



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**INSTITUTO DE POSGRADO**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE: MAGISTER EN  
SEGURIDAD INDUSTRIAL, MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y  
SALUD OCUPACIONAL.**

**TEMA:**

**SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES TÓXICOS GENERADO EN EL  
ESTERILIZADOR DE ÓXIDO DE ETILENO DEL HOSPITAL PROVINCIAL  
GENERAL DOCENTE RIOBAMBA**

**AUTOR:**

**VÍCTOR HUGO BENAVIDES DUQUE**

**TUTOR:**

**Ing. MERWIN AITKEN SANDOVAL SILVA Mgs**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2016**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de Magister en Seguridad Industrial, Mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional con el tema: “SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES TÓXICOS GENERADO EN EL ESTERILIZADOR DE ÓXIDO DE ETILENO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA” ha sido elaborado por VÍCTOR HUGO BENAVIDES DUQUE, con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Riobamba, octubre de 2016



---

Ing. Merwin Aitken Sandoval Silva Mgs.

**TUTOR**

## **AUTORÍA**

Yo, VÍCTOR HUGO BENAVIDES DUQUE, con cédula de identidad N° 0602548166 soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en la presente investigación y el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Víctor Hugo Benavides Duque  
C.C. 0602548166

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo, al Instituto de Pos Grado, a los docentes por haberme impartido sus conocimientos los mismos que día a día los aplicare en mi vida profesional en beneficio personal, de la comunidad y de la Universidad ya que su nombre se difunde con mucho orgullo.

Al Ing. Merwin Sandoval quien con sus instrucciones, experiencias y aporte supo dirigirme en éste proyecto, lo cual muestra no solo ser un excelente profesional sino un excelente amigo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron para poder culminar este proyecto.

Víctor Hugo Benavides Duque

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Hilda a mis hijos Hugo y Carlos que gracias a su apoyo y comprensión tuvieron que sacrificar el tiempo que compartíamos para dejar que culmine mis estudios de cuarto nivel.

A la memoria de mis padres quienes siempre me inculcaron en ser una persona de bien, a formarme como profesional y a cada instante me decían palabras de aliento para llegar a culminar mis estudios.

Víctor Hugo Benavides Duque

# INDICE GENERAL

CONTENIDO	Nº DE PÁGINA
PORTADA	
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	i
AUTORÍA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. <b>MARCO TEÓRICO</b>	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA	3
1.2.1. Fundamentación Filosófica	3
1.2.2. Fundamentación Epistemológica	3
1.2.3. Fundamentación Psicológica.	4
1.2.4. Fundamentación Pedagógica	4
1.2.5. Fundamentación Axiológica	5
1.2.6. Fundamentación Legal	6
1.3. Fundamentación Teórica	7
1.3.1. Gases Tóxicos.	8
1.3.1.1 Características que definen la peligrosidad de los gases	8
1.3.1.2. Clasificación de los gases	9
1.3.1.3. Óxido de etileno (OE)	14
1.3.1.4. Obtención y aplicaciones industriales	14
1.3.1.5. Prevención de riesgos	17
	v

1.3.1.6.	Exposición laboral a óxido de etileno	19
1.3.1.7.	Efectos sobre la salud	19
1.3.1.8.	Valores límites ambientales	20
1.3.1.9	Proceso de esterilización por óxido de etileno	21
1.3.1.10	Niveles de contaminación en unidades de esterilización	23
1.3.1.11.	Diseño de la sala de esterilización con óxido de etileno	24
1.3.1.12.	Características del equipo de esterilización 3m™ steri-vac™ óxido de etileno 5xl	24
1.3.1.13.	Procedimientos para la preparación del manejo del esterilizador	25
1.3.1.14.	Cartuchos de óxido de etileno steri – gas 3m	27
1.3.1.15.	Principales ventajas y beneficios del sistema	27
1.3.1.16.	Especificaciones	28
1.3.2	Sistema de ventilación	31
1.3.2.1.	Ventilación forzada	31
1.3.2.2.	Ventilación por Sobre-Presión	31
1.3.2.3.	Ventilación por depresión	32
1.3.3	Filtración	32
1.3.3.1.	Clasificación	33
1.3.4.	Control eléctrico	34
1.3.4.1.	Conductores eléctricos	35
1.3.4.2.	Selección de cables	36
1.3.4.3.	Contactador	37
1.3.4.4.	Interruptor termo magnético	38
1.3.5.	Caudal de aire	38
1.3.5.1	Velocidad del aire	39
1.3.6.	Higiene ocupacional	39
1.3.6.1.	Seguridad	39
1.3.6.2.	Seguridad Industrial	39
1.3.6.3.	Higiene Industrial	39

## **CAPÍTULO II**

2.	<b>METODOLOGÍA</b>	41
2.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	41

2.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
2.3	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.	42
2.4	TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS.	42
2.5.2.	Muestra	44
2.7.	HIPÓTESIS	45
 <b>CAPÍTULO III</b>		 46
3.	<b>LINIAMIENTOS ALTERNATIVOS</b>	46
3.1.	TEMA	46
3.2.	PRESENTACIÓN	46
3.2.1	Razón social y domicilio	47
3.2.2	Ubicación mapa	47
3.2.3	Política	48
3.3	OBJETIVOS	48
3.3.1	Objetivo General	48
3.3.2	Objetivos Específicos	48
3.4	FUNDAMENTACIÓN	49
3.5	CONTENIDO	50
3.5.1	Análisis del ambiente de trabajo	50
3.5.2	Identificación de riesgos	50
3.5.2.1.	Evaluación de riesgos mediante la matriz gtc 45	51
3.5.3	Aplicación de encuestas	56
3.5.3.1	Síntomas encontrados	56
3.5.4.	Monitoreos – valores gas de óxido de etileno	56
3.5.5.	Equipo a instalar	58
3.5.5.1.	Materiales y equipos	58
3.5.6	Características del equipo	62
3.5.6.1.	Diseño del sistema de extracción de gas tóxico	62
3.6	OPERATIVIDAD	63
3.6.1.	Operatividad de la hipótesis específica 1	63
3.6.2	Operatividad de la hipótesis específica 2	64

## **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>65</b>
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	65

## **CAPITULO V**

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>86</b>
5.1.	CONCLUSIONES	86
5.2	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFÍA	88
	ANEXOS	90

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.1. 1	Colores para identificación del cuerpo de la botella	10
Cuadro No.1. 2	Uso mundial de etileno (% en peso)	15
Cuadro No.1. 3	Propiedades físico – químicas del óxido de etileno	16
Cuadro No.1. 4	Condiciones ambientales de funcionamiento	25
Cuadro No.1. 5	Especificación Cartuchos OE Steri-Gas de 3M	28
Cuadro No.1. 6	Información de Salud y Seguridad	29
Cuadro No.2. 1	Número de funcionarios investigados	43
Cuadro No.3. 1	Descripción de niveles de daño	51
Cuadro No.3. 2	Determinación del nivel de deficiencia	52
Cuadro No.3. 3	Determinación del nivel de exposición	53
Cuadro No.3. 4	Determinación del nivel de probabilidad	53
Cuadro No.3. 5	Significado de los diferentes niveles de probabilidad	54
Cuadro No.3. 6	Determinación del nivel de consecuencias	54
Cuadro No.3. 7	Determinación del nivel de riesgo	55
Cuadro No.3. 8	Significado del nivel de riesgo	55
Cuadro No.3. 9	Nivel de riesgo	56
Cuadro No.3. 10	Descripción del equipo medidor de partículas	57
Cuadro No.3. 11	Descripción del equipo QUESTemp QT46	58
Cuadro No.3. 12	Operatividad de la hipótesis específica 1	63
Cuadro No.3. 13	Operatividad de la hipótesis específica 1	64
Cuadro No.4. 1	Matriz de Riesgos GTC 45	66
Cuadro No.4. 2	Resultado Tabulación	67
Cuadro No.4. 3	Resultado Tabulación problema de inhalación	68
Cuadro No.4. 4	Resultado Tabulación	69
Cuadro No.4. 5	Resultado Tabulación	70
Cuadro No.4. 6	Resultado Tabulación	71
Cuadro No.4. 7	Resultado Tabulación	72
Cuadro No.4. 8	Valores Monitoreo Inicial	73
Cuadro No.4. 9	Matriz de Riesgos GTC 45	75
Cuadro No.4. 10	Resultado Tabulación	76
Cuadro No.4. 11	Resultado Tabulación	77
Cuadro No.4. 12	Resultado Tabulación	78

Cuadro No.4. 13	Resultado Tabulación	79
Cuadro No.4. 14	Resultado Tabulación	80
Cuadro No.4. 15	Resultado Tabulación	81
Cuadro No.4. 16	Valores Monitoreo Inicial	82
Cuadro No.4. 17	Resumen de las Encuestas.	82
Cuadro No.4. 18	Valor de tabla del chi cuadrado	84
Cuadro No.4. 19	Valor calculado del chi cuadrado hipótesis específica 2	85
Cuadro No.4. 20	Valor de tabla del chi cuadrado	85

