boca, nariz y garganta. Por ingesta puede ocasionar irritación e inflamación de la boca, garganta, esófago, estómago, diarrea, daños en los riñones y el sistema nervioso central, convulsiones, inconsciencia y muerte. Por contacto con la piel puede ocasionar quemaduras. La exposición se presenta principalmente por inhalación del gas o del vapor del formaldehído en el aire o a través de la piel por absorción de líquidos que contienen formaldehído.

La disección en anatomía corresponde a uno de los recursos más antiguos en la formación de médicos, esta técnica se remonta a la época donde la anatomía fue fundamentada sobre la disección de cadáveres. Esta técnica consiste en dividir tejidos orgánicos de una planta, un cadáver, o de un animal para estudiarlas anatómicamente. Los grandes anatomistas de la antigüedad recurrían a la práctica en cadáveres como parte del proceso de enseñanza. En la actualidad estas prácticas siguen vigentes debido a la importancia que tiene para el estudiante conocer en forma real las diferentes estructuras que constituyen el cuerpo humano.

Un anfiteatro se define como una sala diseñada para demostraciones y enseñanzas de anatomía. “Para realizar la preparación de los cadáveres es necesario someterlos a un proceso a base de sustancias químicas como formaldehido y acido fenico entre otras conocido como fijación” (Carballo Carrera, De la Rosa Gálvez, Martinez Cadena, & Sanchez León , 2016) , con el cual se busca conservar los tejidos en el estado más parecido a los procesos orgánicos, evitando la

descomposición y transformación de las sustancias celulares; el fijador más usado es el formaldehído.

Así mismo, la morgue corresponde es el local destinado a recibir y conservar el cadáver de personas fallecidas cuando es necesaria la autopsia judicial o clínica, o cadáveres en espera de inhumación o un eventual traslado a otra institución para realización de autopsia clínica o médico legal (Lozano Méndez, 2009).

En el proceso de autopsia o necropsia, a través de la observación, intervención y análisis de un cadáver, en forma externa y/o interna, se dan evidencias o pruebas físicas relacionadas con la patología, así como las circunstancias conocidas como anteriores o posteriores a la muerte; con el propósito de obtener información para fines científicos o jurídicos. Durante el desarrollo de este proceso los trabajadores se encuentran expuestos a diferentes tipos de sustancias como los fluidos de los cadáveres y las sustancias utilizados para poder proceder con la inhumación del cadáver (Moreno & Devia, 2013).

Por esta razón es de suma importancia brindar un ambiente controlado de trabajo para prevenir la aparición de futuras enfermedades, esto significa cumplir con las normas de bioseguridad o en su defecto implementarlas en los laboratorios de anfiteatro y morgue. La bioseguridad se define según la OMS como un conjunto de normas y medidas para proteger la salud del personal, frente a riesgos biológicos, químicos y físicos a los que está expuesto en el desempeño de sus funciones. El Centro de Control y Prevención de Enfermedades de EEUU, (CDC) detalla 4 niveles de Bioseguridad para el manejo de agentes biológicos; por lo tanto, los laboratorios que desarrollan las tareas con muestras infecciosas deben reconocer el nivel de riesgo al que están expuestos, y por ende reconocer el nivel de bioseguridad a cumplir (Combol, 2013).

Teniendo en cuenta que para el caso de los agentes cancerígenos no existe información científica que garantice exposiciones seguras, lo ideal sería mantener la exposición por debajo de un valor máximo determinado para limitar el riesgo. Los valores límites permitidos varían de acuerdo a las diferentes instituciones como se mencionó anteriormente, sin embargo, de acuerdo al artículo 154 de la resolución 2400 de 1979, en Colombia debemos tener en cuenta el límite de exposición definido por la ACGIH (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979).

Para dar cumplimiento a estos límites mencionado, y prevenir el efecto del riesgo que representan es necesario hacer revisión y mejoras de ser necesario en los sistemas de ventilación y extracción usada en los laboratorios, aplicar el método de prevención que mejor se adapte a los casos encontrados; así mismo dar cumplimiento de las diferentes leyes como la ley 55 de 1993 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo.

Sin embargo, más allá que una revisión y mejora, se busca presentar una propuesta integral la cual tiene como principal fin la protección del personal expuesta por medio de minimizar los niveles que se presentan en su lugar de trabajo.

## **6. Metodología**

Para la realización de la propuesta técnico – económica para la intervención del riesgo por exposición a formaldehído se consultaron diferentes fuentes de información como trabajos de grado relacionado con el tema propuesto, documentos y normativas como el OSHA (Occupational Safety and Health Administration), el NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) y la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

La población objetivo está compuesta por los funcionarios que corresponde a los técnicos que laboran en los laboratorios de anfiteatro y morgue; los docentes que por el componente

práctico de su asignatura deben dirigirse a los laboratorios; por último, los estudiantes de posgrados que realizan su residencia. Dada la contingencia que representa para el país por el COVID-19, no fue posible involucrar a los estudiantes de pregrado ya que se encontraban en presencialidad remota. Esta población está representada por 9 técnicos, 8 profesores y 5 residentes del departamento patología, y 1 técnico, y 5 profesores del departamento de ciencias básicas. La entrevista sociodemográfica fue aplicada con el fin de conocer las características de la población, y así clasificarla según sus factores sociales y demográficos.

Con el estudio de la concentración de FA, se busca conocer el número de partículas en el aire al que se encuentra expuesta la población de estudio y verificar, además, si está dentro de los límites permitidos.

A través de investigaciones y reportes disponibles en diferentes plataformas se busca una guía para obtener posibles opciones de mejoras efectivas, que se adapten a las necesidades de los laboratorios a intervenir y a las falencias encontradas en el análisis realizado a partir de las entrevistas. Todo esto con el fin de construir la propuesta que cumpla con las respectivas y necesidades encontradas, teniendo en cuenta el costo/beneficio que representará para la universidad. Finalmente, dar a conocer los resultados a las directivas y personal interesado e involucrado en dicha propuesta.

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos se realizarán las siguientes actividades con el fin de obtener el respectivo entregable.

**Tabla 2***Metodología del proyecto*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>
<p>Realizar un diagnóstico de las condiciones de trabajo del personal de la facultad de salud de la UIS expuesto a los riesgos asociados al formaldehído, durante la ejecución de sus actividades laborales y académicas.</p>	<p>Realizar una revisión detallada de la literatura sobre las causas y efectos de la exposición al formaldehído, asimismo de las medidas y tratamientos adoptados para contrarrestarlos para de esta manera tener un referente a seguir con el fin de disminuir al máximo el riesgo en las zonas críticas identificadas como son la morgue y anfiteatro de la UIS.</p>
<p><b>Resultado:</b> Diagnóstico de las condiciones laborales actuales en la facultad de salud.</p>	<p>Evaluación y reconocimiento de las condiciones de trabajo dispuestas para el personal educativo y empleados de la facultad de salud de la UIS expuestos a formaldehído por medio de entrevistas semiestructuradas y reconocimiento de la zona a tratar.</p>
<p>Determinar la concentración de formaldehído en las áreas en las que el personal desarrolla sus actividades laborales y académicas.</p>	<p>Realizar valoración por medio del estudio de la concentración real de FA presentes en el lugar de trabajo.</p>

Objetivo	Actividad
<p><b>Resultado:</b> Valoración con los datos de concentración reales que se presentan en el lugar de trabajo.</p>	
<p>Formular una propuesta técnica, orientada a mitigar el impacto negativo de la exposición a formaldehído y de esta manera minimizar el efecto sobre la salud de dicha condición.</p>	<p>Revisar, a través de una revisión de literatura, las posibles soluciones que se le han dado en otras instituciones a las situaciones que se presentan en la facultad.</p>
<p><b>Resultado:</b> Plan de mejoras a realizar en la facultad de salud en el área de anfiteatro y/o patología con el fin de minimizar los riesgos por exposición a formaldehído.</p>	<p>Análisis de los datos recopilados en las entrevistas, para identificar los aspectos que deben ser mejorados según consideración del personal y la literatura investigada. De esta manera se formularán controles de eliminación, sustitución, ingeniería, administrativos y de elementos y equipos de protección personal.</p>
<p>Realizar la evaluación financiera para la implementación de la propuesta técnica, incorporando su relación costo/beneficio en función de la exposición actual al riesgo.</p>	<p>Evaluar financieramente la implementación de la propuesta, incorporando su relación costo/beneficio. Para ello se cotizarán los elementos requeridos la implementación de la propuesta técnica, se contrastará con el costo que implica una</p>

Objetivo	Actividad
<p><b>Resultado:</b> Análisis financiero de la enfermedad por formaldehído en un trabajador implementación del plan, incorporando la para finalmente determinar la conveniencia de relación costo/beneficio.</p>	<p>la inversión.</p>
<p>Socializar ante la facultad de la salud de la UIS y la división de recursos humanos, los resultados obtenidos con el trabajo desarrollado.</p>	<p>Socialización de las propuestas ante la facultad de la salud de la UIS y la división de recursos humanos, los resultados obtenidos con el trabajo desarrollado.</p>

## 7. Resultados esperados

- Diagnóstico de las condiciones laborales actuales en la facultad de salud.
- Valoración con los datos de concentración reales que se presentan en el lugar de trabajo.
- Propuesta técnica de intervención a realizar en la facultad de salud en el área de anfiteatro y/o patología con el fin de minimizar los riesgos por exposición a formaldehído.
- Análisis financiero de la implementación del plan, incorporando la relación costo/beneficio.

## 8. Diagnostico

### 8.1 Metodología del diagnostico

La elaboración del diagnóstico se hizo por medio de la información suministrada por parte de la división de Gestión de Talento Humano de la Universidad Industrial de Santander, las

entrevistas aplicadas a los grupos de estudio y a los técnicos de cada laboratorio (Ver apéndice 2, apéndice 3 y apéndice 4); esto debido a que las visitas a los respectivos laboratorios de Patología y Ciencias Básicas de la Facultad de Salud, considerados en este diagnóstico como las áreas a evaluar, no fueron realizadas dada a la contingencia que se está viviendo actualmente por el Covid-19. Por esta misma razón, fue necesario reducir el grupo de estudio a técnicos, docentes y residentes, ya que los estudiantes de pregrado se encuentran en presencialidad remota, por tal motivo no era posible realizar los estudios necesarios debido a que no se encuentran actualmente en contacto con los laboratorios.

Por lo mencionado anteriormente, se tomó como alternativa, la revisión exhaustiva de la documentación ya existente y actualizada sobre las diferentes evaluaciones e inspecciones realizadas recientemente, tales como:

- El Informe de evaluación ocupacional Formaldehído por lectura directa, elaborado por Henry Mauricio Cepeda Chacón (Profesional ARL Positiva, 2018).
- Informe con recomendaciones para la disminución de concentración de Formaldehído en la Morgue y Anfiteatro – Facultad de Salud elaborado por Ingrid Yised Bayona Ballesteros (Profesional Arl Positiva,2019).
- Las matrices de IPVR 2019 (Ver apéndice 5 y apéndice 6).
- Programa de vigilancia epidemiológica para riesgo químico (PGTH06) (Ver apéndice 7), (MODIFICADO/PUB 04/07/12).
- Protocolo de seguridad química (TTH01) (Ver apéndice 8), (PUB. 10/02/12).
- Protocolo de bioseguridad en laboratorios (TTH02) (Ver apéndice 9) (PUB 05/12/16).

Vale resaltar que los informes realizados por los profesionales de la ARL Positiva no se pueden anexar en la lista de apéndice, debido al contrato de confidencialidad que se firmó al inicio del proyecto.

Adicionalmente, para tener mayor reconocimiento de la realidad de estos laboratorios, fue necesario la ejecución de entrevistas al personal técnico quienes son las personas idóneas para suministrar información veraz y adicional que se requiera. Además de la aplicación de una entrevista sociodemográfica para la identificar el personal que está expuesto.

Como se menciona anteriormente, las áreas a evaluar por medio de este diagnóstico pertenecen a los departamentos de Ciencias Básicas y Patología de la facultad de Salud UIS, en los cuales se identifican como zonas de mayor concentración a formaldehído el anfiteatro y la morgue respectivamente, debido a los diferentes procesos formativos e investigativos de la Facultad, que tienen como fin la preservación, preparación y manipulación de cadáveres o muestras de tejido de humanos; además, de utilizarse también para el mantenimiento de dichos laboratorios. A continuación, se presenta la tabla 3 con la información general de cada uno de los laboratorios.

**Tabla 3**

*Información general.*

	<b>Anfiteatro</b>	<b>Morgue</b>
<b>Actividades que se desarrollan</b>	Se desarrolla el componente práctico de algunas asignaturas en la carrera de medicina, enfermería, fisioterapia, nutrición, microbiología, y bioanálisis;	Se realizan autopsias, biopsias y citologías para determinar causas de muerte o diagnosticar enfermedades a los pacientes del hospital. (Cuenta

	<b>Anfiteatro</b>	<b>Morgue</b>
	conservación de muestras con acceso directo al Hospital anatomopatológicas y conservación de cadáveres.	Universitario de Santander).
<b>Personal</b>	Cuenta con un técnico encargado del mantenimiento y de la manipulación de los cadáveres con los cuales se realizan los estudios y 5 docentes que se dedican a la orientación de las clases.	Cuenta con 7 técnicos, 4 residentes y 6 profesores encargados de dirigir el componente practico en esta área.
<b>Personal entrevistado</b>	Se entrevistó un técnico y 3 docentes.	Se entrevistó 3 técnicos, 3 profesores y 4 residentes.

## 8.2 Desarrollo del diagnostico

Gracias a los datos suministrados por la división de Gestión de Talento Humano UIS y a la información recolectada, se desarrolló el diagnóstico en dos secciones: Anfiteatro y Morgue

### 8.2.1 Anfiteatro

El anfiteatro está dedicado a realizar disecciones anatómicas establecidas en los programas que requieran prácticas de anatomía macroscópica; está dividido en cuatro áreas: sala de conservación de cadáveres, sala de depósito de reactivos, sala de preparación de cadáveres y la sala de piletas.