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico No.1. 1	Marcas e inscripciones	10
Gráfico No.1. 2	Marcas e inscripciones en los recipientes	11
Gráfico No.1. 3	Contenido e identificación de cilindros	11
Gráfico No.1. 4	Colores reglamentarios para gases comprimidos	12
Gráfico No.1. 5	Uso mundial de etileno (% en peso)	15
Gráfico No.1. 6	Aplicaciones del óxido de etileno	15
Gráfico No.1. 7	Propiedades físico – químicas del óxido de etileno	16
Gráfico No.1. 8	Condiciones de trabajo del óxido de etileno	17
Gráfico No.1. 9	Vista lateral – 3M Steri-Vac 5XL	27
Gráfico No.1. 10	Panel Visualización – 3M Steri-Vac 5XL	27
Gráfico No.1. 11	Cartuchos de OE	30
Gráfico No.1. 12	Dimensiones del esterilizador de OE	30
Gráfico No.1. 13	Esterilizador de OE en Central de Esterilización HPGDR	30
Gráfico No.1. 14	Ventilación por Sobre-Presión	32
Gráfico No.1. 15	Ventilación por Depresión	32
Gráfico No.1. 16	Filtro HEPA	34
Gráfico No.1. 17	Tablero de control eléctrico	35
Gráfico No.1. 18	Partes de un conductor	36
Gráfico No.1. 19	Selección de cables	37
Gráfico No.1. 20	Contactador	37
Gráfico No.1. 21	Interruptor Termo Magnético	38
Gráfico No.3. 1	Ubicación HPGDR	47
Gráfico No.3. 2	Caja térmica	59
Gráfico No.3. 3	Cable concéntrico	59
Gráfico No.3. 4	Contactador Eléctrico	60
Gráfico No.3. 5	Contactador Eléctrico	60
Gráfico No.3. 6	Luz Indicadora	60
Gráfico No.3. 7	Pulsador	61
Gráfico No.3. 8	Manga de Aluminio	61
Gráfico No.3. 9	Extractor de aire	62
Gráfico No.3. 10	Ventilador CSP 27	62
Gráfico No.4. 1	Detección de fugas de gas de óxido de etileno	67

Gráfico No.4. 1	Resultado pregunta problema de inhalación	68
Gráfico No.4. 1	Resultado pregunta molestias oculares	69
Gráfico No.4. 1	Resultado pregunta molestias con la piel	70
Gráfico No.4. 1	Resultado pregunta problemas por ingesta	71
Gráfico No.4. 1	Resultado pregunta implementación del sistema de extracción	72
Gráfico No.4. 1	Diseño del sistema de extracción	73
Gráfico No.4. 1	Resultado final 1 fuga de gas de óxido de etileno	76
Gráfico No.4. 1	Resultado de la pregunta contacto con la piel	77
Gráfico No.4. 1	Resultado de la pregunta contacto con los ojos	78
Gráfico No.4. 1	Resultado de la pregunta contacto con la piel	79
Gráfico No.4. 1	Resultado de la pregunta por ingesta	80
Gráfico No.4. 1	Resultado de la pregunta implementación del sistema	81

## RESUMEN

Esta tesis representa el diseño de un Sistema de Extracción de Gases Tóxicos generado en el Esterilizador de Óxido de Etileno del servicio de Esterilización Central del HPGDR y su trabajo será para el Control del Impacto Ambiental en la Seguridad y Salud de los Trabajadores. El hospital dispone de dos esterilizadores de óxido de etileno que sirven para esterilizar materiales como son mascarillas de oxígeno, mangueras de circuitos de oxígeno de los ventiladores mecánicos, los humidificadores para la purificación de oxígeno, frascos de plástico, instrumental para cirugías laparoscópicas. Este tipo de esterilizado trabaja a temperaturas bajas y en estos procesos es donde está centrado este trabajo. La motivación de la presente investigación es la construcción del sistema de extracción de gases que involucra el proceso químico el mismo que emite contaminante tóxico que afectan a la salud de los funcionarios cuando se concentran en medianas cantidades. La intención de este trabajo es evitar la inhalación del contaminante en el proceso de esterilización, que puede causar enfermedades ocupacionales en el personal, con graves consecuencias como cáncer de pulmón, cefaleas e hipertensión arterial todo esto sino se controla la emisión del contaminante en el ambiente de trabajo. El proyecto de tesis está relacionado con el diseño de un sistema de extracción de gases destinado a la extracción de gases producto del proceso de esterilización. La aplicación de normas internacionales nos permite obtener altas eficiencias de operación, control y retención de altas concentraciones de contaminantes. Disminuyendo de esta manera las enfermedades ocupacionales, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema se debe observar el manual de mantenimiento dado por el fabricante de los equipos. En conclusión se considera la factibilidad de instalación del sistema. Se realiza un análisis estructural para los soportes del extractor y de los ductos, además, se plantea la ejecución de un sistema de control que permita accionar el sistema de extracción durante el periodo que se lo pretenda, es decir, durante la apertura de la puerta del esterilizador

## Abstract

This research work presents the design of Fumes Toxic Extraction System generated in the Sterilizer Ethylene Oxide Service of the Sterilization Area of the General Hospital in Riobamba city. It is pretended to control the environmental impact and employees' health. Hospital has two ethylene oxide sterilizer used to sterilize materials such as oxygen masks, hoses, ventilators, humidifiers for the purification of oxygen, plastic bottles and laparoscopy surgery instruments. This type of sterilization works at low temperatures and in this process is where this work is focused. The purpose of this research is to construct the fumes extraction system which involves the chemical process which releases toxic substances which affect the workers' health when it is concentrated in medium quantities. With this work it is pretended to avoid the inhalation of the pollutant in the sterilization process which can cause diseases in the hospital staff with serious complications such as lung cancer, headaches, hypertension and other. This thesis project is related to the fumes extraction system to extract fumes produced by the sterilization process. When international standards are applied, it is possible to obtain great efficiency in the operation, control and retention of pollutants and also decreases occupational diseases and guaranties the correct functioning of the system which has to be observed in the maintenance manual provided by the equipment maker. As conclusion, system installation is doable. Structural analysis is carried out to hold the extractor and ducts and also it is planned a control system to turn on the extraction system only when required, (when sterilizer door is open).

Reviewed by: Escudero, Isabel  
Language Center Teacher



## INTRODUCCIÓN

Efectuado un estudio situacional del servicio de Esterilización Central del Hospital Provincial General Docente de Riobamba en lo concerniente al sistema de Extracción de Gases Tóxicos, se pudo identificar que el servicio en la actualidad no cuenta con este sistema, por lo que se evidencia que los funcionarios que laboran en esta área están expuestos a riesgo químico el mismo que debe ser controlado y definidas las acciones preventivas y correctivas, con el fin de evitar accidentes y enfermedades profesionales a sus funcionarios.

Ante la identificación del problema, en base de los resultados obtenidos en el muestreo que se realizó con el equipo de medición de gases y partículas, se identifica que en el servicio de esterilización central del Hospital Provincial General Docente de Riobamba, existen fugas mínimas de este gas durante el proceso de esterilización por lo que se supone la urgencia de que el Hospital Provincial General Docente de Riobamba implemente el Sistema de Extracción de Gases Tóxicos, ya que el servicio no está preparado para afrontar una auditoría de acreditación para Hospitales Seguros que es un programa que mantiene el MSP la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Acreditación Canadá, tampoco cumple con la resolución CD 513 IESS en lo que a control operativo integral se refiere.

Los grandes favorecidos de este programa son:

Los trabajadores, ya que al constituir el Sistema de Extracción de Gases Tóxicos se identifican y controlan los riesgos a los que están expuestos y se toman acciones; con el objetivo de prevenir accidentes de trabajo y a futuro enfermedades ocupacionales.

El Sistema de Extracción de Gases Tóxicos se encamina a promover un entorno laboral eficaz y saludable al facilitar una ordenación que permite al servicio de Esterilización Central controlar el riesgo para la seguridad y la salud ocupacional de sus funcionarios, reduciendo el peligro de lesiones y ayudando a perfeccionar el rendimiento general.

Es posible realizar esta investigación ya que se cuenta con la autorización del Gerente del Hospital Provincial General Docente de Riobamba, expresada en una carta de aceptación y compromiso, además se cuenta con el tiempo necesario para desarrollar la investigación propuesta y de esta manera cumplir con lo estipulado.

# **CAPÍTULO I**

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El Hospital Provincial General Docente de Riobamba, es una entidad pública, su principal objetivo es garantizar atención oportuna e integral de salud a través de la implementación de políticas de estado con calidad, calidez, eficacia y eficiencia para la población que demanda los servicios de atención preventiva, curativa y de rehabilitación, sin discrimen, con talento humano calificado, motivado y con experiencia fundamentado en el trabajo interdisciplinario. Actualmente cuenta con una nómina de 724 funcionarios entre profesionales de la salud, personal administrativo y personal de contrato a nivel local.

A nivel Nacional, en el Ecuador existen Hospitales Públicos y del Seguro Social, que cuentan con equipos actualizados a lo que se refiere a esterilización de instrumental y de materiales especiales. El Hospital Provincial General Docente de Riobamba no es la excepción, para ello estos equipos de esterilización utilizan como componente principal el óxido de etileno, al momento de realizar el proceso de esterilización se ha comprobado que existen fugas mínimas de este gas.

El problema está que cada vez que se realiza el Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Esterilizador de Óxido de Etileno por parte de empresas particulares que prestan sus servicios de mantenimiento de equipos médicos, no se ha podido solucionar la fuga del gas de etileno en su totalidad, durante las jornadas de trabajo este gas se concentra en el entorno laboral, se han realizado mediciones para determinar cuánto gas existe en el área y de acuerdo a los índices de gas toxico serán evaluados mediante dosis.

Según las normativas Ecuatorianas de seguridad y salud en el trabajo presididas por los acuerdos y los decretos ejecutivos que rige el Seguro General de Riesgos del Trabajo (IESS), todas las empresas del sector público y privado son responsables de la seguridad y salud de sus trabajadores, que están obligadas a cumplir el Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

establecido y verificado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) según Decreto Ejecutivo 2393, y a la resolución C.D. 513 de Seguro General de Riesgos del

## **Trabajo**

Los organismos como el Ministerio de Trabajo, Ministerio de Salud Pública e IESS, acometerán las sanciones a todas las empresas públicas o privadas que no mitigaren estos tipos de riesgos aplicaran el procedimiento adecuado y estipulado en base a sus leyes sancionando y multando de acuerdo a los incumplimientos encontrados.

En base a las condiciones de salud de los trabajadores del área de esterilización central, se evidencia que están expuestos a riesgos químicos, los mismos que deben ser controlados y definidas las acciones preventivas y correctivas con el fin de evitar accidentes y enfermedades profesionales a los mismos.

Con el objetivo de identificar el riesgo presente en el área de Esterilización Central del Hospital Provincial General Docente de Riobamba, se realizó un muestreo en el lugar donde se encuentra el equipo durante la jornada de trabajo que dura el proceso de esterilización se obtuvieron los siguientes resultados.

Existe un nivel mínimo de fuga de gas de etileno por lo que se concluye que se debe mitigar este riesgo e implementar el sistema de extracción de gases tóxicos, tomando las acciones necesarias para brindar un ambiente seguro de trabajo a sus funcionarios.

Con las entrevistas realizadas a los funcionarios responsables y a las autoridades del Hospital Provincial General Docente de Riobamba, se pudo identificar que no se ha tomado ninguna acción correctiva ante este riesgo, la presencia de cefaleas y malestar de los trabajadores no permite un buen desenvolvimiento de las actividades diarias en este servicio, se ha solicitado a la empresa que realiza el mantenimiento de este equipo entregue informes técnicos para verificar las condiciones actuales, ya que las consecuencias que pueden presentarse en los trabajadores a futuro pueden recaer en enfermedades profesionales, si no se toman las acciones correspondientes.

Por lo que se concluye que para solucionar este problema identificado es necesaria la implementación del Sistema de Extracción de Gases Tóxicos para el servicio de

Esterilización Central del Hospital Provincial General Docente de Riobamba, buscando garantizar un ambiente seguro de trabajo, ya que los riesgos a los que están expuestos los trabajadores serán controlados y minimizados.

## **1.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA**

### **1.2.1. Fundamentación Filosófica**

En la elaboración de este trabajos toman los compendios del paradigma crítico propositivo que delibera los bosquejos molde de hacer investigación, ligados con la lógica instrumental del poder. (Arizaga, 2008).

Dentro de esta consideración, el presente trabajo constituye una crítica positiva, evaluando las condiciones de trabajo desde la óptica técnica y médica, y proponiendo mejoras con la finalidad de proteger la salud de los trabajadores del servicio de esterilización central del Hospital Provincial General Docente Riobamba, con ello se asiste a la caución del Artículo 326 numeral 5 de la Constitución de la República ,la cual establece que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”;

### **1.2.2. Fundamentación Epistemológica**

En este proyecto de investigación la Epistemología admite autenticar los datos obtenidos de las diversas investigaciones y adelantos de la ciencia, acerca de los diferentes problemas generados en las personas a partir de la ejecución de sus actividades cotidianas.

Según la el estudio de la investigación epistemológica la ubica como el conocimiento científico y se determina por su método, proyectándonos a los problemas científicos y de indagación a plantear las hipótesis y sus componentes para su comprobación, por lo que afirmamos que la epistemología es el saber de la técnica científica.

También asevera que la epistemología, sabiamente discutiendo, tiene fundamento en la “hipótesis de la comprensión” para ampliarse, así que se halla el conocimiento científico en su esencia de estudio (Tamayo, 1997).

Con el estudio actual y la investigación en el lugar de trabajo, obtenemos datos los cuales establecidos y normalizados admiten la construcción del conocimiento sobre la causalidad de la fuga del gas de etileno: la exposición a los factores de riesgo químicos y psicosociales; planteando un programa de atención para reducir y controlarlos mismos.

### **1.2.3. Fundamentación Psicológica.**

La psicología empresarial como parte de la psicología se consagra a la exposición de las manifestaciones psicológicas propias al interior de las estructuras empresariales, siendo estas parte de las formas y métodos empresariales que practican su marca en las personas. (Zepeda 1999).

El estudio actual del presente proyecto, corregirá la calidad de vida de los trabajadores del servicio de Esterilización Central del Hospital Provincial General Docente Riobamba, incidiendo de carácter inmediato en su salud mental, en la de su familia y la sociedad en su conjunto.

### **1.2.4. Fundamentación Pedagógica**

Para Bruner, el hombre no es únicamente un individuo vivo sino ante todo un ente cultural. Este saber es muy extenso y todo hombre por sí sólo logra equipararse; de aquí que sea ineludible la formación. Esto ambiciona que las sapiencias y habilidades de la ciencia sean instruidas externamente del argumento en que surgen. La formación en las corporaciones progresadas, complicadas, igualmente está estipulada a renovarse ágilmente al compás en el que evoluciona la colectividad. En cuanto más complicada se torne una compañía, grande será la calidad de la enseñanza no exclusivamente para la socialización, sino igualmente puesto que les admite la obtención de instrucciones y habilidades primordiales para afrontar con medios de triunfo los contextos de esa colectividad. (Bruner 1988).

La actual investigación sienta el conocimiento a través del manejo del equipo. Una vez informados y capacitados sobre las mejoras que se ejecuta en el área donde se encuentran los esterilizadores de etileno, se realiza un seguimiento a la aplicación de los mismos en su práctica diaria.

### **1.2.5. Fundamentación Axiológica**

Desde el punto de vista axiológico el presente proyecto de investigación permite la fundamentación de los juicios valorativos, en donde al trabajador le permite desarrollarse en su ambiente laboral. En este sentido, es necesario tomar en cuenta que para que el trabajador pueda desenvolverse normalmente en su ambiente laboral es necesario proporcionarle de todos los conocimientos que le permitan ejecutar sus actividades cotidianas, lo cual conllevará a que este mantenga una buena relación consigo mismo, su familia y la empresa. Como se conoce cuando ocurre un accidente, se genera un "desajuste" en todo el sistema laboral ya que, desde el punto de vista del trabajador, su lesión no le permitirá actuar de manera segura, afectando directamente a su familia y el empleador deberá usar egresos económicos extras para remediar la ausencia del trabajador afectado (Betancourt, 1999).

El progreso en el sector industrial es trascendental, pero con ello también crecieron los accidentes en los lugares de trabajo, para lo cual los gerentes de las empresas tuvieron la necesidad de implementar los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Por la dinámica de los procesos y las actividades laborales es importante que se realice las capacitaciones y se asigne los recursos necesarios en lo que se refiere la seguridad y salud de los trabajadores, y el uso de equipo que permitan reducir el riesgo generado producto de las fugas mínimas y la concentración de este gas durante el proceso de esterilizado, al cumplir con todas estas exigencias podremos conseguir una efectiva seguridad industrial en los trabajadores y con ello reducir la generación de enfermedades de tipo respiratorio.

## **1.2.6. Fundamentación Legal**

### **Constitución Política del Ecuador.**

#### **Sección tercera - Formas de trabajo y su retribución**

**Art. 326.-** El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley.

#### **Sección novena - Gestión del riesgo**

**Art. 389.-** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

### **Código del Trabajo**

#### **Capítulo III - De los efectos del contrato de trabajo**

**Art. 38.-** Riesgos provenientes del trabajo.- Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

#### **Capítulo IV - De las obligaciones del empleador**

**Art. 42.- Obligaciones del empleador.-** Son obligaciones del empleador

Indemnizar a los trabajadores por los accidentes que sufrieren en el trabajo y por las enfermedades profesionales, con la salvedad prevista en el Art. 38 de este Código;

Proporcionar oportunamente a los trabajadores los útiles instrumentos y materiales necesarios para la ejecución del trabajo, en condiciones adecuadas para que éste sea realizado;

Inscribir a los trabajadores en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, desde el primer día de labores, dando aviso de entrada dentro de los primeros quince días y dar avisos de salida, de las modificaciones de sueldos y salarios, de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales, y cumplir con las demás obligaciones previstas en las leyes sobre seguridad industrial.

### **Decreto ejecutivo 2393**

Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

#### **Art. 11. Obligaciones de los empleadores.**

Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

#### **Numeral 2**

Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.

### **1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Cualquier estudio, libremente de su prototipo, necesita de una fundamentación que admita descubrir claras bases teóricas y conceptuales. La fundamentación teórico conceptual involucra el progreso establecido y metódico del ligado de ideas, conocimientos, referencias e hipótesis que admitan respaldar la investigación y alcanzar el aspecto o dirección desde el inicio del cual el observador parte, y a través del cual demuestra sus efectos.