- **Sala conservación de cadáveres.** Es la sala en donde se conservan los 14 cadáveres que dispone la universidad para el desarrollo de las prácticas de disección en las diferentes carreras de pregrado. Esta sala dispone de 4 lavamanos, un lavajojos, un sistema de

ventilación/extracción de aire, 12 camillas donde se acomodan los cadáveres, en las cuales dos de la totalidad de camillas se acomodan cuatro cadáveres, 3 camillas adicionales que son usadas por el docente en su componente práctico, suficientes sillas para el estudiantado y un tablero acrílico. Esta sala, además cuenta con dos tipos de ventanas, las ventanas que siempre permanecen cerradas que dan con la parte exterior del anfiteatro y las ventanas que se mantienen abiertas que dan con la parte interior del anfiteatro.

- **Sala depósito de reactivos:** Es la sala en donde se guardan los reactivos utilizados en el anfiteatro (formaldehído, alcohol y glicerina). Estos se almacenan en bidones de colores de 55 galones o 208 litros para permitir su fácil identificación; el formaldehído se almacena en bidones de plástico de color azul, el alcohol en bidones metálicos de color blanco y la glicerina en bidones metálicos de color verde. Cada uno de los bidones se encuentran respectivamente tapados, pero se identifica que las condiciones en la que se encuentra, en especial los bidones de alcohol no son las más idóneas, se ve un claro deterioro del material (corrosión) causado por el tiempo y la humedad del lugar. Por otro lado, el técnico a través de la entrevista comenta que cada 4 años se ordenan nuevos bidones, a lo que se concluye que el uso del formaldehído perdura a través de los meses.
- **Sala de preparación de cadáveres:** Esta sala es el área en donde se preparan a los cadáveres para ingresar al anfiteatro, en otras palabras, es el lugar en donde se hace el bañado de los cuerpos y de las muestras. Esta sala conecta internamente con el anfiteatro, pero también cuenta con una entrada independiente. Dentro de esta área se tiene una nevera donde se guardan todas las muestras especiales para investigación, una máquina de corte, un lavamanos, un lavaojos, una ducha de emergencia, un compresor y dos camillas en donde se hacen los baños a los cadáveres. Adicionalmente, esta es la sala donde se

depositan órganos como: corazones, pulmones, hígados, laringes, cerebros (con diversos cortes), aparatos reproductivos, riñones y diversos fetos de diferentes tamaños. Todas las muestras anteriormente mencionadas están debidamente almacenadas según la resolución 0042 de 2008 donde se estipula que deben estar en recipientes rojos de aproximadamente 15 litros de capacidad. Estos recipientes están en agua al 10% de formaldehído y según el personal, este contenido se cambia semestralmente.

- **Sala de piletas:** Es el área que conecta la sala de conservación con la sala de preparación de cadáveres. Actualmente esta área no tiene un uso específico, solo contiene las pocetas que se usaba anteriormente para conservar los cadáveres, cuando era más frecuente la entrada de estos. También concentra el cuarto de aseo del anfiteatro y es donde se encuentra el manejo de control del sistema de ventilación/extracción de aire.

A continuación, se muestran las salas mencionadas anteriormente:

**Figura 2***Anfiteatro.*

Nota: a) Sala de conservación de cadáveres; b) Sala de piletas; c) Sala de preparación de cadáveres; d) Sala de depósito de reactivos.

**8.2.1.1 Identificación de las características generales.**

a) *Características del entorno de trabajo.* El departamento de Ciencias Básicas está conformado por cinco dependencias: Neurociencias, Bioquímica, Fisiología, Morfofisiología e Histología. El anfiteatro corresponde a la dependencia de morfofisiología que se encuentra en el

primer piso de la facultad de salud. Además del anfiteatro, el laboratorio de morfofisiología está compuesto por la oficina del técnico, un salón de clases con capacidad de 60 estudiantes, un salón de clases virtuales, la sala de profesores, batería de baños para estudiantes, un museo de muestras óseas. (Figura 2. Anfiteatro),

El anfiteatro cuenta con un sistema de ventilación y extracción que recorre cada una de las salas que lo conforman, solo se enciende cuando hay ingreso del personal al área, lo que permite la acumulación de formaldehído proveniente de las muestras de tejidos y del almacenamiento del químico cuando no se hace uso del laboratorio. Adicionalmente, el personal expresa la falta de mantenimiento preventivo, debido a que este sistema solo es sometido a este si presenta falla, es decir, el mantenimiento del sistema es de forma correctiva.

**b) Descripción general de tareas.** El Anfiteatro cuenta con 14 cadáveres destinados a investigación y/o estudio, los cuales corresponden a personas que fallecieron y fueron abandonados por sus familiares; después de un tiempo indefinido en el cual se intenta localizar a su familia, son reportados por el ministerio de salud a las universidades que se dedican a la investigación y/o docencia en cuerpos humanos. La universidad los adquiere por medio de un conducto regular; luego de haber pasado estos meses congelados para evitar su descomposición son sometidos a un proceso de limpieza de fluidos que se lleva a cabo en la sala de preparación de cadáveres. A través de una incisión en la carótida, se inyecta a presión una sustancia compuesta por formaldehído, alcohol, glicerina, y otras sustancias con ayuda de un compresor, el cual busca drenar todos los fluidos que aun contenga el cadáver, como sangre, orina y heces. Este proceso puede durar de 2 a 5 horas; reconociendo que se ha terminado por la aparición de ampollas en el cuerpo del cadáver. Este proceso debe repetirse cada ocho días durante dos sesiones adicionales.

Posteriormente se retira la piel del cadáver, excepto la de sus huellas, ya que es el método de identificación del mismo, el cerebro también es retirado debido a su rápido deterioro. Después de lo descrito anteriormente, el cadáver debe ser dejado durante 2 o 3 meses para que el cuerpo elimine el exceso de líquido inyectado y sea apto para remitirse a la sala de conservación de cadáveres donde puede durar por más de 10 años con el correcto mantenimiento a base de alcohol, glicerina y FA que se debe hacer cada 2 semanas.

Al no contar con cadáveres femeninos, las muestras de estos como aparato reproductor femenino y un útero con un feto, son almacenados en baldes conservados con formaldehído al 10%. Estas muestras, al igual que los cerebros se encuentran en la sala de preparación debidamente almacenados según la resolución 0042 de 2008 donde se estipula que deben estar en recipientes rojos de aproximadamente 15 litros de capacidad.

El formol usado en los procesos anteriormente mencionados llega al laboratorio en envases cuya capacidad supera los 20 galones, esto dificulta la extracción de las cantidades que se usan en las actividades diarias, obligando al personal técnico a usar métodos empíricos para su extracción, como el del transvase manual realizado por medio de herramientas que no son las más idóneas para esta tarea, e incluso obligando a usar la ayuda de terceros.

Por otro lado, para el éxito de las clases de pregrado, el personal técnico debe apartar las diferentes muestras previamente solicitadas por el docente, las cuales serán usadas para el estudio y aprendizaje de los estudiantes. El técnico con una semana de anticipación debe dejar en agua las muestras u/o tejidos para que liberaren gran proporción del contenido de formaldehído. En el ingreso de los estudiantes a sus respectivas clases, se les exige cumplir con las normas de bioseguridad pactadas por la universidad, tales como el uso de zapato cerrados, medias, pantalón sin huecos y cómodo, uso de bata, guantes, tapabocas y gorro.

### 8.2.2 *Morgue*

La morgue pertenece al departamento de patología, este se encarga de realizar estudios a las biopsias y citologías provenientes del hospital universitario y de pueblos cercano, así mismo se recibe cadáveres de muerte natural; es responsable también de conservar y entregar cadáveres cuando es necesaria la autopsia y de obtener biopsias cuando es necesario realizar un estudio para determinar la causa de muerte. Este espacio también es utilizado por los estudiantes de medicina para recibir algunas de sus clases.

El departamento de patología cuenta además con dos laboratorios, macroprocesos y microprocesos que se explican a continuación.

- **Macroprocesos:** Es el laboratorio donde se realiza el procesamiento de material quirúrgico proveniente de biopsias, citologías y las muestras tomadas en el proceso de necropsia.
- **Microprocesos:** Es el laboratorio donde se estudian las muestras enviadas de macroprocesos; cuenta con nevera, balanza, microtomos donde se realizan los cortes de los tejidos, un instrumento utilizado para el baño maría que se requiere en el proceso, lavamanos en donde se hacen coloraciones especiales, un horno, un procesador de tejidos, una batería para la coloración de rutina de hematoxilina-eosina, y una zona de inclusión de tejidos. La mayoría de estas máquinas como el horno, la nevera y los procesadores, emiten calor generando un ambiente caluroso e incómodo para el desarrollo de sus labores.

#### **8.2.2.1 Identificación de las características generales en los lugares a intervenir.**

*a) Características del entorno de trabajo.* El laboratorio de macroproceso está ubicado en el primer piso de la facultad de salud, en el segundo piso se encuentra el laboratorio de

microproceso junto con los patólogos y los residentes quienes son los encargados leer las muestras y las secretarias encargadas de subir la información al sistema; en el tercer piso se encuentra el laboratorio de microscopia para uso académico e investigativo de los estudiantes de bacteriología.

El Hospital Universitario de Santander es el encargado de suministrar el formaldehido que se usa en esta área, el suministro se lleva a cabo semanalmente, donde se entrega de 2 a 3 garrafas plásticas de 4 litros al 10% de concentración; y es almacenado en el laboratorio de macroprocesos (Figura 2. Morgue).

### Figura 3

#### *Morgue*



Nota: a) Microprocesos; b) Macroprocesos; c) Recipiente donde se almacenan las muestras; d) Almacenamiento de formaldehido.

Los laboratorios de macroproceso y microproceso cuentan un sistema de ventilación y extracción que en estos momentos se encuentra en arreglo, ya que no tiene la capacidad suficiente para mantener los niveles permitidos de vapor de sustancias nocivas y es generador de molestos ruidos. La morgue también cuenta con un sistema de ventilación y extracción, pero sin los filtros adecuados para limpiar el aire que es expulsado al ambiente.

***b) Descripción general de las tareas.*** En el laboratorio de patología se reciben biopsias y citologías que fueron tomadas en el hospital universitario o en la morgue, las muestras pueden ser de ginecología, ortopedia, gastroenterología, entre otras.

Estas muestras llegan sumergidas en formol al 10% y son recibidas por un técnico en el laboratorio de macroprocesos, allí el encargado les asigna un número; el patólogo o residente de turno las corta en fragmentos de 1 o 2 cm y realiza una descripción de lo que observa, se colocan en capsulas con su respectivo número de identificación, y finalmente el técnico las entrega al laboratorio de microprocesos.

Una vez son recibidas, se llevan al procesador de tejido programable, este tiene recipientes con formol, alcohol, y xilol; posteriormente un técnico realiza la inclusión de los tejidos en parafina liquida, luego en el microtomo se realizan cortes de 3 a 4 micras, se someten a baño maría, y se ponen en láminas de vidrio. Con el fin de derretir la parafina y que el tejido quede pegado a la lámina, son llevadas al horno por 30 minutos para poder realizar la coloración especial o la rutinaria que es realizada con hematoxilina eosina. Enseguida las láminas con el tejido se montan, es decir se les coloca una lámina con un pegante, y se entregan al patólogo o estudiantes para que haga el diagnostico correspondiente.

Por otro lado, en la morgue se realizan autopsias a personas que fallecieron por muerte natural en el hospital o en sus casas. Allí un residente de turno y un auxiliar del hospital realizan la respectiva necropsia. Cuando se requiere realizar biopsia, se extrae la muestra del cadáver y se sumerge en formol para realizar todo el proceso que se lleva a cabo en los laboratorios de macroproceso y microproceso que ha sido anteriormente mencionado.

### ***8.2.3 Procesos y actividades que generan riesgo a Formaldehído***

Una vez definido el entorno de trabajo y las diferentes tareas que se realizan en el anfiteatro y la morgue, se evidencia que los trabajadores están en constante exposición a formaldehído, la cual varía de acuerdo a factores como el tipo de tarea que se realiza, el área donde se debe realizar, pero principalmente el tiempo que se tarda realizando aquellas actividades que requieren la manipulación del químico.

Pese a que algunos trabajadores están expuestos a concentraciones moderadas, estas también pueden llegar a afectar su salud al largo plazo, por lo cual es importante identificar, evaluar, monitorear y controlar los niveles de exposición en todas las actividades que representen un riesgo en la salud del trabajador.

Por este motivo es fundamental la identificación de peligros y la valoración de riesgos (IPVR), que tiene como propósito general entender los peligros que se pueden generar en el desarrollo de las actividades, con el fin de que la organización pueda establecer los controles necesarios, al punto de asegurar que cualquier riesgo sea intervenido y controlado.

Para evaluar los riesgos en el anfiteatro y la morgue de la UIS, la división de Seguridad y Salud en el Trabajo desarrolló la Matriz de Riesgos IPVR 2019 (Ver apéndice 10), por medio de la cual se evalúa el riesgo en cuatro niveles; a continuación se presenta la información:

**Tabla 4***Riesgo químico por exposición a formaldehído (IPVR 2019).*

Ubicación	Actividad	Tarea	Nivel	Aceptabilidad del riesgo
<b>Laboratorio de Macroprocesos</b>	Desarrollo de prácticas de docencia y prestación de servicios.	Extracción y preparación de muestra histológicas de macroprocesos.	III	Aceptable con control específico.
		Preparación y análisis de pruebas macroprocesos a través de histotecnología.	II	Aceptable
<b>Morgue (Primer Piso HUS)</b>	Desarrollo de prácticas de docencia y prestación de servicios.	Desarrollo de procesos de Autopsia.	II	Aceptable
<b>Anfiteatro (Primer Piso Edificio de Morfopatología).</b>	Desarrollo de prácticas de docencia y prestación de servicios.	Preparación de cadáveres para su conservación y manipulación- disecciones anatómicas- con fines académicos.	II	Aceptable con control específico.

Con la tabla 4 se identifica las actividades que están generando riesgo a la salud del personal que labora en las áreas mencionadas; aunque todos los riesgos sean aceptables, se requiere la implementación de controles que minimicen los niveles de exposición y que garanticen que no ocasionaran efectos en la salud de los empleados.

A partir de la información anterior (Tabla 4. Riesgo químico por exposición a formaldehído (IPVR 2019) y la medición realizada por parte la ARL POSITIVA en el año 2018, se pueden determinar las siguientes actividades como generadoras de riesgo teniendo en cuenta la jornada laboral y las horas que los trabajadores están expuestos durante la misma. ( Cepeda Chacon, 2018):

**Tabla 5**

*Actividades donde se presenta exposición a formaldehído*

Área	Sub Área	Puesto de trabajo	Actividad	Jornada laboral (Horas)	Tiempo de exposición (Horas)
Dpto. Patología	Morgue	Transvase de Formaldehído	Transvases y preparación de Formaldehído.	8	1
Dpto. Patología	Morgue	Salón de Procesamiento Macro	Procesamiento de material quirúrgico (órganos humanos provenientes de cirugía).	8	8
Dpto. Ciencias Básicas	Sala de preparación de muestras (Anfiteatro)	Entre dos mesas metálicas	Mantenimiento de órganos.	8	0.5

---

Dpto.	Sala de	Depósito de	Almacenamiento de	8	0.2
Ciencias Básicas	preparación de muestras (Anfiteatro)	reactivos	agentes químicos.		

---

De las actividades plasmadas en la tabla 5 cabe resaltar el procesamiento de material quirúrgico llevado a cabo en el departamento de patología, pues el trabajador se expone durante 100% de la jornada, ya que la actividad desarrollada en esta área es el tratamiento de las muestras tomadas de las necropsias para su posterior estudio y análisis, las cuales deben ser conservadas en formaldehído; este proceso es realizado diariamente.

Durante la necropsia que se realiza en la morgue se extraen los órganos que deben ser estudiados, los cuales se conservan en formaldehído en recipientes rojos con tapa negra en el laboratorio de procesamiento de material quirúrgico, así mismo los cortes que serán llevados a estudio son conservados en formol. La pieza debe ser conservada hasta que se obtengan los resultados.

En el desarrollo de las actividades diarias que se llevan a cabo en estos laboratorios se generan residuos de formaldehído, como por ejemplo el que ya fue usado como conservante de determinada pieza; es decir que una vez se obtienen los resultados deseados de los estudios, la pieza es desechada, al igual que el formol en el que se encontraba sumergida. Estos residuos son considerados peligrosos ya que corresponden a un químico inflamable, tóxico, y que es considerado cancerígeno, lo cual significa que representan un peligro químico y biológico para la comunidad y el medio ambiente.

Desafortunadamente, el departamento de patología carece de un protocolo de disposición final para este tipo de residuos, por tal razón el formaldehído es desechado en los desagües de los lavamanos del laboratorio; generando contaminación a las fuentes hídricas.

Adicionalmente, en la actividad de transvase que se realiza en el departamento de ciencias básicas, se ha encontrado irregularidades en el método utilizado, ya que representan riesgo por salpicaduras, contacto directo con el químico, y derrames, entre otros.

Debido al volumen en que es adquirido el formol, el encargado del área tiene la necesidad de realizar transvase a un recipiente con menor capacidad. Para este proceso se usa una manguera plástica de aproximadamente un metro de longitud, la cual se llena de agua, y tapando sus extremos con los dedos para evitar que el agua se salga, se introduce uno de los extremos en el tambor con formaldehído para que por medio de la gravedad el químico comience a transportarse hasta el otro envase que corresponde a una pimpina plástica de 5 galones.

Durante este proceso el trabajador tiene salpicaduras y contacto directo con el químico al momento de introducir la manguera dentro del tambor, ya que lo debe hacer muy rápido para que agua haga fluir el químico. además, existe el riesgo de ocasionar un derrame si el trabajador no ha introducido el otro extremo en la pimpina o si se cae durante el transvase.

Teniendo en cuenta que la manguera tiene un metro de longitud, del cual aproximadamente 20 centímetros son introducidos en la caneca, y el restante está en el exterior transportando el líquido, la caneca mide 88 centímetros de altura; se llega a un punto de consumo donde la longitud de la manguera no es suficiente para extraer el químico; en dicho caso se requiere de la ayuda de otra persona para inclinar la caneca y depositar el químico en un balde, el cual será transvasado en la pimpina con ayuda de un embudo, este proceso debe realizarse aproximadamente 3 veces hasta

completar los 5 galones de la pimpina. Durante este proceso no solo existe el riesgo de un gran derrame, salpicaduras, lesiones por exceso de fuerza; sino que la persona que brinda su ayuda no está capacitada para el uso del formaldehído, y pese al uso de los elementos de protección personal las dos personas se encuentran expuestas a los vapores del formol en una mayor concentración.

Una vez transvasado el formaldehído en la pimpina de 5 galones se almacena en la sala de muestras donde se dispone para uso diario; sin embargo se ha notado que con el paso del tiempo el formaldehído deteriora el plástico de la pimpina, por lo cual se comienzan a observar fisuras en la parte inferior de la pimpina y de los demás envases donde se almacenan muestras, lo cual genera pequeñas fugas de formaldehído, las cuales generalmente se detectadas por el fuerte olor que percibe al ingresar a la sala de muestras.

Todos los procesos que se llevan a cabo en el anfiteatro y la morgue son generadores de residuos, tales como los elementos usados en los procesos, los químicos, los empaques de dichos químicos, ente otros; los cuales son considerados residuos peligrosos ya que han sido contaminados por un químico inflamable, toxico, y que es considerado cancerígeno. Estos residuos se pueden clasificar como biosanitarios que son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos; cortopunzantes que son aquellos que por sus características punzantes o cortantes pueden dar origen a un accidente percutáneo infeccioso; anatomopatológicos los cuales son provenientes de restos humanos, muestras para análisis, incluyendo biopsias, tejidos orgánicos amputados, partes y fluidos corporales; y los residuos químicos son los restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con éstos.

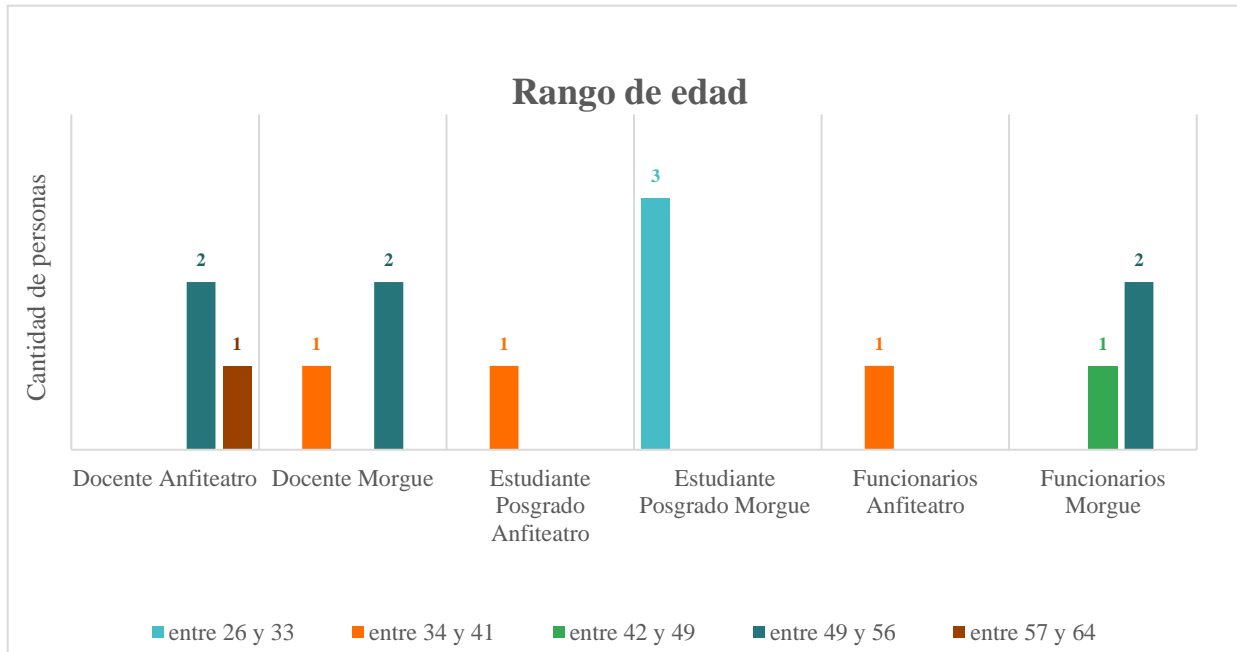
La recolección y disposición final de los residuos peligrosos es de gran importancia, pues como su nombre lo indica representan un peligro para la comunidad y el medio ambiente que pueda llegar a tener contacto con los mismos. Es por esto que se debe dar cumplimiento a los establecido en los diferentes decretos del ministerio de salud nacional.

### **8.3 Análisis del diagnóstico**

A través de la entrevista sociodemográfica que se aplicó en los diferentes grupos de estudio a evaluar: técnicos, docentes y residentes, se busca identificar y reconocer el personal que está expuesto a formaldehído en el anfiteatro y la morgue (Ver apéndice 4. Entrevista).

En el anfiteatro la entrevista fue aplicada a 3 docentes, 1 técnico y 1 estudiante de posgrado (residente). En primera medida, se encontró que la población de estudio en el anfiteatro en su totalidad es masculina. Así mismo, el rango de edades de los trabajadores del área comprende entre los 34 y 64 años. Por otro lado, en la morgue la entrevista fue aplicada a 3 docentes, 3 funcionarios y 3 residentes, de los cuales solo fue entrevistada una mujer. Los rangos de edades en este grupo de estudio están desde los 26 hasta los 56 años.

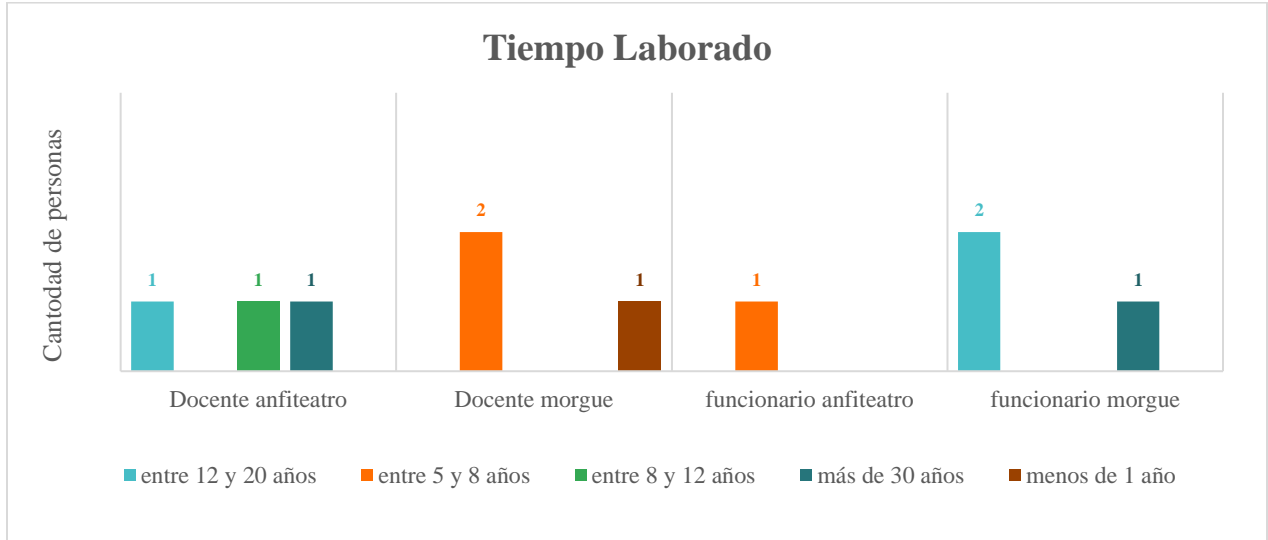
De la figura 4 se puede identificar que los docentes son los que tienen mayor edad en el anfiteatro (2 docentes de 49 a 56 años y 1 de 57 a 64 años). En la morgue, 2 docentes y 2 técnicos tienen entre 49 y 56 años, siendo los de mayor edad en este departamento. Se puede concluir que la persona con mayor edad es un docente del anfiteatro, por lo que se identifica como el personal con más riesgo de presentar cáncer nasofaríngeo por exposición al formaldehído según la IARC. Es decir, posiblemente lleve una larga carrera ejerciendo su cargo en el laboratorio, como se muestra a continuación.

**Figura 4***Rango de edad*

En concordancia con lo dicho anteriormente, la figura 5 y 6 muestra que los trabajadores más antiguos (más de 30 años) son: un docente del anfiteatro y un funcionario de la morgue que se encuentran entre 49 y 64 años. Lo que a su vez representa como se mencionó anteriormente un mayor riesgo de padecer alguna enfermedad derivada del uso del formaldehído por factores determinísticos como la edad y el tiempo desempeñando el cargo.