### 1.3.1. Gases Tóxicos.

Prevalcen varias clases de contaminación: de océanos, ambiental, industrial, entre otra producida la gran mayoría por el hombre. La producción de nieblas o vapores al atmosfera es nociva para el medio ambiente y la vida cotidiana. Un malestar ambiental logra aquejar al sistema respiratorio, al sistema cardiovascular, al sistema nervioso y a la piel.

El progreso y adelanto tecnológico ha causado varias formas de contaminación, los cuales trastornan la estabilidad física y mental del ser humano. La manifestación de gases tóxicos, se transforma en un inconveniente más crítico que en tiempos pasados.

#### 1.3.1.1 Características que definen la peligrosidad de los gases

##### a. Propiedades

Los gases poseen unas cualidades físicas y químicas, las iniciales llevan a que los gases sean compresibles, que habiten todo el espacio del contorno en donde se hallen, etc.

En cuanto a las cualidades químicas, transfieren a la presencia de los siguientes tipos de gases:

- **Gases inertes:** No se encienden, no conservan la inflamación y en su seno no es posible la existencia, Argón, nitrógeno, etc.
- **Gases comburentes:** Son precisos para conservar la combustión, oxígeno, protóxido de Nitrógeno, etc.
- **Gases combustibles:** Se encienden fácilmente en presencia del aire o de otro oxidante, Hidrógeno, Acetileno.
- **Gases corrosivos:** Aptos para embestir a los materiales y destruir los tejidos de la piel, Cloro.
- **Gases tóxicos:** Causan interacciones en el cuerpo vivo, logrando inducir al fallecimiento a estipuladas concentraciones, monóxido de carbono.

Estas cualidades hacen que el uso de los gases por el hombre le presuma un riesgo si no se toman las medidas preparadas, habiendo tener en cuenta que varios de los gases poseen más de una de las mencionadas propiedades.

#### **b. Debido al uso**

Para el manejo de los gases es ineludible transbordar desde el sitio de producción o elaboración al de uso o utilización.

Exactamente que en cualquier estándar de materia prima, el principio económico de trasladar la enorme cantidad en el mínimo volumen. Para realizar estos procedimientos, y en aplicación de las especificaciones del gas de que se conozca, partimos a comprimirlos, disolverlos a presión en un medio húmedo si la fluctuación del mismo así lo demanda.

Estas instrucciones presumen aumentar nuevos riesgos a los derivados de sus propiedades, como son la presión, el frío que varias veces es obligatorio para licuarlos, el gran volumen de gas que se originaría al vaporizarse a partir de la etapa líquida, etc.

#### **1.3.1.2. Clasificación de los Gases**

Instituidas los anteriores indicios, es ineludible especificar los diferentes tipos de gases que se utilizan:

- **Gas comprimido:** Mezcla de gases cuya temperatura de estimación es menor o igual a  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- **Gas licuado:** Mezcla de gases cuya temperatura de estimación es mayor o igual a  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- **Gas inflamable:** Mezcla de gases cuyo término de inflamabilidad inferior es menor o igual al 13%, o que tenga un campo de inflamabilidad mayor de 12%.
- **Gas tóxico:** Aquel cuyo límite de máxima concentración tolerable durante 8 horas/día y 40 horas/semana, (T.L.V.), es inferior a 50 ppm.

- **Gas corrosivo:** Aquel que causa una corrosión de más de 6 mm/año, en un acero A33 UNE 36077-73, a una temperatura de 55 °C.
- **Gas oxidante:** Aquel capaz de aguantar la combustión con un oxipotencial superior al del aire.
- **Gas criogénico:** Aquel cuya temperatura de Ebullición a la Presión atmosférica, es inferior a 40 °C.
- **Gas industrial:** Los principales gases originados y mercantilizados por la industria.
- **Mezclas de gases industriales:** Aquellas combinaciones de gases que por su volumen de mercadeo y su aplicación, tienen el mismo método que los gases industriales.
- **Mezclas de calibración:** Mezcla de gases, universalmente de exactitud, utilizados para la calibración de analizadores, para trabajos determinados de investigación u otros estudios concretos, que demandan cuidado en la elaboración y manejo.

Para establecer los gases que contienen estos recipientes se usa el siguiente **código de colores** para el cuerpo:

**Cuadro No.1. 1 Colores para identificación del cuerpo de la botella**

GRUPO	TIPO DE GAS	COLOR
1	Inflamables y combustibles	Rojo
2	Oxidantes e inertes	Negro o gris
3	Tóxicos o venenosos	Verde
4	Corrosivos	Amarillo
5	Butano y propano industriales	Naranja
6	Mezclas industriales	Del componente mayoritario
7	Mezclas de calibración	Gris plateado

Fuente : Prevención de riesgos laborales Universidad Carlos III de Madrid  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

**Gráfico No.1. 1 Marcas e inscripciones**



Fuente: NTP198: Gases comprimidos identificación de botellas  
(Ladislao Díaz Moren perito industrial)  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

### Gráfico No.1. 2 Marcas e inscripciones en los recipientes



Fuente: NTP198: Gases comprimidos identificación de botellas (Ladislao Díaz Moreno perito industrial).  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### Gráfico No.1. 3 Contenido e identificación de cilindros

ACETILENO $C_2H_2$	$N_2 - O_2$	ARGON Ar	DIOXIDO DE CARBONO $CO_2$	HELIO He	HIDROGENO $H_2$	NITROGENO $N_2$	$O_2 - CO_2$
OXIGENO $O_2$	Ar- $N_2$	AZETIL	GAS ESTERILIZANTE	Ar - $CO_2$	$N_2 - H_2$	OXIDO NITROSO $N_2O$	Ar- $O_2$

Fuente: María Jacqueline González Ortiz. Experta en Prevención de Riesgos  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

**Gráfico No.1. 4 Colores reglamentarios para gases comprimidos**

GAS	FORMULA QUIMICA	CUERPO (A)	OJIBA (B)	FRANJA (C)
<b>INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES</b>				
Acetileno	CH <sub>2</sub> =CH	Rojo	Marrón	Marrón
Bromuro de vinilo (R1140B1)	CH <sub>2</sub> =CH Br	Rojo	Verde	Blanco
Butadieno 1,3	CH <sub>2</sub> =CH-CH=CH <sub>2</sub>	Rojo	Blanco	Gris
Buteno, 1 (butileno 1)	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH=CH <sub>2</sub>	Rojo	Blanco	Naranja
Ciclopropano	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	Rojo	Naranja	Naranja
Cisbuteno, 2 (cistubileno)	CH <sub>3</sub> CH CH CH <sub>3</sub>	Rojo	Blanco	Naranja
Cloruro de etilo (R-160)	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl	Rojo	Blanco	Azul
Cloruro de metilo (R-40)	CH <sub>3</sub> Cl	Rojo	Verde	Verde
Cloruro de vinilo (R-1140)	CH <sub>2</sub> =CH Cl	Rojo	Verde	Naranja
Deuterio	D <sub>2</sub>	Rojo	Rojo	Rojo
1,1 difluoretano (R152A)	CH <sub>3</sub> CH F <sub>2</sub>	Rojo	Gris	Marrón
1,1 difluoretileno (R1132A)	CH <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub>	Rojo	Gris	Marrón
Difluor, 1,1 cloro; 1 etano (R142B)	CH <sub>3</sub> CCl F <sub>2</sub>	Rojo	Gris	Marrón
Dimetil silano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> Si	Rojo	Verde	Violeta
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Rojo	Blanco	Blanco
Etileno	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>	Rojo	Violeta	Violeta
Fluoruro de vinilo (R1141)	CH <sub>2</sub> =CH F	Rojo	Banco	Violeta
Hidrógeno	H <sub>2</sub>	Rojo	Rojo	Rojo
Isobutano (metilpropano)	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH CH <sub>3</sub>	Rojo	Azul	Azul
Isobuteno (isobutileno)	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub>	Rojo	Blanco	Marrón
Metano	CH <sub>4</sub>	Rojo	Gris	Gris
Metil silano	CH <sub>3</sub> Si	Rojo	Azul	Naranja
Oxido de metilo (éter dimetilico)	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	Rojo	Azul	Violeta
Oxido de metilo y vinilo	CH <sub>2</sub> =CHO CH <sub>3</sub>	Rojo	Azul	Marrón
Propeno (propileno)	CH <sub>2</sub> CH=CH <sub>2</sub>	Rojo	Azul	Gris
Transbuteno, 2 (transbutileno, 2)	CH <sub>3</sub> CH=CH-CH <sub>3</sub>	Rojo	Blanco	Naranja
Trifluor, 1,1,1, etano (R143A)	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	Rojo	Gris	Violeta
Trifluor cloro etileno (R1113)	C Cl F=CF <sub>2</sub>	Rojo	Verde	Marrón
Trimetilamina	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	Rojo	Verde	Gris
Trimetil silano	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Si	Rojo	Gris	Naranja
<b>OXIDANTES E INERTES</b>				
Aire comprimido	--	Negro	Negro	Blanco
Anhídrido carbónico	CO <sub>2</sub>	Negro	Gris	Gris
Argón	Ar	Negro	Amarillo	Amarillo
Helio	He	Negro	Marrón	Marrón
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	Negro	Violeta	Violeta
Kriptón	Kr	Negro	Naranja	Azul
Neón	Ne	Negro	Naranja	Naranja
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	Negro	Negro	Negro
Oxígeno	O <sub>2</sub>	Negro	Blanco	Blanco
Protóxido de nitrógeno	N <sub>2</sub> O	Negro	Azul	Azul
Xenón	Xe	Negro	Azul	Blanco
Bromo-trifluor-etano (R13B1)	C Br F <sub>3</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Cloro-difluor-bromo-metano (R12B1)	C Br Cl F <sub>2</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Cloro-difluor-metano (R22)	CH Cl F <sub>2</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Cloro-pentafluor-etano (R115)	C <sub>2</sub> Cl F <sub>5</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Cloro, 1-trifluor, 2,2,2, etano (R133A)	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl	Gris (*)	Gris	Gris
Cloro-trifluor-metano (R13)	C Cl F <sub>3</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Dicloro-difluor-metano (R12)	C Cl F <sub>2</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Dicloro-monofluor-metano (R21)	CH Cl <sub>2</sub> F	Gris (*)	Gris	Gris
Dicloro-1,2 tetrafluor-1,1,2,2, etano (R114)	(C Cl F <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Hexafluor-etano (R116)	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Octofluor-ciclobutano (R-C318)	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Tetrafluor-metano (R14)	C F <sub>4</sub>	Gris (*)	Gris	Gris
Tricloro-fluor-metano (R11)	C Cl <sub>3</sub> F	Gris (*)	Gris	Gris
Trifluor-metano (R23) (fluoroformo)	CH F <sub>3</sub>	Gris (*)	Gris	Gris

Continua.