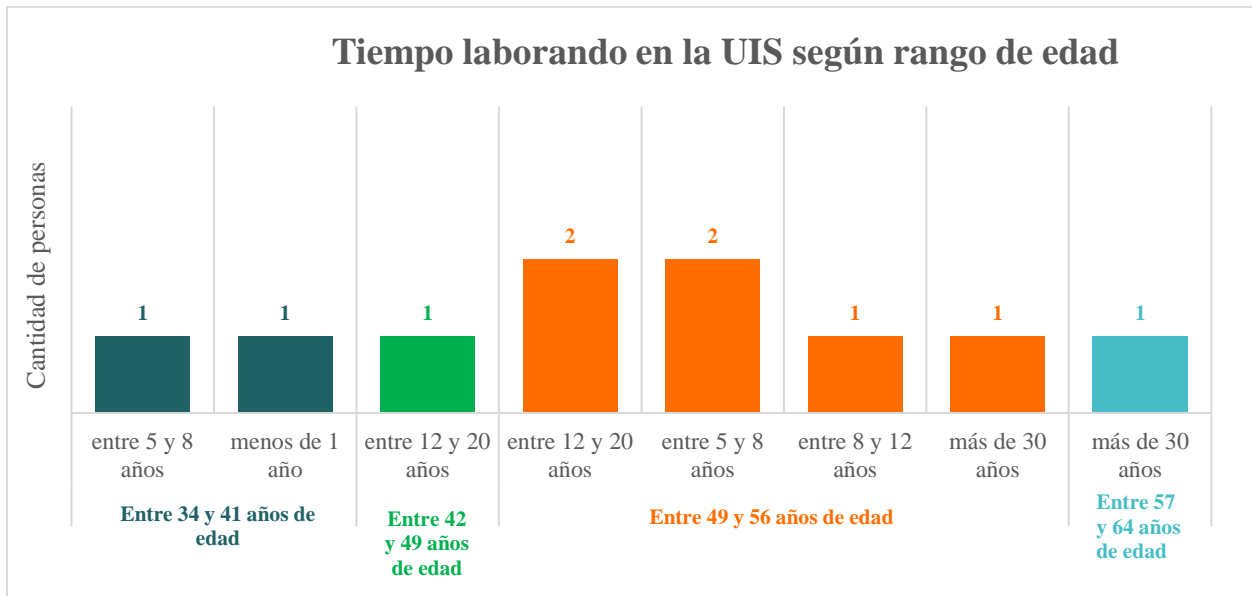
**Figura 5**

*Tiempo laborando en la UIS*



**Figura 6**

*Tiempo laborando en la UIS según rango de edad*

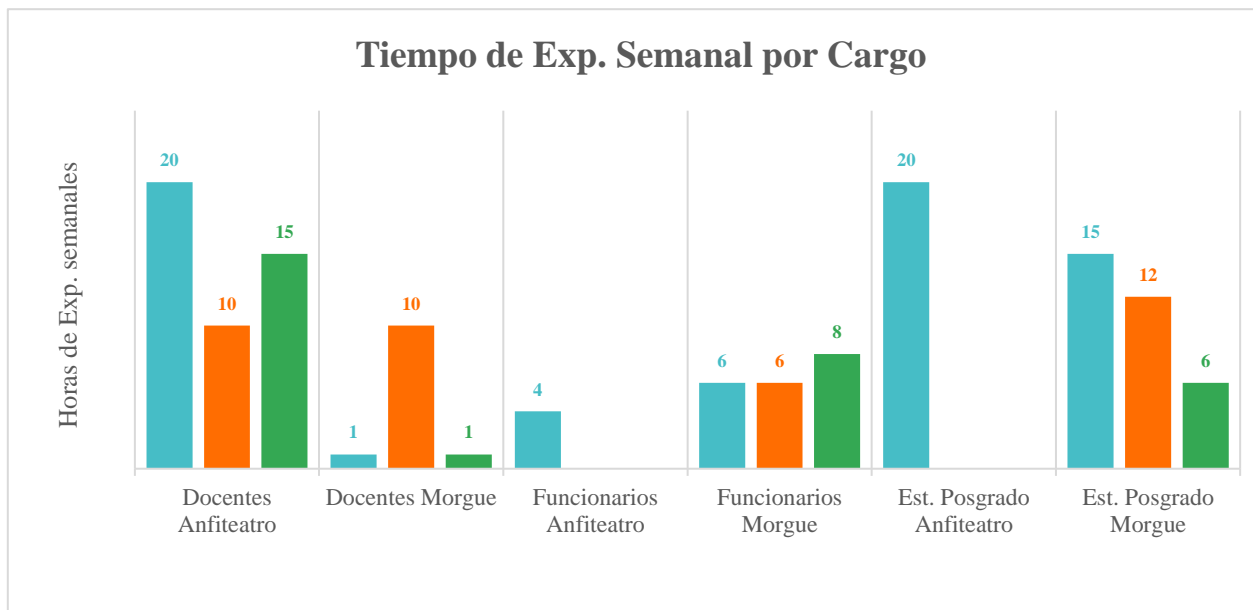


Adicionalmente, de la figura 7 se puede obtener que en promedio todo el personal del anfiteatro está en contacto con el formaldehído 13,8 horas a la semana, entre los que se destaca un docente y un estudiante de posgrado, los cuales tiene contacto de 20 horas semanales. Teniendo en cuenta que la semana consta de 5 días laborales, se promedia un tiempo de exposición de 3 horas aproximadamente, tiempo que según las normas y las organizaciones internacionales supera el límite de exposición y dado que se desconoce la concentración de la sustancia a la que el personal hace uso en dicho tiempo, se supone un riesgo alto para la salud de los trabajadores.

Por otro lado, en cuanto a la morgue, el cargo que presenta mayor tiempo de exposición son los residentes con un promedio de 11 horas semanal. A continuación, se encuentra una gráfica de los datos que se acaban de mencionar.

**Figura 7**

*Horas de exposición semanales por rango de edad*



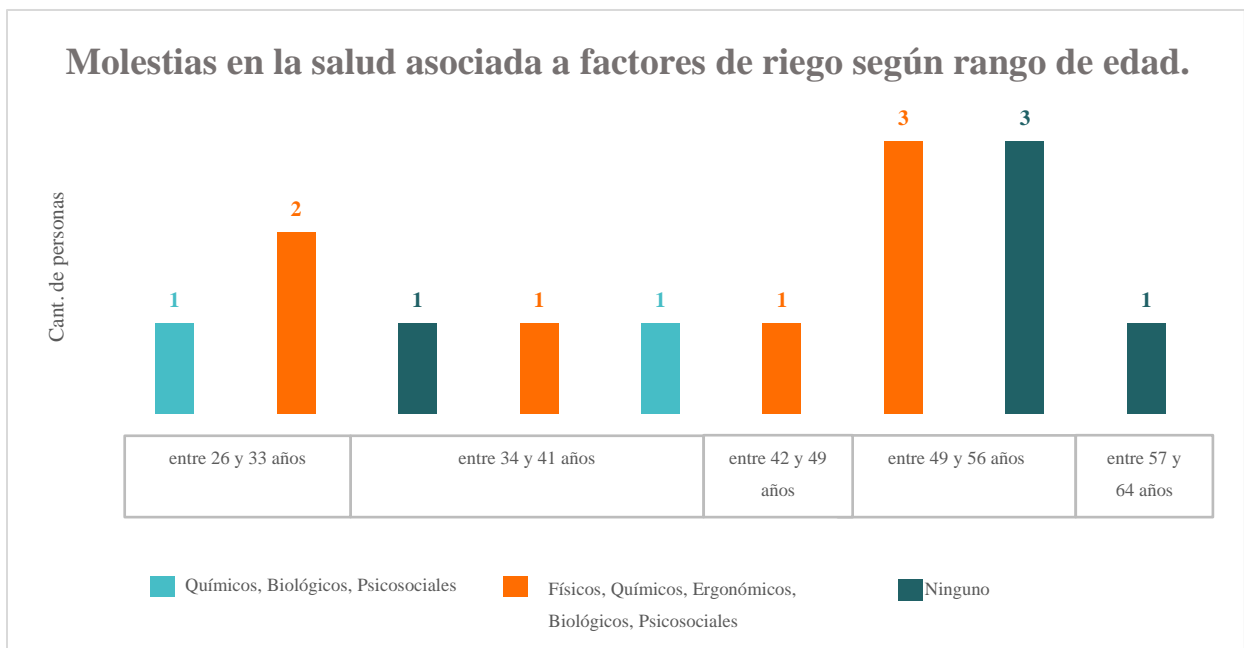
Finalmente, en la figura 7 se observa que los docentes del anfiteatro y los residentes de los dos departamentos tienen mayor riesgo de exposición que el grupo de funcionarios, sin embargo, estos últimos son los que más afectaciones han presentado en su salud. Actualmente se tiene conocimiento de dos casos de invalidez por enfermedad laboral derivada de la exposición a formaldehído en dos técnicos.

Con la figura 8 se pretende analizar qué tipo de molestias ha presentado los entrevistados, donde podemos observar que la mayoría manifiesta haber presentado síntomas desde que desarrolla su cargo.

Por otro lado, es importante ver la relación existente entre la edad y las afectaciones en la salud que han presentado durante su tiempo laboral. Para realizar este análisis de la sintomatología identificada respecto el rango de edad de la persona, se realiza la siguiente grafica.

**Figura 8**

Molestias en la salud asociada a factores de riesgo según rango de edad.



La figura 8 muestra las molestias asociadas a factores como los siguientes:

**Tabla 6**

*Molestias en la salud asociadas a factores de riesgo.*

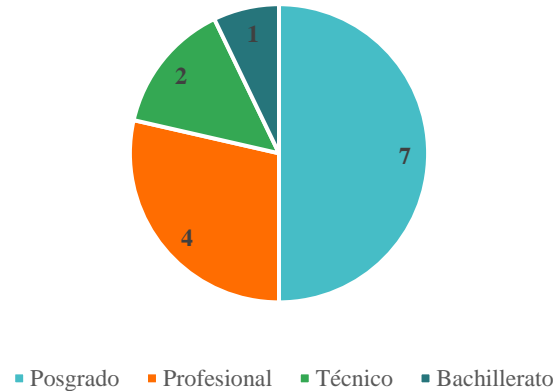
<b>Molestias en la salud asociadas a factores:</b>	
<b>Físicos</b>	Ruidos, Vibraciones, Radiaciones, Temperaturas, Iluminación, Polvo.
<b>Químicos</b>	Vapores, Líquidos, sustancias tóxicas e inflamables.
<b>Biológicos</b>	Alergias, Bacterias, Hongos, Virus.
<b>Ergonómicos</b>	Malas posiciones, Herramientas de trabajo inadecuadas.
<b>Psicosociales</b>	Stress, Fatiga mental, Pánico, Malas relaciones laborales.

De acuerdo con lo anterior, la figura 8 muestra que los rangos de 26 a 56 años presentan afectaciones en su salud por factores Físicos, Químicos, Biológicos, Ergonómicos y Psicosociales. Los más jóvenes (rango 26 a 33 años) se observa que presentan sintomatologías asociadas a menos factores como Físicos, Químicos y Ergonómicos. Y finalmente del total de entrevistados, solo 5 personas no sienten ninguna afectación en su salud, una de estas personas se encuentra en el rango de edad más adulta (57 a 64 años).

Por otro lado, el nivel de escolaridad de la mayoría de entrevistados (figura 9) corresponde a personal profesional y posgrado, a excepción del personal técnico.

**Figura 9**

*Nivel de escolaridad.*

**Número de personas por su nivel de escolaridad certificada**

Adicionalmente se recolecto información por medio entrevistas al personal que labora en las áreas, se sabe que el anfiteatro usa el sistema de ventilación por dilución y el sistema de extracción localizada, es decir cuenta con un sistema mixto, el cual está en funcionamiento hace más de 15 años. Desde entonces, es sometido a mantenimientos cada semestre por parte de la División de Mantenimiento Tecnológico UIS, gracias a las solicitudes que realiza el técnico encargado del anfiteatro, el cual afirma que estas no son ejecutadas a tiempo, permitiendo el deterioro de los equipos y generando riesgo en la salud del personal que labora en el área.

El correcto funcionamiento de estos sistemas es fundamental ya que garantiza que los trabajadores mantengan condiciones seguras y saludables reduciendo o eliminando los contaminantes ambientales generados en el lugar de trabajo. Sin embargo, actualmente el sistema de ventilación y extracción del anfiteatro no se encuentra en las condiciones ideales para laborar, esto debido a que dichos sistemas no cuentan con un filtro que restrinja la expulsión de aire

contaminado con la sustancia química al ambiente, una vez realizada la extracción, que es lo que está sucediendo actualmente, el aire expulsado por el sistema al ambiente está contaminado aún por formaldehído, lo que pone en riesgo la salud de más personal en la UIS. Adicionalmente se encuentra la necesidad de un motor más potente que permita extraer aire contaminado con mayor eficiencia o la reinstalación de las campanas extractoras, estas se encuentran a gran altura haciendo al motor insuficiente.

En los laboratorios del departamento de patología (macroprocesos o procesamiento de material quirúrgico y microprocesos) se cuenta con un sistema de ventilación y extracción que se encuentra fuera de servicio; así mismo el sistema de la morgue, al igual que el del anfiteatro, se encuentra sin filtros, permitiendo que el aire salga contaminado al medio ambiente.

En cuanto al uso de los EPP's para la exposición de formaldehído, la universidad anteriormente suministraba los equipos cada año, ahora este suministro se realiza cada trimestre dado la contingencia del covid-19. Junto los equipos que se suministran se encuentra una máscara cara completa con filtros para formaldehído, delantal largo, botas plásticas, guates de nitrilo y guantes gruesos hasta los codos, a continuación, se muestra alguno de estos.

**Figura 10**

*Uso de los EPPs para riesgo a formaldehido*

**8.4 Aspectos relevantes identificados en el diagnóstico**

Con base en el diagnóstico realizado en los laboratorios de los departamentos de Ciencias Básicas y Patología, se pueden resaltar aspectos que se consideran relevantes en cuanto a falencias encontradas en los mismos. (Ver tabla 7.)

**Tabla 7***Aspectos importantes*

<b>Anfiteatro</b>	<b>Morgue</b>
El sistema de ventilación y extracción no cuenta con la capacidad necesaria para mantener condiciones laborales aceptables que protejan la salud del trabajador.	Extractor ruidoso y de capacidad inferior a la requerida en el laboratorio de macroprocesos, por tal motivo genera incomodidad y posible riesgo por hipoacusia; adicional a que continua latente el riesgo por los vapores de las sustancias que allí utilizan como el xilol y el formaldehído.
No hay seguimiento ni controles de mantenimiento en el sistema de ventilación/extracción del anfiteatro, este sistema solo es sometido a mantenimiento una vez presente falla o de otra forma, no funcionan correctamente, lo que permite que el personal este expuesto a sustancias químicas cuando no se pueda hacer uso de este por presentar fallas.	Las máquinas que allí utilizan emiten calor, generando ambiente laboral muy caluroso, recalcando la necesidad de mejorar el sistema de inyección/extracción.
No existe un procedimiento adecuado y seguro para el transvase del formaldehido en pequeños recipientes para su uso diario,	Existencia de laringitis crónica confirmada como enfermedad laboral, lo cual significa una alerta para generar controles preventivos

<b>Anfiteatro</b>	<b>Morgue</b>
obligando al personal técnico a buscar estrategias empíricas.	evitando así la afección en la salud de los trabajadores.
<p>A pesar de la existencia del lineamiento para el manejo de derrames (Ver apéndice 11), donde se establece el conducto a seguir para atender de forma segura cualquier derrame de formaldehído que se presente, no existen <i>los kits de contención de derrames</i> que el personal pueda dar uso en caso de un accidente, esta es una herramienta necesaria en esta área por la alta presencia de accidentalidad. Estos kits permiten mitigar el riesgo que se pueda generar en una eventualidad sobre las personas, las instalaciones y el ambiente.</p>	<p>Los residuos generados por el uso del formaldehído en las diferentes actividades, es depositado en los desagües, contaminando el medio ambiente.</p>
<p>No se realizan monitoreos continuos a los niveles de exposición para corroborar que se esté cumpliendo con los límites permisibles, y así evitar afectaciones en la salud de los trabajadores. Los EPP's que suministra la Universidad Industrial de Santander son los idóneos para el riesgo al que están expuestos.</p>	

## 9. Análisis de la exposición a formaldehído a partir del estudio realizado por parte de la ARL POSITIVA

La medición realizada por parte de la ARL POSITIVA se realizó por medio de la determinación de solventes por lectura directa, en la cual se usó un Monitor de Lectura directa de Solventes Volátiles, marca QRAE, modelo MultiRAE, serie MBB3Z133QC.

El procedimiento de medición se llevó a cabo en los puestos de trabajo y áreas identificadas como riesgosas ya que presentan exposición (Tabla 5. Actividades donde se presenta exposición a formaldehído).

Una vez realizados los cálculos pertinentes de los datos obtenidos en la medición, se clasifica el tipo de exposición de cada tarea de acuerdo con los siguientes rangos:

**Tabla 8**

*Clasificación de la Exposición según el Grado de Riesgo*

<b>Grado de Riesgo</b>	<b>Clasificación de la exposición</b>
<b>0 &lt; G.R. &lt;= 0.5</b>	Baja. Mantenimiento de las medidas actuales de control, sin significar ello que las concentraciones encontradas constituyan valores inocuos. (Puede esperar).
<b>0.5 &lt; G.R. &lt;= 1</b>	Media. Concentración que se encuentra entre el nivel de acción (50% del TLV) y el TLV, por lo que se deben contemplar métodos de control a mediano plazo como medidas preventivas. (Mediano plazo).

<b>Grado de Riesgo</b>	<b>Clasificación de la exposición</b>
<b>G.R. &gt; 1</b>	Alta. Concentración inaceptable que excede el TLV, lo cual exige la toma de medidas de control correctivas inmediatas.  (Inmediatas).

Posterior a la clasificación de riesgo, se presenta la valoración final para cada puesto de trabajo. En todas las actividades desarrolladas se encontró presencia de formaldehído, algunos con registros superiores al TLV-STEL. A continuación, se presentan los resultados finales.

**Tabla 9**

*Valoración de la medición.*

<b>Área</b>	<b>Sub Área</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Concentración prom en el Ambiente Laboral [ppm]</b>	<b>STEL ppm</b>	<b>I.R o G.R</b>	<b>Valoración de la medición</b>
	<b>Dpto. Patología</b>	Morgue	Transvase de Formaldehído	Transvases y Preparación de Formaldehído.	0.31	0.3	1.03
				Con extractor	0.3	2.1	Alto
		Salón de	Procesamiento	0.63			
Morgue		Procesamiento Macro	de Material Quirúrgico	Sin extractor	0.3	5.73	Alto
				1.72			

Área	Sub Área	Puesto de trabajo	Actividad	Concentración prom en el Ambiente Laboral [ppm]	STEL ppm	I.R o G.R	Valoración de la medición
	Dpto. Ciencias Básicas	Anfiteatro	Sala de preparación de muestras	Mantenimiento de órganos	0.155	0.3	0.52
Anfiteatro		Depósito de reactivos	Mantenimiento de agentes químicos.	0.27	0.3	0.9	Medio

De la anterior tabla se concluye:

- En la sala de preparación se registraron concentraciones de 0.155 y 0.27 ppm considerándose un riesgo de exposición de grado Medio.
- En el área de transvase se registró una concentración de 0.31 ppm considerándose un riesgo de exposición de grado Alto
- En el salón de procesamiento macro se registraron concentraciones de 0.63 ppm con extractor funcionando y 1.72 ppm sin extractor funcionando, considerándose un riesgo de exposición de grado Alto
- En el depósito de reactivos el riesgo de exposición es de grado Medio.

En base a los resultados obtenidos de la medición, se detectaron las siguientes necesidades en los laboratorios, y se clasifica según su prioridad en: ALTA, MEDIA, BAJA (Tabla 13. Principales aspectos por mejorar en los laboratorios a intervenir).

**Tabla 10***Principales aspectos por mejorar en los laboratorios a intervenir*

Dep.	Laboratorio	Descripción	Prioridad
Patología	Salón de procesamiento (macro y micro procesos)	Cuentan con un sistema de ventilación y extracción, del cual no hacen uso por el ruido que emite, generando molestias en el trabajado y posible riesgo a hipoacusia.	Alta
		Los recipientes usados para almacenar las muestras anatomopatológico son en material que se cristaliza con el paso del tiempo, generando pequeñas fugas.	Media
		No tienen implementado el Sistema Globalmente Armonizado.	Media
		No se cuenta con un plan de mantenimientos preventivos periódicos por parte de la división de mantenimiento para los sistemas de ventilación y extracción.	Alta
		Los residuos de formaldehido no son recolectados para su correcta disposición final.	Media
	Morgue	Cuenta con un sistema de ventilación y extracción sin filtros, generando contaminación a los espacios donde se expulsa el aire.	Alta
		No tienen implementado el Sistema Globalmente Armonizado.	Media

Dep.	Laboratorio	Descripción	Prioridad
Ciencias Básicas		No cuenta con un Sistema de Transvase adecuado para el volumen que se maneja en esta área.	Alta
	Sala de Preparación	Los recipientes usados para almacenar las muestras anatomopatológico son en material que se cristaliza con el paso del tiempo, generando pequeñas fugas, esto ocurre con mayor frecuencia	Alta
		Cuentan con un sistema de ventilación y extracción, el cual no recibe los mantenimientos que se solicitan para su correcto funcionamiento.	Alta
	Anfiteatro	Cuentan con un sistema de ventilación y extracción, el cual no recibe los mantenimientos que se solicitan para su correcto funcionamiento.	Alta
		No tienen implementado el Sistema Globalmente Armonizado.	Media
Patología y Ciencias Básicas.	Todos los empleados requieren el suministro de elementos de protección personal para manos y vías respiratorias que cumplan con la norma EN 374 y NIOSH respectivamente. También se debe hacer uso de los demás EPP que complemente la seguridad del empleado de todas las formas posibles, esto incluye gafas protectoras, botas, delantales y demás artículos.		Alta
	Se requiere implementar capacitaciones al personal enfocadas en mejoras técnicas que aporten al desarrollo de las labores diarias de los mismos.		Alta
Se requiere contar con un sistema monitoreo de formaldehído para realizar mediciones periódicas y corroborar que se cumplan con límites permitidos.			

## **10. Propuesta técnico-económica mediante la evaluación de los factores de riesgo a exposición a Formaldehído**

A partir de los estudios realizados por las diferentes organizaciones mundiales para determinar el formaldehído como una sustancia cancerígena, toma gran importancia la salud y el bienestar de los trabajadores que en sus labores diarias se encuentran expuestos a esta sustancia. En la Universidad Industrial de Santander, gracias al diagnóstico realizado, se comprueba que existen falencias en los diferentes procesos académicos e investigativos con respecto a este tema por lo que se requiere una acción inmediata.

Según la Ley 9 de 1979 en el artículo 84 del título III, es obligación de la empresa “proporcionar y mantener un ambiente de trabajo en adecuadas condiciones de higiene y seguridad y establecer métodos de trabajo con el mínimo de riesgos para la salud dentro de los procesos” ( Ley 9 de 1979 ).

Es así, como por medio de esta propuesta técnico-económica se busca minimizar el riesgo de los trabajadores que se encuentran expuestos en sus labores diarias dentro del anfiteatro y morgue de la Universidad Industrial de Santander.

### **10.1 Propuesta técnica.**

De acuerdo al diagnóstico realizado y al grado de riesgo establecido a partir de las mediciones de formaldehído que se tomaron por parte de la ARL, las propuestas técnicas que se plantean en este proyecto de grado para mejorar las condiciones laborales de los técnicos y docentes, y las condiciones de aprendizaje para los estudiantes en la facultad de salud son las siguientes:

### ***10.1.1 Sistema de ventilación y extracción mecánica***

Se busca un sistema de ventilación y extracción que mantenga las condiciones de temperatura, humedad, velocidad de aire y nivel de impurezas dentro de los límites admisibles para preservar la salud de los trabajadores.

Se recomienda instalar las unidades de refrigeración tipo paquete, las cuales contienen los 4 elementos del circuito básico de refrigeración en un solo gabinete, compresor, condensador, expansor y evaporador. El sistema de 20TR propuesto, es un equipo trifásico con conexión de voltaje a 220V y refrigerante R410a, consta de 15 difusores de 14" x 14" por zona, 12 de suministro y 3 de extracción (15 en las áreas correspondientes al anfiteatro y 15 a las áreas correspondientes a la morgue) con filtros de carbono activado y filtros hepa para la purificación y eliminación de bacterias.

El sistema contará con un control de temperatura que permite mantener el ambiente idóneo en las áreas requeridas y con presostatos locales de fácil manejo para ajuste por parte del personal encargado de la sala.

### ***10.1.2 Sistema y técnica de transvase***

Se busca un sistema de transvase que se realice en lo posible, en instalaciones fijas, limitando las operaciones manuales a las mínimas posibles; evitándose los trasvases por vertido libre; es imprescindible disponer de un sistema de visualización para saber cuándo se está completando la carga de un recipiente. Por lo tanto, se recomienda implementar un sistema de transvase por medio de una bomba de extracción mecánica, que evite el contacto del empleado con el químico, así como los posibles derrames que se pueden presentar con el método actualmente utilizado.

Esta bomba de extracción mecánica de polietileno de alta densidad consta de dos mangueras, una que será introducida en el bidón que contiene el formaldehído, la cual debe ser de longitud superior a la del bidón para que la extracción se pueda realizar por la totalidad de contenido; la otra transportara el líquido hasta el envase destino. Su forma de activación es una válvula que succiona el líquido y lo transporta, el cual se manipula con el pie como se muestra a continuación.

### **Figura 11**

*Bomba mecánica de extracción.*



Es de gran importancia validar la resistencia de los materiales de las mangueras ya que debe ser resistente al formaldehído.

#### **10.1.3 Sistema de almacenamiento y sistema de etiquetado SGA.**

Se busca un sistema de almacenamiento que evite la emisión de vapores, derrames, y demás accidentes que ponen en riesgo la salud del trabajador. Se recomienda que su almacenamiento sea en un lugar fresco y ventilado, preferiblemente con sistema de ventilación, manteniéndolo alejado de los materiales incompatibles (CORPONOR). Se recomienda que dichos envases cuenten con las siguientes características:

- Debe tener resistencia química al formaldehído, tanto del cuerpo como de la tapa.
- Deber ser hermético con el fin de evitar aperturas de la tapa y que los vapores de formaldehído salgan al exterior; y robusto para evitar roturas del recipiente en caso de caídas, golpes o vuelcos.
- Deben ser recipientes muy estables para evitar que por su forma vuelquen con facilidad.
- Los contenedores pesados deben incorporar agarres que faciliten su movimiento.

Por lo tanto, se recomienda almacenar el formaldehído en un bidón de HDPE (Polietileno de Alta Densidad), el cual tiene resistencia química al formaldehído; con capacidad de almacenar 5 galones; de boquilla angosta, tapa de rosca y manija de agarre para su transporte seguro.

Para el almacenamiento de las muestras anatomopatológicas se recomienda usar envases redondos con pata de seguridad de HDPE, con capacidad de almacenar 40 litros.

Por otro lado, para el sistema de etiquetado se recomienda la implementación de un SGA (Sistema Globalmente Armonizado), el cual está conformado por símbolos o pictogramas; palabra de advertencia que indica la mayor o menor gravedad del peligro (PELIGRO O ADVERTENCIA); indicaciones de peligro; consejos de prudencia; identificación del producto; e identificación del proveedor. (ARP SURA).

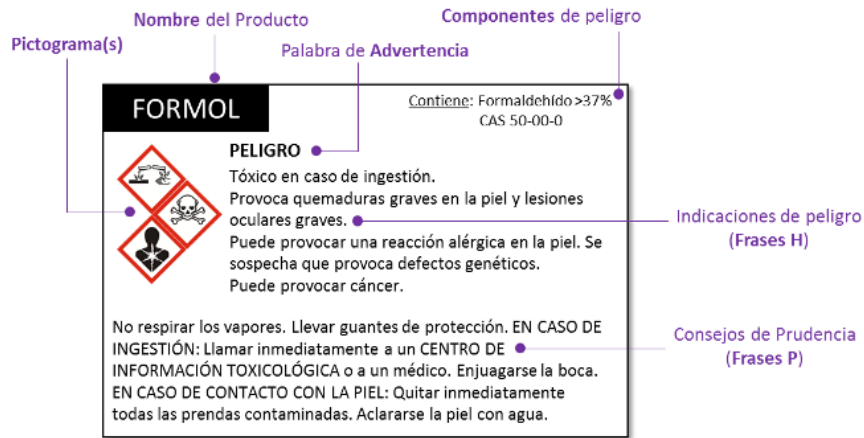
En la figura 12, se presenta un ejemplo de lo que sería la etiqueta para el formaldehído según el SGA. (CIQUIME (Chemical Information Center for Emergencies) ).

Para el empaque y entrega final y desechos se debe tener clasificados los residuos infecciosos, estos contemplan los biosanitarios y anatomopatológicos, y se deben identificar con la etiqueta que se muestra en la figura 13.

Además de proteger la salud de los trabajadores, el correcto etiquetado ayuda en el cuidado del medio ambiente.