GAS	FORMULA QUIMICA	CUERPO (A)	OJIBA (B)	FRANJA (C)
<b>TOXICOS O VENENOSOS</b>				
Amoníaco	NH <sub>3</sub>	Verde	Verde	Verde
Anhidrido sulfuroso	SO <sub>2</sub>	Verde	Amarillo	Amarillo
Bióxido de nitrógeno	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Verde	Marrón	Marrón
Fluoruro bórico	B F <sub>3</sub>	Verde	Amarillo	Azul
Fluoruro de sulfurilo	SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	Verde	Blanco	Azul
Hexafluorpropeno	CF <sub>3</sub> CF=CF <sub>2</sub>	Verde	Gris	Gris
Monóxido de nitrógeno	NO	Verde	Negro	Negro
Arsenammina (arsina)	AsH <sub>3</sub>	Verde	Amarillo	Blanco
Bromuro de metilo (R40B1)	CH <sub>3</sub> Br	Verde	Naranja	Naranja
Cianógeno	C <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	Verde	Rojo	Negro
Cianuro de hidrógeno	HCN	Verde	Rojo	Blanco
Diborano	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Verde	Blanco	Verde
Diclorosilano	H <sub>2</sub> SiCl <sub>2</sub>	Verde	Naranja	Verde
Dimetilamina	CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	Verde	Rojo	Azul
Etilamina	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	Verde	Rojo	Gris
Fosfammina (fosfina)	PH <sub>3</sub>	Verde	Amarillo	Verde
Germano	Ge H <sub>4</sub>	Verde	Naranja	Azul
Metilamina	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	Verde	Rojo	Marrón
Metil mercaptano	CH <sub>3</sub> SH	Verde	Rojo	Amarillo
Monóxido de carbono	CO	Verde	Rojo	Rojo
Oxido de etileno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	Verde	Violeta	Violeta
Seleniuro de hidrógeno	H <sub>2</sub> Se	Verde	Gris	Verde
Silano	SiH <sub>4</sub>	Verde	Rojo	Verde
Sulfuro de hidrógeno	H <sub>2</sub> S	Verde	Blanco	Blanco
<b>CORROSIVOS</b>				
Bromuro de hidrógeno	H Br	Amarillo	Azul	Azul
Cloro	Cl <sub>2</sub>	Amarillo	Blanco	Blanco
Cloruro bórico	B Cl <sub>3</sub>	Amarillo	Violeta	Violeta
Cloruro de cianógeno (cianocloro)	CN Cl	Amarillo	Verde	Rojo
Cloruro de hidrógeno	H Cl	Amarillo	Marrón	Marrón
Cloruro de nitrosilo	NO Cl	Amarillo	Gris	Gris
Flúor	F <sub>2</sub>	Amarillo	Verde	Verde
Hexafluoruro de tungsteno	WF <sub>6</sub>	Amarillo	Azul	Blanco
Oxicloruro de carbono (fosgeno)	CO Cl <sub>2</sub>	Amarillo	Verde	Blanco
Tetrafluoruro de silicio	Si F <sub>4</sub>	Amarillo	Naranja	Naranja
Trifluoruro de cloro	Cl F <sub>3</sub>	Amarillo	Violeta	Gris
<b>PROPANO Y BUTANO INDUSTRIALES</b>				
Butano	--	Naranja	Naranja	Naranja
Propano (mezcla C)	--	Naranja	Naranja	Naranja

Fuente: NTP198: Gases comprimidos identificación de botellas (Ladislao Díaz Moreno, perito industrial)  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

### **1.3.1.3. Óxido de Etileno (OE)**

Óxido de etileno (igualmente identificado como ETO u oxirano) es un gas combustible de esencia más bien dulce, diluyéndose con habilidad en el agua, el alcohol y en su totalidad con solventes orgánico.

El producto químico más significativo procedente del etileno, que no es predecesor de plásticos, es el óxido de etileno. El OE es un gas tóxico a temperatura ambiente, de  $T_b = 10,7\text{ °C}$  y  $T_f = -112\text{ °C}$  que forman combinaciones explosivas con el aire. Es asequible en agua en todas proporciones. Es un compuesto tóxico, inflamable y se manipula líquido en receptores a presión.

### **1.3.1.4. Obtención y Aplicaciones Industriales**

El óxido de etileno es un gas a temperatura ambiente, incolora, estrechamente explosivo con un valor límite de inflamabilidad en aire cerca del 3%, de alta toxicidad a los ojos y piel.

Se consigue mediante oxidación catalítica (utilizándose plata como catalizador) del etileno con el oxígeno del aire. Gran aumento del producto se utiliza como intermediario en la elaboración de etilenglicol, polietileno, film y fibra de terftalato de poliéster y de otras sustancias orgánicas. Nuevos usos del óxido de etileno son como fumigante en la manufactura de la nutrición y empleado como esterilizante en función de su sensibilidad al fuego en los equipos y utensilios médicos.

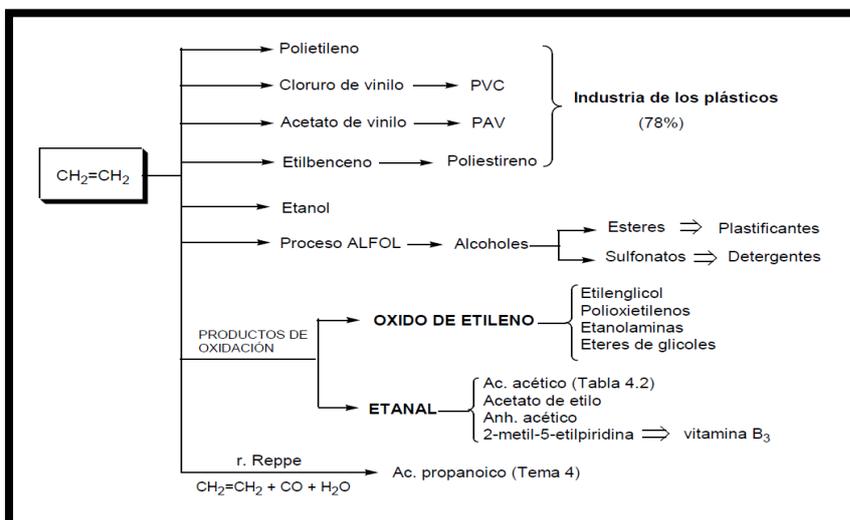
Otros estudios industriales de utilidad del óxido de etileno son la elaboración de los compuestos siguientes: éteres de glicoles, tiodiglicoles, acrilonitrilo, etanolaminas, hidroxietil celulosas, agentes tensioactivos, perfumes y productos farmacéuticos (las directivas de la CEE prohíben su empleo).

**Cuadro No.1. 2 Uso mundial de etileno (% en peso)**

Producto	Mundo	USA	Eur. Occ.	Japón
Polietileno (LDPE Y HDPE)	57	49	58	43
Cloruro de vinilo	14	15	14	18
Óxido de etileno y productos secundarios	13	13	10	11
Acetaldehído y productos secundarios	1	1	2	4
Etilbenceno y estireno	7	7	7	12
Otros (etanol, acet. de vinilo, 1,2-dibromoetano, cloruro de etilo, propionaldehído, etilenimina...)	8	15	9	12
Uso total (en 10 <sup>6</sup> Tm)	100	31,3	30,0	17,4

Fuente: (Ascensión Sanz Tejedor) Química Orgánica Industrial Productos de interés industrial derivados del etileno.  
Elaborado Por: Ing. Hugo Benavides D.

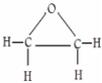
**Gráfico No.1. 5 Aplicaciones del óxido de etileno**



Fuente: (Ascensión Sanz Tejedor) Química Orgánica Industrial Productos de interés industrial derivados del etileno.