**Figura 12**

*Etiqueta recomendada según el SGA*



**Figura 13**

*Formato etiquetado de residuo peligrosos infecciosos*

 INSTITUTO NACIONAL DE SALUD	Proceso <b>Gestión de Salud Ocupacional y Ambiental</b>	<b>Formato etiquetado de residuos peligrosos infecciosos</b>		Pag 1 de 1
		Cod: REG-A05 002 0000-001		Versión No: 00 Fecha próxima revisión: 2012/12
<b>Fecha</b>	<b>Día</b>	<b>Mes</b>	<b>Año</b>	
<b>Nombre laboratorio</b>				
<b>Área</b>				
		<b>Tipo de residuo</b>		
		Biosanitario <input type="checkbox"/>	Cortopunzante <input type="checkbox"/>	De animales <input type="checkbox"/>
<b>Cantidad en peso Kg:</b>				
<b>Responsable del área:</b>				
<b>Quien entrega:</b>				
<b>Observaciones</b>				

#### ***10.1.4 Sistema de vigilancia epidemiológica.***

Se busca realizar seguimiento en el estado de salud de las personas que se encuentran en constante exposición, con el fin de determinar de forma temprana las posibles afectaciones. Se requiere la realización de chequeos médicos sobre el estado de las vías respiratorias ya que es la principal vía de contacto cuando se manipula formaldehído, así como exámenes enfocados en las cuerdas vocales, la laringe y pulmones.

Es recomendado que los exámenes de ingreso al personal nuevo estén enfocados en estos aspectos, principalmente si ha tenido exposición al químico; adicionalmente los chequeos se deberán realizar mínimo una vez en año y al finalizar el contrato se realizaran los exámenes de retiro del cargo. Adicional a los exámenes ocupacionales de rutina, se recomienda realizar una espirometría con el fin de detectar una afección respiratoria a tiempo, una radiografía de tórax y de ser necesario una laringoscopia, y los demás que la universidad considere pertinentes.

#### ***10.1.5 Plan de capacitaciones***

Se busca brindar capacitaciones adicionales, enfocadas en la intervención del riesgo químico, que ayuden a mejorar las condiciones de trabajo, como en seguridad y salud, uso adecuado de los EPP's, métodos de trabajado, entre otras que se consideren pertinentes; estas se brindaran en 4 sesiones anuales, que se llevaran a cabo trimestralmente, con sesiones de 4 horas cada una, por lo cual se recomienda brindar 16 horas de capacitación anualmente.

#### ***10.1.6 Sistema de recolección y disposición final de los residuos***

Los residuos líquidos como la mezcla de formol, glicerina y alcohol etílico proveniente de la preservación y conservación de cadáveres deben ser almacenados en su repiente de origen con

simbolización del riesgo que representa, y su disposición final estará sujeta a un Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo para su retorno a la cadena de producción-importación-distribución-comercialización. (Decreto 1076 de 2015, 2015).

Por tal motivo se propone la instalación de un sistema de drenaje con almacenamiento independiente, evitando que los residuos líquidos que son depositados en los lavamanos generen contaminación ambiental; consiste en la instalación de un tanque donde reposarán los residuos generados por el uso de formaldehído, los cuales serán recogidos por una empresa especializada para darle la correcta disposición final; de esta manera los técnicos no tendrán que modificar su método de trabajo, pues podrán desechar los residuos en el lavamanos adaptado con el almacenamiento independiente.

#### ***10.1.7 Monitor de formaldehído***

Se propone adquirir un monitor de medición de formaldehído para realizar un control estricto de los niveles de exposición que se presentan en los laboratorios. Con el fin de tener mayor autonomía en la frecuencia con que se quiera realizar seguimiento al nivel de exposición.

#### ***10.1.8 Equipos de protección personal***

Pese a que la universidad suministra los EPP's adecuados para el riesgo por exposición a formaldehído; se considera un factor de gran importancia en la prevención y cuidado de la salud de los trabajadores. Por tal motivo se presenta una propuesta adicional que complemente los suministros que actualmente se están brindado, la cual consiste en adquirir elementos de protección respiratoria y de manos según la normativa NIOSH y la ISO 374 respectivamente, como los uqe se muestran a continuación.

**Figura 14***Epps*

## 10.2 Evaluación del proveedor

Con el fin de presentar una propuesta económica con viabilidad, se tiene en cuenta la oferta de algunos proveedores, y se realizará la evaluación de los mismos de la siguiente manera:

### 10.2.1 Criterios de evaluación del proveedor

Para seleccionar el proveedor adecuado para cada una de las propuestas a cotizar se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

**Tabla 11**

*Criterios de evaluación del proveedor.*

<b>Criterios de evaluación del proveedor</b>	
<b>Costo de adquisición</b>	Se evalúa el costo de la propuesta, el más económico representa mayor puntuación.
<b>Reconocimiento y trayectoria en el mercado</b>	Se evalúa la experiencia del proveedor en el mercado, un mayor tiempo de participación y experiencia tendrá mayor puntuación.
<b>Facilidad de pago</b>	Se evalúa el plazo de pago que puede ofrecer el proveedor, mayor tiempo, tendrán mayor puntuación.
<b>Servicio posventa</b>	Se evalúa los servicios posventa que pueda ofrecer el proveedor, como capacitaciones, mantenimientos, entre otros; más servicios brindados, tendrá una mejor puntuación.

### 10.2.2 Sistema de evaluación.

Los niveles de evaluación se definen como alto, medio y bajo, según el criterio a evaluar, como se muestra a continuación.

**Tabla 12***Niveles de los criterios de evaluación.*

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>Costo de adquisición</b>	El costo del producto o servicio es inferior en comparación con la tarifa del mercado, la cual se tomará como el promedio de la consulta de 5 empresas que brinden el mismo servicio.	El costo del producto o servicio es igual a la tarifa del mercado.	El costo del producto o servicio es superior en comparación con la tarifa del mercado.
<b>Trayectoria en el mercado</b>	Cuenta con más de 10 años de experiencia en el mercado.	Cuenta con más de 5 años de experiencia en el mercado.	Cuenta con menos de 5 años de experiencia en el mercado.
<b>Facilidad de pago</b>	Ofrece plazo para realizar el pago.	Ofrece solamente pago de contado.	Debe realizarse pago anticipado.
<b>Servicio posventa</b>	Ofrece varios servicios posventa.	Solo ofrece un servicio posventa.	No ofrece servicios posventa.

### **10.2.3 Elección del proveedor**

La elección del proveedor se hará por medio de la calificación a través de la matriz de priorización multicriterio aritmética y se tendrá en cuenta la siguiente ponderación:

**Tabla 13***Criterios de selección para bomba mecánica para trasvase*

<b>Criterio</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Costo de adquisición</b>	20%
<b>Trayectoria en el mercado</b>	30%
<b>Facilidad de pago</b>	30%
<b>Servicio posventa</b>	20%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

- **Sistema de ventilación y extracción**

Para esta propuesta no se realizará elección de proveedor ya que se solo se consiguió una cotización, debido a que un segundo proveedor no suministró la cotización en último momento. (Ver Apéndice 12, Cotización equipos de ventilación y extracción).

- **Sistema de transvase con bomba mecánica**

Se realizó la cotización por una bomba mecánica de pedal OTAL; los proveedores a evaluar son: Suministros de Laboratorios Kasalab S.A.S (Colombia) (Ver apéndice 13, Cotización Kasalab Bomba Mecánica) el cual ofrece un precio de \$772.727 y Burkle (Alemania) (Ver apéndice 14. Cotización Burkle Bomba Mecánica) en cual ofrece un precio de 94,5€ y envió por 30€ para un costo total de \$539.121,84:

**Tabla 14**

*Calificación de los proveedores de la bomba de trasvase.*

Criterios	%	Kasalab			Burkle		
		Nivel			Nivel		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Costo de adquisición	20	20	<b>11</b>	2	<b>20</b>	11	2
Trayectoria en el mercado	30	30	<b>16</b>	2	<b>30</b>	16	2
Facilidad de pago	30	<b>30</b>	15,75	1,5	30	15,75	<b>1,5</b>
Servicio posventa	20	20	10,75	<b>1,5</b>	20	10,75	<b>1,5</b>
<b>Peso de propuesta</b>	<b>100</b>	<b>58,5</b>			<b>53</b>		

El resultado de la calificación arroja que la mejor opción para la bomba mecánica para el trasvase es Kasalab S.A.S.

**• Recipientes para almacenar formaldehído y muestras anatomopatológicas**

Se cotizaron 20 recipientes con resistencia al formaldehído y su respectiva tapa de seguridad y un bidón 20 litros con resistencia al formaldehído; los proveedores a evaluar son: Suministros de Laboratorios Kasalab S.A.S (Colombia) (Ver apéndice 15 Cotización Kasalab Recipientes) la cual ofrece un precio de \$11'112.863 y Denios (España) (Ver apéndice 16 Cotización Denios Recipientes) el cual ofrece un precio de 1157,97€ para un total de \$5'014.352.72:

**Tabla 15***Calificación de los proveedores de los recipientes de almacenamiento*

Criterios	%	Kasalab			Denios		
		Nivel			Nivel		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Costo de adquisición	20	20	<b>11</b>	2	<b>20</b>	11	2
Trayectoria en el mercado	30	30	<b>16</b>	2	<b>30</b>	16	2
Facilidad de pago	30	<b>30</b>	15,75	1,5	30	15,75	<b>1,5</b>
Servicio posventa	20	20	10,75	<b>1,5</b>	20	10,75	<b>1,5</b>
<b>Peso de propuesta</b>	<b>100</b>	<b>49,5</b>			<b>53</b>		

El resultado de la calificación arroja que la mejor opción para los recipientes de almacenamiento de muestras anatomopatológica y formaldehído es Denios.

• **Sistema de vigilancia epidemiológica.**

Se realizó la cotización de los exámenes requeridos para hacerle seguimiento a la exposición por riesgo químico; los proveedores a evaluar son: Medicina, Controles y Diagnósticos en Salud Ocupacional IPS S.A.S. – MEDICID IPS S.A.S (Ver apéndice 17, Cotización MEDICID) la cual ofrece un precio de \$130.000 y SAOCSS Salud Ocupacional y Seguridad Social Centro de Reconocimiento Laboral (Ver apéndice 18, Cotización SAOCSS) el cual ofrece un precio de \$165.000.

**Tabla 16***Calificación de los proveedores del sistema de vigilancia epidemiológica*

Criterios	%	SAOCSS			MEDICID		
		Nivel			Nivel		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Costo de adquisición	20	20	<b>11</b>	2	<b>20</b>	11	2
Trayectoria en el mercado	30	30	<b>16</b>	2	<b>30</b>	16	2
Facilidad de pago	30	<b>30</b>	15,75	1,5	30	15,75	<b>1,5</b>
Servicio posventa	20	20	10,75	<b>1,5</b>	20	10,75	<b>1,5</b>
<b>Peso de propuesta</b>	<b>100</b>	<b>91</b>			<b>62,5</b>		

El resultado de la calificación arroja que la mejor opción para el sistema de vigilancia epidemiológica es SAOCSS.

- **Plan de capacitación.**

Se realizó la cotización de 16 horas de capacitación anuales, las cuales se darán en 4 jornadas, con sesiones de 4 horas; los proveedores a evaluar son Sugestión (Ver apéndice 19 Cotización Sugestión) el cual ofrece un precio de \$100.000 por hora de capacitación y Compañía RSO (Ver apéndice 20 Cotización RSO) el cual ofrece un precio de \$60.000 por hora de capacitación.

**Tabla 17**

*Calificación de los proveedores del plan de capacitaciones.*

Criterios	%	RSO			Sugestión		
		Nivel			Nivel		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Costo de adquisición	20	20	<b>11</b>	2	<b>20</b>	11	2
Trayectoria en el mercado	30	30	<b>16</b>	2	<b>30</b>	16	2
Facilidad de pago	30	<b>30</b>	15,75	1,5	30	15,75	<b>1,5</b>
Servicio posventa	20	20	10,75	<b>1,5</b>	20	10,75	<b>1,5</b>
<b>Peso de propuesta</b>	<b>100</b>	<b>44</b>			<b>53</b>		

El resultado de la calificación arroja que la mejor opción para el servicio de capacitaciones es Sugestión.

**• Sistema de recolección de residuos peligrosos con almacenamiento independiente**

Para esta propuesta no se realizará elección de proveedor ya que se solo se consiguió una cotización, debido a que un segundo proveedor no suministró la cotización en último momento. (Ver Apéndice 21. Lavamanos con almacenamiento independiente).

**• Servicio de recolección de residuos peligrosos líquidos**

Se realizó la cotización del servicio de recolección de residuos peligrosos líquidos para que se encarguen de su disposición final; los proveedores a evaluar son Sandesol S.A. E.S.P (Ver apéndice 22 Cotización Sandesol S.A. E.S.P) el cual ofrece un precio de \$2.850 por kilo y Descont S.AS E.S.P. (Ver apéndice 23 Cotización Descont S.AS E.S.P.) el cual ofrece un precio de \$2531 por kilo.

**Tabla 18**

*Calificación de los proveedores del servicio de recolección de residuos peligrosos líquidos.*

Criterios	%	Sandesol			Descont		
		Nivel			Nivel		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Costo de adquisición	20	20	<b>11</b>	2	<b>20</b>	11	2
Trayectoria en el mercado	30	30	<b>16</b>	2	<b>30</b>	16	2
Facilidad de pago	30	<b>30</b>	15,75	1,5	30	15,75	<b>1,5</b>
Servicio posventa	20	20	10,75	<b>1,5</b>	20	10,75	<b>1,5</b>
<b>Peso de propuesta</b>	<b>100</b>	<b>58,25</b>			<b>67,25</b>		

El resultado de la calificación arroja que la mejor opción para el servicio de recolección de residuos peligrosos líquidos es Descont S.A.S E.S.P.

• **Monitor de formaldehido**

Para este ítem se evaluarán dos referencias de monitores diferentes con el mismo proveedor ya que no fue posible encontrar en otras, esos monitores son Detector de gas PCE -HFX 100 (Ver apéndice 24 Cotización Detector de gas PCE -HFX 100) a un precio de \$957.117 y el Medidor de formaldehido HFX2005 (Ver apéndice 25. Medidor de formaldehido HFX2005) a un precio de \$8.779.820.