Elaborado Por: Ing. Hugo Benavides

**Cuadro No.1. 3 Propiedades físico – químicas del óxido de etileno**

<b>Formula estructural</b>	
<b>Nomenclatura</b>	Óxido de etileno, Oxirano, etoxiciclopropano, eter 1-2 epoxi-etano, Oxano
<b>Abreviaciones</b>	OE-Eto
<b>Estado físico</b>	Gas
<b>Color</b>	Incoloro
<b>Olor</b>	Etéreo
<b>Reconocimiento de olor</b>	470mg/m <sup>3</sup> para ser percibido y entre 900-1260 mg/m <sup>3</sup> para ser reconocido
<b>Masa molecular relativa(MMR)</b>	44.054
<b>Punto de solidificación</b>	-113.3°C
<b>Punto de evaporación</b>	10.4°C a 760 mmHg
<b>Solubilidad en agua</b>	Infinitamente soluble
<b>Densidad</b>	0.87g/ml a 20°C
<b>Presión de vapor</b>	146Kpa-1095mmHg a 20°C
<b>Punto llama</b>	<-18°C
<b>Limite explosividad en % de O.E.</b>	Gas: Límite inferior 3- Límite superior 100 Liquido: No es explosivo
<b>Calor de combustión (gas)</b>	308,7cal/g mol
<b>Temperatura critica</b>	195.8°C

### **Características organolépticas**

Líquido o gas, incoloro, de olor parecido al éter, irritante a altas concentraciones.

### **Solubilidad**

Miscible en agua y en la mayoría de los disolventes orgánicos (alcohol, éter...).

### **Riesgos de incendios**

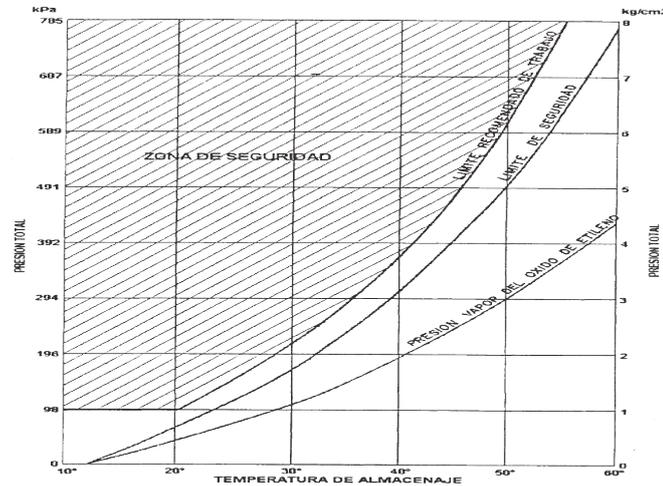
Se conoce que un gas muy inflamable que logra crear mezclas explosivas en aire.

Por otra parte la relación de este producto con otras sustancias químicas puede ser fuente de incendios y explosiones.

Los agentes de extinción recomendados son las espumas anti alcohol y los polvos químicos.

Para reducir los riesgos de incendio y explosión, el óxido de etileno se utiliza con frecuencia mezclado con gas inerte tales como el nitrógeno o anhídrido carbónico.

**Gráfico No.1. 6 Condiciones de trabajo del óxido de etileno**



Fuente: NTP 206 (Manuel Bernola Alonso) Doctor en Ciencias Química

Elaborado por: Ing. Hugo Benavidez

### 1.3.1.5. Prevención de riesgos

Los trabajadores que prestan sus servicios en una entidad hospitalaria se hallan expuestos a incalculables riesgos capaces de incitar variaciones o patologías laborales. Los servicios de esterilización de los hospitales no son una excepción para la existencia de riesgos ocurridos por el trabajo. Por el contradictorio, podemos expresar que establece un área de trabajo que sobrelleva un alto riesgo profesional. Los riesgos pueden ser de diferente ambiente o causa, concurriendo el más frecuente:

**Riesgo químico:** Este riesgo es provocado por aerosoles, gases, vapores y los polvos orgánicos que pueden ser naturales o sintéticos e inorgánicos.

Los agentes esterilizantes químicos con grande riesgo son: el óxido de etileno, el glutaraldehído, el ácido per acético, el peróxido de hidrógeno y el formaldehído. Tenida en cuenta de su abultada volatilidad e inflamabilidad se indica tomar precisas medidas de seguridad para advertir el riesgo de incendio y explosión inspeccionando

cualquier posible origen de ignición, electricidad estática, provisión de extintores de dióxido de carbono o polvo químico (en caso de empleo de agua en grandes incendios, la boca debe estar provista de un sistema de nebulización), empleo de vapor o agua caliente para calentar el óxido de etileno o mezclas; el acopio lejos del calor o de oxidantes enérgicos tales como ácidos o alcoholes fuertes así como cloruros, aluminio o estaño y óxido de hierro, o aluminio. Suele inducir a explosiones violentas con mercaptanos y con alcoholes.

Se instalará el equipo de protección y diferentes medidas que frenen o corrijan las posibles aspersiones o escapes de óxido de etileno, desalogando en el primer caso al personal menos al delegado de los procedimientos de limpieza.

Cualquier origen de ignición se aislará o se cerrará y se suministrará al sitio una buena ventilación. Si se presenta en pequeñas dosis la absorción por trapos o papeles, procediendo a su gasificación posterior en lugar seguro, como consigue ser un sistema de extracción.

No estará autorizado el empleo de óxido de etileno en sitios limitados como forma de limpieza. Los trabajadores no ejercerán su oficios en zonas confinadas, donde exista en el ambiente contenido óxido de etileno, sin que se tengan adoptadas las medidas acertadas que aseveren concentraciones tolerables.

En caso de acopio se utilizarán sistemas cerrados o locales con buena ventilación. La extinción de incendios se ejecuta mediante: espuma anti alcohol, anhídrido carbónico y polvo químico.

En las zonas donde se crea o use óxido de etileno se observarán las comprobaciones sanitarias pertinentes: aislado y un manejo conveniente de la ropa mojada con óxido de etileno y duchas y lavabos donde el operario pueda protegerse y estar alejado de cualquier contacto de la sustancia con la piel. En caso de posibles irrigaciones los trabajadores utilizarán protectores faciales y dispondrán de lavatorio de ojos.

### **1.3.1.6. Exposición laboral a óxido de etileno**

La esterilización con óxido de etileno se utiliza para todo el material que es sensible al calor: plástico, caucho o incluso ciertos metales.

Al examinar estos materiales se ha averiguado que el óxido de etileno es concentrado en ellos en grandes cantidades, resultando que la exposición no solo puede afectar al personal que labora en el servicio de esterilización, si no se emplea un sistema de aireación forzado correcto, esta concentración también puede afectar a los usuarios internos que se encuentran en el hospital. (pacientes, trabajadores de quirófanos, etc.)

### **1.3.1.7. Efectos Sobre la Salud**

El óxido de etileno es un irritante para la piel y de las mucosas, el contacto inmediato con el producto puede causar quemaduras químicas y reacciones alérgicas. Los riesgos del óxido de etileno en el contorno industrial (peligros de explosión e incendios, quemaduras cutáneas, dermatitis alérgicas), se registran desde hace tiempo. En su aplicación más actual como agente esterilizador para instrumental médico, es muy importante prevenir el riesgo por la exposición por inhalación.

La intoxicación aguda por óxido de etileno puede causar, según la magnitud de la exposición, irritación en los ojos, nariz y garganta, dificultades gastrointestinales (náuseas, vómitos), neuralgias y cefaleas. Los síndromes surgen posteriormente de un período de latencia de algunas horas, no teniendo señales de alarma durante la exposición como podría ser tos e irritación de las mucosas nasales. Además el nivel olfativo del óxido de etileno es bastante elevado, de alrededor de 700 ppm, por lo que cuando se percibe el olor hay que salir de la zona. Las exposiciones más graves ocurren después de algunos minutos de exposición a partir de 500 - 700 ppm.

Una vez pasada la exposición, la rehabilitación se ejecuta sin ningún tipo de consecuencias.

En la intoxicación crónica las únicas exposiciones manifestadas para el hombre son las neurológicas, habiéndose explicado un caso de encefalopatía y tres casos de polineuritis

entre los trabajadores que operaban un esterilizador en mal funcionamiento. Al finalizar la exposición ocurrió un rebote creciente de los síntomas, hasta la curación total. Las manifestaciones neurovegetativas atribuidas a la exposición crónica al óxido de etileno, han sido descritas en la literatura rusa.

Los testimonios epidemiológicos anunciados acerca de dos estudios, uno de ellos realizado entre trabajadores de una planta de elaboración de óxido de etileno y otro en una unidad de esterilización en la que utilizaban un 50% de óxido de etileno y 50% de otros compuestos.

(formiato de metilo, cloruro de metilo, etileno y bisclorometiléter), dan un revelador acrecentamiento de la mortalidad entre los trabajadores expuestos a óxido de etileno con respecto a la media nacional. La representatividad de estas investigaciones es dudosa, examinado el pequeño número de ocurrencias observadas, la escasa averiguación respecto a la intensidad de la exposición y la presencia en el ambiente de otros contaminantes potencialmente genotóxicos, por lo que son esenciales nuevas averiguaciones epidemiológicas para evidenciar el potencial cancerígeno del óxido de etileno para el hombre. Sin embargo, de la comparación entre los estudios hechos con animales, y los datos epidemiológicos propicios hasta la actualidad, se ha concluido la consideración del óxido de etileno como una sustancia potencialmente cancerígena para el hombre.