**Tabla 19**

*Calificación de las referencias de los monitores para formaldehído.*

Criterios	%	Detector de gas			Medidor FA		
		Nivel			Nivel		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Costo de adquisición	20	20	<b>11</b>	2	<b>20</b>	11	2
Trayectoria en el mercado	30	30	<b>16</b>	2	<b>30</b>	16	2
Facilidad de pago	30	<b>30</b>	15,75	1,5	30	15,75	<b>1,5</b>
Servicio posventa	20	20	10,75	<b>1,5</b>	20	10,75	<b>1,5</b>
<b>Peso de propuesta</b>	<b>100</b>	<b>57,5</b>			<b>62,5</b>		

El resultado de la calificación arroja que la mejor opción para el monitor para formaldehído es el Medidor de formaldehído HFX2005.

**• Elementos de protección personal para manos y vías respiratorias**

Se realizó la cotización por los EPP's requeridos para un empleado durante un mes; los proveedores a evaluar son: La Muela S.A.S (Ver apéndice 26 Cotización La Muela S.A.S) el cual ofrece un costo de \$247.800 y Sumatec (Ver apéndice 27 Cotización Sumatec) el cual ofrece un costo de \$280.901.

**Tabla 20***Calificación de los proveedores para los EPP*

Criterios	%	Sumatec			La Muela		
		Nivel			Nivel		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Costo de adquisición	20	20	<b>11</b>	2	<b>20</b>	11	2
Trayectoria en el mercado	30	30	<b>16</b>	2	<b>30</b>	16	2
Facilidad de pago	30	<b>30</b>	15,75	1,5	30	15,75	<b>1,5</b>
Servicio posventa	20	20	10,75	<b>1,5</b>	20	10,75	<b>1,5</b>
<b>Peso de propuesta</b>	<b>100</b>	<b>44</b>			<b>58,25</b>		

El resultado de la calificación arroja que la mejor opción para la compra de los EPP es La Muela.

### 10.3 Propuesta económica

El valor de la propuesta técnica se realiza para cada departamento por separado, ya que cada uno tiene necesidades específicas.

#### 10.3.1 Departamento de Ciencias Básicas.

De acuerdo a las necesidades de este departamento se cotizó en la propuesta económica lo siguiente:

- Sistema de ventilación y extracción.
- Sistema de transvase con bomba mecánica
- Recipientes para almacenar formaldehído y muestras anatomopatológicas: Se contempla adquirir 20 recipientes para almacenar muestras anatomopatológicas con capacidad de 5 galones para el anfiteatro y uno con capacidad de 5 galones para almacenar formaldehído.

- Sistema de vigilancia epidemiológica: Se contempla realizar exámenes médicos semestralmente a 1 empleado.
- Plan de capacitaciones.
- Monitor de formaldehído.
- Elementos de protección personal para manos y vías respiratorias: Se contempla adquirir elementos de protección personal mensualmente para un empleado.

**Tabla 21**

*Propuesta económica para el departamento de Ciencias Básicas.*

<b>Propuesta</b>	<b>Valor</b>	<b>Periodicidad</b>
Sistema de ventilación y extracción	\$106.505.000	Única vez
Sistema de transvase con bomba mecánica	\$772.727	Única vez
Recipientes para almacenar formaldehído y muestras anatomopatológicas	\$5'051.923	Única vez
Sistema de vigilancia epidemiológica	\$330.000	Anual
Programa de capacitaciones	\$1.904.000	Anual
Monitor para formaldehído	\$8.779.820	Única vez
Elementos de protección personal para manos y vías respiratorias	\$2.973.600	Anual
<b>Total</b>		<b>\$126'317.070</b>

Con la tabla 21, se define que para el departamento de Ciencias Básicas el costo de la implementación de esta propuesta es de \$126.317.070 millones.

### ***10.3.2 Departamento de Patología.***

De acuerdo a las necesidades de este departamento se cotizó en la propuesta económica lo siguiente:

- Sistema de ventilación y extracción.
- Recipientes para almacenar formaldehído y muestras anatomopatológicas: Se contempla adquirir 20 recipientes con capacidad de 5 galones para almacenar las muestras anatomopatológicas.
- Sistema de recolección de residuos peligrosos con almacenamiento independiente: Se contempla instalar 1 lavamanos con recolección independiente con capacidad de almacenamiento de 50 litros.
- Servicio de recolección de residuos peligrosos líquidos: Se contempla el costo mensual teniendo en cuenta que la recolección será quincenalmente por un total de 80 litros al mes, representados en 87 kilogramos.
- Sistema de vigilancia epidemiológica: Se contempla adquirir elementos de protección personal mensualmente para siete empleados, debido a que, en la información suministrada por parte de las directivas del departamento, este cuenta con la colaboración de siete técnicos.
- Programa de capacitaciones.
- Monitor de formaldehído.
- Elementos de protección personal para manos y vías respiratorias: Se contempla adquirir elementos de protección personal mensualmente para siete empleados, debido a que, en la información suministrada por parte de las directivas del departamento, este cuenta con la colaboración de siete técnicos.

**Tabla 22**

*Propuesta económica para el departamento de patología.*

<b>Propuesta</b>	<b>Valor</b>	<b>Periodicidad</b>
Sistema de ventilación y extracción	\$106.505.000	Única vez
Recipientes para almacenar formaldehído y muestras anatomopatológicas	\$4'856.603	Única vez
Sistema de recolección de residuos peligrosos con almacenamiento independiente	\$595.000	Única vez
Servicio de recolección de residuos peligrosos líquidos	\$456,000	Anual
Sistema de vigilancia epidemiológica	\$2'310.000	Anual
Programa de capacitaciones	\$1.904.000	Anual
Monitor para formaldehído	\$8.779.820	Única vez
Elementos de protección personal para manos y vías respiratorias	\$20'815.200	Anual
<b>Total</b>	<b>\$145.766.079</b>	

Con la tabla 22, se define que para el departamento de Patología el costo de la implementación de esta propuesta es de \$145.766.079 millones.

### **11. Análisis costo-beneficio de las propuestas formuladas**

El análisis costo beneficio se realiza con el fin de demostrar el impacto monetario del proyecto, si la universidad decide desarrollar e implementar las propuestas mencionadas.

Las propuestas del capítulo anterior se complementan entre si e intervienen cada una de las falencias en los laboratorios de los dos departamentos, por tal motivo es tomada como una propuesta global que contribuye a minimizar el riesgo al que están expuestos los trabajadores, en este caso, los técnicos que día a día desarrollan sus labores en estos laboratorios.

El decreto 1507 del 2014 en su artículo 2 define la perdida de la capacidad laboral como conjunto de habilidades, destrezas, aptitudes y/o potencialidades de orden físico, mental y social, que permiten desempeñarse en un trabajo; dentro de su calificación se encuentra la invalidez como “la pérdida de la capacidad laboral u ocupacional igual o superior al cincuenta por ciento (50%)”

Si la perdida de la capacidad laboral de un empleado es calificada igual o superior al 50% estamos hablando de invalidez, y en tal caso se puede solicitar el reconocimiento de la pensión por invalidez, que podrá estar a cargo de la ARL, si es de origen laboral, o del fondo de pensiones si es de origen común. Otro efecto, es la posibilidad de que el trabajador reclame a su empleador una indemnización por perjuicios materiales y morales, y para ello se debe probar la culpa del empleador, y naturalmente se deben probar y cuantificar los perjuicios causados. (Gerencie.com, s.f.).

Por lo expuesto anteriormente, se plantea el escenario de incapacidad por enfermedad derivada de exposición a formaldehído en un trabajador de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander. Se promedia un salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV) de \$2'000.0000; y se obtiene el siguiente costo (Ver apéndice 28 Costo-Beneficio):

**Figura 15**

*Costo de invalidez por enfermedad laboral derivada de la exposición a formaldehído.*

<b>Salario</b>	<b>\$ 2.000.000</b>
<b>Carga prestacional de la empresa / mes</b>	<b>\$ 436.600</b>
Prima (8,33%)	\$ 166.600
Cesantías (8,33%)	\$ 166.600
Vacaciones (4,17%)	\$ 83.400
Intereses cesantías (1%)	\$ 20.000
<b>Aportes a seguridad social por la empresa</b>	<b>\$ 410.000</b>
Salud (8,5%)	\$ 170.000
Pensión (12%)	\$ 240.000
<b>Tiempo administrativo invertido por el trabajador incapacitado</b>	<b>\$ 1.000.000</b>
<b>Costo del reemplazo / mes</b>	<b>\$ 4.420.707</b>
Salario	\$ 2.000.000
Costo de inducción y entrenamiento al reemplazo /mes	\$ 666.667
Prestaciones sociales del reemplazo / mes	\$ 436.600
Seguridad social del reemplazo	\$ 458.720
Salud (8,5%)	\$ 170.000
Pensión (12%)	\$ 240.000
ARL (2,436%)	\$ 48.720
Dotación y Elementos de Protección Personal/mes)	\$ 400.000
<b>Costo total de ausentismo por incapacidad al mes</b>	<b>\$ 6.267.307</b>
Duración incapacidad (meses)	\$ 18
<b>Costo total</b>	<b>\$ 112.811.520</b>
Escenario con demanda por responsabilidad civil (Artículo 216 C.S)	\$ 400.000.000
	<b>\$ 512.811.520</b>

Con la figura 15, se define que una enfermedad laboral en un técnico por exposición a FA le puede costar a la universidad \$112'.811.520 millones, y adicionalmente analizando el panorama de un proceso jurídico, puede alcanzar a costarle a la UIS \$512'811.520 millones.

El costo de la propuesta que se presenta a través de este proyecto para la disminución de la exposición al riesgo químico del Formaldehído, en el departamento de Ciencias Básicas (para el

laboratorio de anfiteatro) y en el departamento de Patología (para los laboratorios de la morgue, macroprocesos y macroprocesos), se presenta a continuación.

**Tabla 23**

*Costo de la propuesta técnica.*

Dep.	Propuesta	Costo
Ciencias Básicas	Sistema de ventilación y extracción	\$106.505.000
	Sistema de transvase con bomba mecánica	\$772.727
	Recipientes para almacenar formaldehído y muestras anatomopatológicas (20+1)	\$5'051.923
	Sistema de vigilancia epidemiológica	\$330.000
	Plan de capacitaciones	\$1.904.000
	Monitor para fomaldehído	\$8.779.820
	Elementos de protección personal para manos y vías respiratorias (1 técnico).	\$2.973.600
	<b>Total</b>	<b>\$126'317.070</b>
Patología	Sistema de ventilación y extracción	\$106.505.000
	Recipientes para almacenar formaldehído y muestras anatomopatológicas (20)	\$4'856.603
	Sistema de recolección de residuos peligrosos con almacenamiento independiente	\$595.000
	Servicio de recolección de residuos peligrosos líquidos	\$456,000

<b>Dep.</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Costo</b>
	Sistema de vigilancia epidemiológica	\$2'310.000
	Plan de capacitaciones	\$1.904.000
	Monitor para formaldehído	\$8.779.820
	Elementos de protección personal para manos y vías respiratorias	\$20'815.200
	<b>Total</b>	<b>\$145.766.079</b>
	<b>Total de la propuesta</b>	<b>\$ 272.083.149</b>

Con la tabla 23, se define que costo total de implementación de esta propuesta en los departamentos de Ciencias Básicas y Patología es de \$272.083.149 millones.

## **12. Socialización**

La socialización se realizó ante los miembros del COPASST de la Universidad Industrial de Santander el día 21 de abril del 2021 a las 10:00 am. Por medio de esta se buscaba dar a conocer las propuestas que se presentan en este proyecto, y se desarrolló la siguiente metodología:

- Introducción a la temática del riesgo por exposición a formaldehído.
- Revisión de las tareas y actividades que generan riesgo.
- Presentación de las propuestas planteadas.
- Presentación de la propuesta económica para cada departamento.
- Presentación del análisis costo beneficio.
- Presentación de conclusiones y recomendaciones.

Al finalizar la socialización se generó un espacio en el cual se atendieron las inquietudes y observaciones de los participantes, obteniéndose los siguientes resultados:

- Se mostro aceptación por las propuestas presentadas y se resaltó la importancia del proyecto por el grado de peligrosidad que representa el formaldehído en la salud de los empleados.
- Se aclaró que actualmente se están realizando las espirometrías como parte del sistema de vigilancia epidemiológica.
- Se destacó la importancia de haber intervenido la totalidad del riesgo por exposición a formaldehído en la facultad de salud.

### **13. Conclusiones**

1. A partir de la revisión documental y las diferentes entrevistas realizadas, se identificó que los principales problemas durante el almacenamiento y la exposición a Formaldehído en la morgue y en el anfiteatro son la deficiencia en el sistema de ventilación y extracción, así como el proceso de trasvase de esta sustancia a otros recipientes donde es evidente el riesgo por inhalación de la sustancia objeto de estudio.

2. Con base a la Matriz de Identificación de Peligros y Valoración de Riesgo IPVR realizado por la división de Talento Humano UIS se encontró que 3 de las 4 tareas consideradas críticas en la morgue y en el anfiteatro tienen un nivel de riesgo II (Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. Si es el caso, suspenda actividades y una tarea con nivel de riesgo III (mejorar condiciones). Esto a partir de lo establecido en la Norma ICONTEC GTC 45 que define los riesgos en 4 niveles.

3. Dada la medición realizada por parte la ARL POSITIVA en el año 2018, se determina que el área con mayor tiempo de exposición es la sala de preparación de muestras sin el extractor funcionando (Patología), con un tiempo de exposición de 15 minutos, hallando una concentración

promedio en el ambiente laboral 1.72 ppm, en comparación con los límites establecidos por la ACGH los cuales establecen un STEL de 0,3 ppm.

4. Con base en el análisis y revisión del estudio realizado por la ARL POSITIVA para las áreas objeto del presente trabajo de grado se encontró que en dos de ellas el riesgo es ALTO por sobre exposición a los límites permisibles y en las otras dos el riesgo es MEDIO con tendencia a elevarse dado el bajo funcionamiento de los sistemas de ventilación y extracción, siendo pertinente una intervención inmediata para estas condiciones.