#### **1.3.1.8. Valores Límites Ambientales**

Las condiciones referentes a la valoración de riesgos de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y del Real Decreto 39/1997, por el que se ratifica el Reglamento de los Servicios de Prevención, involucran el manejo de los valores límite de exposición para poder evaluar el riesgo por exposición a agentes químicos, cuando ésta se establezca de forma cuantitativa, es decir, por medio de las concentraciones en el aire del puesto de trabajo.

El Real Decreto 374/2001 describe que la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos comparados con los agentes químicos durante el trabajo expide a los valores límite de exposición profesional publicados por el INSHT como valores de reseña para

la evaluación y control de los riesgos originados por la exposición de los trabajadores a agentes químicos.

Los límites de exposición profesional son valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y por lo tanto para proteger la salud de los trabajadores.

El NIOSH recomienda un nivel de exposición  $< 0,2$  ppm, con un valor techo de 5 ppm y con unos tiempos de exposición inferiores a 10 min., por día de trabajo. Para el caso de esta investigación se va a utilizar la presente normativa y compara los datos obtenidos. En la URSS (norma GOST) la concentración límite permisible es de 0,5 ppm. En España, en el aún vigente Reglamento sobre Industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas se mantiene el valor inicial de la ACGIH de 50 ppm, aunque en los estudios y valoraciones que se llevan a cabo se viene tomando como referencia el valor TLV actualizado de la ACGIH.

### **1.3.1.9 Proceso de Esterilización por Óxido de Etileno**

La esterilización por óxido de etileno (OE) se utiliza principalmente para esterilizar productos médicos y farmacéuticos que no aguantan la esterilización convencional a alta temperatura, como aparatos que incorporan elementos electrónicos, envases o recipientes de plástico.

El gas OE se filtra en los envoltorios así como en los propios productos para acabar con los microorganismos que quedan después del proceso de producción o envasado. Este gas, al mezclarse con aire en una relación de al menos un 3 % de gas OE, forma una mezcla explosiva. El punto de ebullición del gas OE puro es de 10,73 °C a presión atmosférica. Normalmente, está mezclado con nitrógeno o CO<sub>2</sub>. Esta condición explosiva exige utilizar zonas de materiales de seguridad intrínseca (ATEX), tanto para la seguridad de las personas como para la del mismo proceso.

La seguridad del personal es una cuestión importante debido a los efectos nocivos del OE sobre las personas. Las áreas contaminadas deben estar equipadas con alarmas

activadas por detectores de gas instalados en diferentes lugares para detectar cualquier fuga. Deben utilizarse sistemas de alarmas acústicas y visuales. El sistema debe informar a cualquier operario de si una célula de esterilización contiene OE.

La esterilización por óxido de etileno se compone de 3 fases:

- Condicionamiento o pre condicionamiento.
- Esterilización
- Ventilación o Aeración

En la primera fase de “**Condicionamiento**” o “**Pre condicionamiento**”, hay que favorecer el crecimiento de los micro-organismos, utilizando la temperatura y la humedad. Si se efectúa dentro de la propia cámara, se habla de condicionamiento; si se efectúa semejante a un ciclo de esterilización, es decir en una sala independiente, se habla de sala de pre condicionamiento.

En la segunda fase de “**Esterilización**”, consiste en la carga se somete al ciclo de esterilización con los requerimientos subsiguientes:

- Control de los parámetros físicos en cada fase del ciclo (temperatura, presión, humedad y tiempo)
- Control del triángulo de explosividad para asegurar que el ciclo se queda en una zona segura.
- Elementos exteriores como la ventilación de la sala, detectores de LEL y PPM, utilidades disponibles, etc...
- Control de la eliminación del óxido de etileno. La tecnología utilizada suele depender de la legislación del país o bien del presupuesto. Para eso, se puede usar dos tecnologías: por Scrubber o por sistema catalítico.

Y el último período “**Ventilación o Desgasificación**”, radica en airear para retirar todas las partículas excedentes de óxido de etileno que hay dentro del producto y cajas.

Esto se puede ejecutar en la misma cámara o en una sala de desgasificación a parte según las necesidades del cliente. El tiempo de ventilación dependerá del tipo de material esterilizado, del tipo de envoltorio, de las características de la máquina.

Durante todo el desarrollo de esterilizado, hay unas medidas claves que tienen que ser inspeccionados y seguros hasta el final del proceso y que accedan la optimización del proceso:

- Concentración del gas
- Temperatura
- Humedad relativa (la humedad óptima para el proceso es entre 30 y 60%. Un valor superior disminuye la actividad anti bacteriana y un valor menor provoque una resistencia mayor a la penetración del óxido de etileno).
- Tiempo de exposición (depende de la contaminación inicial de la carga, del tipo de producto y envoltorio)

Para que la esterilización sea óptima, tiene que existir una adecuada relación entre estas 4 variables.

#### **1.3.1.10 Niveles de Contaminación en Unidades de Esterilización**

Estudios efectuados en varios hospitales han facultado conocer los márgenes de concentraciones de óxido de etileno presentes en el aire ambiente de las centrales de esterilización.

Los mediciones de concentraciones del gas son de 0,2 a 3,4 ppm para las muestras ambientales, alcanzando los resultados más altos en las áreas de bodega y aireación (cuando no hay aireado mecánico) y en el instante en que se abre el esterilizador para sacar el material. En las análisis personales, los límites de los valores promedio para 8 horas, de trabajo son de 0,2 a 1 ppm, recayendo en los valores más altos a los funcionarios que durante su jornada laboral han abierto el esterilizador para adquirir el material una vez terminado el ciclo. En muestras analizadas durante tiempos de 5 minutos, al abrir el esterilizador y retirar el material para airear, se han descubierto

concentraciones de hasta 3,8 ppm. En los servicios de central de esterilización que utilizan esterilizadores con aireación incorporada, las concentraciones ambientales promedio fluctúan cerca de los 0,5 ppm.

#### **1.3.1.11. Diseño de la sala de Esterilización con Óxido de Etileno**

La sala debe estar destinada solo al equipo o equipos de esterilización con óxido de etileno y encontrarse físicamente aislada del resto de la central. La misma deberá contar con un sistema de ventilación forzada que garantice un mínimo de 10 renovaciones de aire por hora sin recirculación, también esta sala poseerá presión negativa (extracción de aire), su temperatura oscilara en los 18° y 23°C.

Las conexiones eléctricas deberán ser antiexplosivas y cada cual con su propio cable de descarga a tierra.

El área de construcción será construida mediante una planificación de acuerdo a las funciones y tamaño del hospital, no hay norma fija pero debe ser suficiente para la realización de las actividades en forma ordenada, se recomienda entre 0,70 y 1 m por cama hospitalaria para realizar el cálculo de su construcción.

#### **1.3.1.12. Características del equipo de esterilización 3M™ Steri-Vac™ Óxido de Etileno 5XL**

El esterilizador/aireador 3M™ Steri-Vac™ 5xl es una unidad compacta diseñada para esterilizar dispositivos sensibles al calor o la humedad. Este esterilizador/aireador está previsto sólo para su uso en interior.

**Cuadro No.1. 4 Condiciones ambientales de funcionamiento**

CONDICIÓN AMBIENTAL	CONDICIÓN AMBIENTAL	UNIDADES
Altitud	2500 (máximo)	Metros
Temperatura	5- 35	°C
Humedad	35-80 (sin condensación)	% humedad relativa (HR)
Rango voltaje	220-240± 10% (50/60)	V~
Amperios	9	A
Exceso de voltaje momentáneo	Categoría II	N/D
Grado de	2	N/D
Condición ambiental	Condición ambiental	Unidades
Altitud	2500 (máximo)	Metros
Temperatura	5- 35	°C
Humedad	35-80 (sin condensación)	% humedad relativa (HR)
Rango voltaje (frecuencia)	220-240± 10% (50/60)	V~
Amperios	9	A

Fuente: Manual del operador 3M Salud  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### **1.3.1.13. Procedimientos para la Preparación del Manejo del Esterilizador**

Controles del esterilizador

#### **1. Interruptor de encendido**

Controla el paso de corriente al esterilizador. Está localizado en el lateral izquierdo del esterilizador (Grafico 1.6) El aparato debería dejarse encendido para simplificar su manejo.

#### **2. Botón para seleccionar la temperatura**

Este botón selecciona la temperatura de la cámara utilizada durante los ciclos de aireación y esterilización. La temperatura seleccionada no puede ser modificada una vez comenzado el ciclo (Grafico 1.7).

### **3. Botones de selección del tiempo de aireación**

Estos botones permiten programar el tiempo de aireación con intervalos de 30 minutos. La flecha que indica la señalización a hacia arriba (3) aumenta el tiempo;

4. la que señala hacia abajo (4) lo disminuye (Grafico 1.7).

### **5. Botón de inicio**

Este botón inicia el ciclo de esterilización (Grafico 1.7).

### **6. Botón de parada**

Este botón puede utilizarse para interrumpir el ciclo en cualquier momento. Si se pulsa durante la fase de pre-acondicionamiento, el esterilizador regresa al estado de standby y la puerta consigue abrirse. si se presiona durante la fase de exposición al gas, el ciclo avanza hasta la extracción final del vacío y elimina el gas óxido de etileno de la cámara antes de desbloquear la puerta (esto llevará aproximadamente una hora y media). Una alarma sonará al final del ciclo.