5. Se plantean 8 propuestas técnicas, de las cuales 5 son de controles de ingeniería tales como el sistema de ventilación y extracción, el sistema y técnica de transvase, el sistema de almacenamiento y etiquetado SGA, sistema de recolección y disposición final de los residuos y el monitor de formaldehído, 2 controles administrativos los cuales consisten en el sistema de vigilancia epidemiológica orientado al seguimiento permanente del estado de salud del personal expuesto y la formulación y ejecución de un plan de capacitaciones. Asimismo 1 propuesta de entrega y reposición de elementos de protección personal EPP's

6. El costo de las propuestas técnicas corresponde a \$126'317.070 millones de pesos para el departamento de ciencias básicas y \$145'766.079 millones para el departamento de patología, para un total de \$272'083.149 millones; sin embargo, realizando el análisis de costo/beneficio y considerando que una enfermedad laboral en un técnico por exposición a FA le puede costar a la universidad \$112'.811.520 millones, y adicionalmente analizando el panorama de un proceso jurídico, puede alcanzar a costarle a la UIS \$512'811.520 millones, se considera viable implementar las propuestas presentadas, no solo por el beneficio económico, sino también por el impacto social derivado de la importancia que representa el cuidado de la salud y bienestar de los empleados.

7. A través de las propuestas planteadas en este proyecto se interviene la totalidad de áreas que presentan riesgo por exposición a formaldehído en la facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander.

#### **14. Recomendaciones**

1. Se recomienda a la Universidad industrial de Santander implementar las propuestas presentadas en este proyecto, generando para esta conciencia de la peligrosidad que representa el uso del formaldehído sin las medidas de protección correctas. Esto teniendo en cuenta que la exposición a formaldehído no debe ser un problema si se siguen unas buenas prácticas de prevención adecuadas y empleando los equipos de protección personal certificados.

2. Considerando el potencial carcinógeno del FA y las actuales condiciones, se recomienda mejorar de manera inmediata las condiciones de ventilación y extracción en las áreas objeto del presente trabajo.

3. Se recomienda mantener actualizada la información en aspectos de infraestructura, sistemas, equipos, procedimientos, inventarios y demás relacionadas a los departamentos de Ciencias Básicas y Patología; así mismo para las diferentes divisiones de la universidad, gestionar de manera sistemática y ordenada dicha información.

4. Se recomienda formalizar un programa de mantenimiento preventivo y predictivo periódicos que se ejecuten de manera eficaz por parte de la división de Mantenimiento Tecnológico, así mismo que se dé respuesta oportuna a las solicitudes de revisión cada vez que se requiera.

5. La propuesta del sistema de ventilación y extracción se presenta con una sola cotización debido a que uno de los proveedores no facilitó la información de la cotización. Es por esto, que se recomienda a la universidad en caso de estar interesada, cotizar con otro proveedor adicional.

### Referencias Bibliográficas

Bayona Ballesteros, I. (2019). *Informe con recomendaciones para la disminucion de concentracion de formaldehido en la morgue y anfiteatro – facultad de salud.*

Cepeda Chacon, H. (2018). *INFORME DE EVALUACION OCUPACIONAL.*

Ley 9 de 1979 . (s.f.). *Ley 9 de 1979* . Obtenido de [http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley\\_9\\_1979.Codigo%20Sanitario%20Nacional.pdf](http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley_9_1979.Codigo%20Sanitario%20Nacional.pdf)

3M Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental. (s.f.). *Soluciones Integrales para Protección Respiratoria.* Obtenido de <http://wingsersa.com/producto/catalogos/103M-respiratoria.pdf>

3M Seguridad y Salud Ocupacional. (s.f.). *Protección Respiratoria.*

Aliaga Bonilla, O. L. ((2015)). *Evaluación de las medidas de control para reducir la exposición a formaldehído en la sala de anatomia patológica y autopsias de un hospital universitario (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).*

ANSELL. (2016). *Guía de normativas EN; Legislación en materia.*

ARL SURA, C. d. (s.f.). *IDENTIFICACIÓN, ROTULADO Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUIMICOS.* Obtenido de [https://www.arlsura.com/images/stories/identificacion\\_etiquetado\\_sustquimicas.pdf](https://www.arlsura.com/images/stories/identificacion_etiquetado_sustquimicas.pdf)

ARP SURA. (s.f.). *Sistema Globalmente Armonizado.* Obtenido de <https://www.arlsura.com/files/sistemaglobalmentearmonizado.pdf>

Astros Fonseca, I. R., & Combariza Bayona, D. A. (2019). *Formaldehído: revisión de biomarcadores de efecto para la medición de la exposición ocupacional. Facultad Nacional de Salud Pública, 75.*

Carballo Carrera, M., De la Rosa Gálvez, A., Martínez Cadena, X., & Sánchez León, G. (2016).

*Los riesgos sanitarios del anfiteatro*. Ciudad de México.

Catálogo del Empaque. (2020). MAQUINARIA, EQUIPO Y AUXILIARES PARA

ENVASADO/EMPACADO. Obtenido de <https://www.catalogodeempaques.com/inicio/>

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (s.f.). *Respirator Requirements for Selected*

*Chemicals NIOSH*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/niosh/npg/nengapdx.html>

CIQUIME (Chemical Information Center for Emergencies). (s.f.). Etiquetado de Productos

Químicos según el Sistema Globalmente Armonizado (SGA). Obtenido de

<https://www.ciquime.org/en/etiquetado-sga.html>

Combol, A. (2013). *BIOSEGURIDAD “Diagnóstico de enteroparasitosis humanas”*.

CORPONOR. (s.f.). HOJA DE SEGURIDAD FORMALDEHIDO.

Decreto 1076 de 2015, S. A. (2015). *ARTÍCULO 2.2.6.1.4.1*. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Espinosa Restrepo, M. T., Rojas Hurtado, M. P., Bernal Camacho, M. L., García, Á. A., Vélez

Osorio, M., & López Camargo, J. M. (2016). *Manual de Agentes Carcinógenos de los grupos 1 y 2a de la IARC, de interés ocupacional para Colombia*. Bogotá, D.C.

*Gerencie.com*. (s.f.). Obtenido de Calificación de la pérdida de capacidad laboral:

[https://www.gerencie.com/calificacion-de-la-perdida-de-capacidad-](https://www.gerencie.com/calificacion-de-la-perdida-de-capacidad-laboral.html#:~:text=%C2%ABSe%20entiende%20como%20la%20fecha,secuelas%20que%20han%20dejado%20estos)

[laboral.html#:~:text=%C2%ABSe%20entiende%20como%20la%20fecha,secuelas%20que%20han%20dejado%20estos](https://www.gerencie.com/calificacion-de-la-perdida-de-capacidad-laboral.html#:~:text=%C2%ABSe%20entiende%20como%20la%20fecha,secuelas%20que%20han%20dejado%20estos).

Giraldo García, A. (2006). *Seguridad Industrial Charlas n°2*. ECOE Ediciones.

Hidalgo Prado, C. (2015). *Propuesta de un programa de protección respiratoria por la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en los laboratorios de anatomía patológica y biopsias del servicio de patología del hospital nacional de niños*. Cartago.

IARC. (2006). *Clasificación del Formaldehído como carcinógeno*.

Idrobo Avila, E., Vasquez López, J., & Vargas Cañas, R. (2017). La exposición ocupacional al formol y la nueva tabla de enfermedades laborales. *Salud Pública*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific. (1980). *Norma Técnica Colombiana 1584*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific. (1982). *Norma Técnica Colombiana 1728*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific. (1982). *Norma Técnica Colombiana 1825*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific. (1992). *Norma Técnica Colombiana 3390*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific. (1996). *Norma Técnica Colombiana 3163*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific. (1996). *Norma Técnica Colombiana 3851*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certific. (1999). *Norma Técnica Colombiana 1726*.

Instituto de Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales IDEAM. (s.f.). Guía 15: Formaldehído. Obtenido de

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia15.pdf>

Instituto Nacional de Salud. (2017).

Instituto Nacional de Salud. (s.f.). *Manual de Gestión Integral de Residuos*.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2013). : *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*. España. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+agentes>

+qu%C3%ADmicos+relacionados+con+los+lugares+de+trabajo/7ff71954-0742-4cf4-bc30-7a9ffea37429

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo España. (s.f.). *Principios generales:*

*Sistemas de ventilación y extracción.* Obtenido de

[https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp\\_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18](https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18)

Lozano Méndez, F. (2009). *Condiciones de acondicionamiento de la morgue destinada a depósito*

*de cadáveres de un centro de salud del primer nivel.* Obtenido de

[https://www.medicinalegal.edu.uy/bibliografia/archivos/cond\\_acond\\_morgue.pdf](https://www.medicinalegal.edu.uy/bibliografia/archivos/cond_acond_morgue.pdf)

MAPA PROFESSIONNEL. (2016). *REVISIÓN DE LA NORMA EN 374.* doi:[https://www.mapa-](https://www.mapa-pro.es/fileadmin/documentation/ES/Norms_ES/Maquette_leaflet-_norme_374_retenu_ES_ecran.pdf)

[pro.es/fileadmin/documentation/ES/Norms\\_ES/Maquette\\_leaflet-](https://www.mapa-pro.es/fileadmin/documentation/ES/Norms_ES/Maquette_leaflet-_norme_374_retenu_ES_ecran.pdf)

[\\_norme\\_374\\_retenu\\_ES\\_ecran.pdf](https://www.mapa-pro.es/fileadmin/documentation/ES/Norms_ES/Maquette_leaflet-_norme_374_retenu_ES_ecran.pdf)

Ministerio de empleo y seguridad social España. (2013). *Guía técnica para la evaluación y*

*prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares*

*de trabajo.* Madrid. Obtenido de

<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la>

[+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+agentes](https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la)

[+qu%C3%ADmicos+relacionados+con+los+lugares+de+trabajo/7ff71954-0742-4cf4-](https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la)

[bc30-7a9ffea37429](https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la)

Ministerio de empleo y seguridad social España. (Octubre 2013). *Guía técnica para la evaluación*

*y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares*

*de trabajo.* Madrid.

Ministerio de Salud. (s.f.). *Manual de Gestión Integral de Residuos.*

Ministerio de trabajo y asuntos sociales España. (2003). *NTP 635: Clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias*. Obtenido de

[https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp\\_635.pdf/d21b42fc-3672-41e4-8498-44678fd72e11](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_635.pdf/d21b42fc-3672-41e4-8498-44678fd72e11)

Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales España. (2004). *NTP 672: Extracción localizada en el laboratorio*. Obtenido de

[https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp\\_672.pdf/752ab740-0676-4683-8794-45d907e4e8e9](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_672.pdf/752ab740-0676-4683-8794-45d907e4e8e9)

Ministerio de trabajo y asuntos sociales España. (s.f.). *NTP 741: Ventilación general por dilución*. España.

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL . (s.f.). *DECRETO NÚMERO 778 DE 1987*.

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL . (s.f.). *Resolución 2400 DE 1979*.

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL . (s.f.). *Resolución 2400 DE 1979*.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979). *RESOLUCIÓN 2400 DE 1979, ARTICULO 154*.

Obtenido de <http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>

Ministerio de trabajo y seguridad social, Resolución 2400 de 1979. (s.f.). *Capítulo II: De los equipos y elementos de protección*. Obtenido de

<https://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1509/h#:~:text=Todos%20los%20edificios%20destinados%20a,carga%3B%20los%20cimientos%20y%20pisos>

Ministerio del Trabajo. (2016). *Sistema de Vigilancia Epidemiológica*. Bogotá, D.C.

Mora Valencia, C. A., & Berbeo Rodríguez, M. L. (2010). *Manual de Gestión Integral de Residuos*. Obtenido de

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/manual-gestion-integral-residuos.pdf>

Moreno, J., & Devia, C. (2013). *Guías de Remisión de Muestras del Instituto Nacional de Salud.*

Obtenido de [http://calisaludable.cali.gov.co/saludPublica/2013\\_Dengue/protocolos\\_guias\\_del\\_INS\\_y\\_del\\_MPS/Guia\\_de\\_autopsias\\_clinicas.pdf](http://calisaludable.cali.gov.co/saludPublica/2013_Dengue/protocolos_guias_del_INS_y_del_MPS/Guia_de_autopsias_clinicas.pdf)

New Jersey Department of Health. (2016). *Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas, (FORMALDEHYDE).* Obtenido de

<https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0946sp.pdf>

(2018). *NUEVA EN ISO 374:2016 Normas y requisitos para guantes.* Obtenido de

[https://static.fishersci.eu/content/dam/fishersci/en\\_EU/promotions/12567\\_Fisherbrand\\_Disposable\\_Gloves/12784\\_New\\_Glove\\_Standards\\_374\\_ES.pdf](https://static.fishersci.eu/content/dam/fishersci/en_EU/promotions/12567_Fisherbrand_Disposable_Gloves/12784_New_Glove_Standards_374_ES.pdf)

Organizacion Mundial de la Salud. (s.f.). *l número de accidentes y enfermedades relacionados con el trabajo sigue aumentando.*

Ortega Alarcón, J. A., Rodríguez López, J. R., & Hernández Palma, H. (2017). Importance of the safety of the workers in the compliance of processes, procedures and functions. *Revista Academia & Derecho*, 8 (14), 157.

OSHA. (s.f.). *Boletín para la industria en general.* Obtenido de <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3573.pdf>

OSHA, A. d. (2015). *Boletín para la Industria.* EE.UU.

Peñalver Paolini, M. A., Mazón Cuadrado, L. C., & Berrocal Fernández, P. (2017). *Control del Formaldehído, Xileno y Compuestos Orgánicos Volátiles mediante el Sistema Integral de Friocongelación y Fotocatalización.*

Raja , D., & Bahar , S. (2012). *Posibles peligros para la salud de los estudiantes expuestos al formaldehído en el laboratorio de anatomía macroscópica.*

Rodriguez, C. A. (2009). *Los Convenios de la OIT sobre SST.*

Romero, Y. M. (2018). *Informe Secretaría de Salud: Intoxicaciones por Sustancia Químicas.*

SOLCO. (s.f.). *Manejo de Combustible.*

UC San Diego Health. (s.f.). *Respiradores de media cara y de cara completa.*

Universidad Industrial de Santander. (s.f.). *PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL, MANEJO DE RESIDUOS.* Obtenido de

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/capacitaciones/Manejo%20de%20Productos%20y%20Residuos%20Quimicos.pdf>