### **7. Indicador de encendido**

Iluminado mientras el esterilizador está encendido (Grafico 1.7)

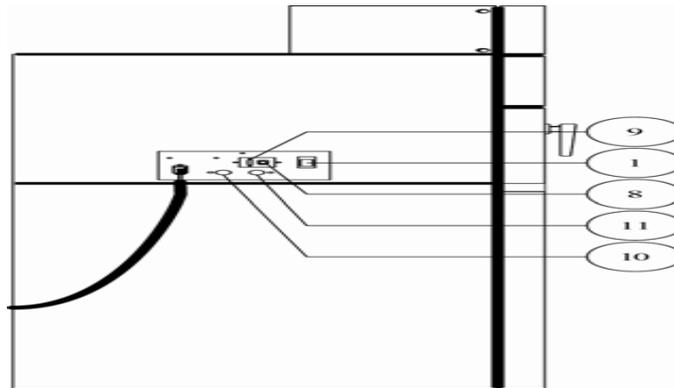
### **8. Puerto de Interface para el panel de visualización a distancia**

### **9. Puerto de Interface para el Abator**

### **10. Puerto para la Salida del Gas**

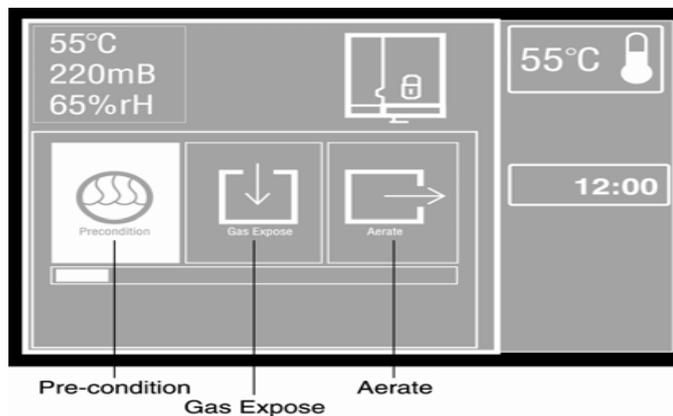
### **11. Puerto de Entrada para aire comprimido**

**Gráfico No.1. 7 Vista lateral – 3M Steri-Vac 5XL**



Fuente: Manual del operador 3M Salud  
Elaborado Por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.1. 8 Panel Visualización – 3M Steri-Vac 5XL**



Fuente: Manual del operador 3M Salud  
Elaborado Por: Ing. Hugo Benavides D

#### **1.3.1.14. Cartuchos de óxido de etileno Steri – Gas 3M**

Las cantidades de la unidad de dosis de óxido de etileno (OE) para los esterilizadores de gas Steri-Vac, se han proporcionado a través de los cartuchos de OE Steri-Vac de 3M. Diversas instituciones dedicadas al cuidado de la salud han encontrado que este método es confiable y costo - eficiente para la esterilización de artículos médicos

#### **1.3.1.15. Principales Ventajas y Beneficios del Sistema**

- Los cartuchos contienen pequeñas cantidades de óxido de etileno.
- El cartucho dispensa la cantidad adecuada de óxido de etileno para cada ciclo de esterilización.

- El sistema proporciona un método de esterilización fácil, costo- efectivo y eficiente.
- No hay tanques estorbosos que almacenar, cambiar ni transportar.
- No hay válvulas externas que requieren mantenimiento tardado. Las válvulas externas son una fuente de fugas de gas.
- No hay filtros de línea de gas a conectar, y que requieren cambio. Los filtros de línea de gas también pueden ser una fuente de exposición al óxido de etileno.
- Los cartuchos no contienen diluyentes de cloro flúor carbono que ocasionan destrucción de la capa de ozono.

### 1.3.1.16. Especificaciones

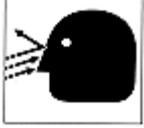
Los cartuchos contienen 100% óxido de etileno líquido. El líquido se convierte en gas cuando es liberado del cartucho en la cámara de esterilización. Las características físicas principales del óxido de etileno aparecen a la derecha del cartucho cuando es liberado del cartucho en la cámara de esterilización.

**Cuadro No.1. 5 Especificación Cartuchos OE Steri-Gas de 3M**

<b>Punto de ebullición</b>	10.7°C (51.3°F)
<b>Presión de vapor</b>	1094mm Hg a 20°C
<b>Color</b>	Incoloro
<b>Límites de inflamabilidad</b>	
<b>inferior</b>	3% (30,000ppm)
<b>superior</b>	100%
<b>Temperatura de ignición en aire</b>	428.9°C (804°F)
<b>sin aire</b>	571.1°C (1060°F)
<b>Solubilidad en agua</b>	Completo
<b>Densidad líquida (agua=1)</b>	0.87
	1.49
<b>Aroma detectable</b>	Aprox. 500-750 ppm

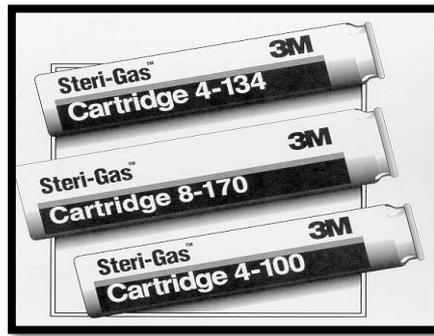
Fuente: 3M Health Care  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Cuadro No.1. 6 Información de Salud y Seguridad**

TOXICIDAD	DECLARACIONES DE TRATAMIENTO INMEDIATO/PRIMEROS AUXILIOS
<p><b>Inhalación aguda</b></p> <p>La inhalación puede ocasionar irritación de las vías respiratorias, mareo, náusea y vómito (inmediato o posterior), dolor de pecho y efectos neurotóxicos.</p> 	<p>Salga al aire libre de inmediato después de una sobre exposición al OE. Consulte a un médico lo más pronto posible.</p>
<p><b>Inhalación crónica</b></p> 	
<p>OSHA clasifica el óxido de etileno (OE) como un carcinógeno humano y reproductivo peligroso.</p>	
<p><b>Contacto con los ojos</b></p> <p>Si salpica el óxido de etileno puede ocasionar daño muy severo a los ojos. Las altas concentraciones pueden ocasionar lesiones e irritación muy severa.</p>	<p>Para el óxido de etileno líquido o altas concentraciones de gas, lave los ojos, de inmediato, con agua durante 10 minutos. Consulte a un médico de inmediato</p>
<p><b>Contacto con la piel</b></p> 	<p>Lave el área de contacto con agua durante 15 minutos. Retire las prendas contaminadas mientras lava. Lave el área afectada con jabón y agua. Consulte a un médico lo más pronto posible. Ventile las prendas contaminadas y lave antes de volver a utilizar. Deseche los artículos de piel contaminados.</p>
<p>El óxido de etileno líquido puede ocasionar irritación en la piel, dermatitis y ampollas.</p>	
<p><b>Ingestión</b></p> 	<p>Llame a un médico o un centro de control de veneno. Tome uno o dos vasos de agua e induzca el vómito tocando la garganta con el dedo. no induzca el vómito o suministre nada por la boca a una persona inconsciente.</p>
<p>Una ruta de exposición poco probable. El óxido de etileno, si ingerido, es cáustico y ocasiona irritación severa y quemaduras a la mucosa gastrointestinal.</p>	
<p><b>Límites de exposición de acuerdo a OSHA</b></p>	<p>Los límites de exposición de acuerdo a</p>
<p><b>(29CFR 1910.1047</b></p>	<p>OSHA es 1 ppm (1 parte por millón) medido como un promedio de 8 horas con límite de Excursión de 5 ppm en un periodo de muestra de 15 minutos.</p>

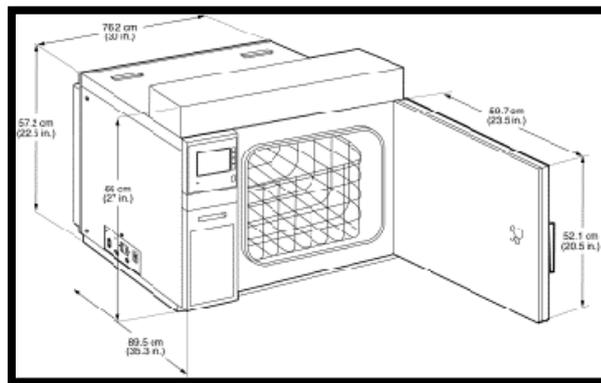
Fuente: Descripción del cartucho 3M Health Care  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.1. 9 Cartuchos de OE**



Fuente: Descripción del cartucho 3M Health Care  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

**Gráfico No.1. 10 Dimensiones del esterilizador de OE**



Fuente: 3M Steri Vac XL Series Gas  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

**Gráfico No.1. 11 Esterilizador de OE en Central de Esterilización HPGDR**



Fuente: Departamento de esterilización central HPGDR  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

### **1.3.2 Sistema de Ventilación**

Se menciona ventilación a la modificación del aire del interior de una edificación mediante extracción o inyección de aire. El propósito de la ventilación es:

- Asegurar la limpieza del aire respirable.
- Asegurar la salubridad del aire, tanto el control de la humedad, concentraciones de gases o partículas en suspensión.
- Colaborar en el acondicionamiento térmico del edificio.
- Luchar contra los humos en caso de incendio.
- Disminuir las concentraciones de gases o partículas a niveles adecuados para el funcionamiento de maquinaria o instalaciones.
- Proteger determinadas áreas de patógenos que puedan penetrar vía aire.

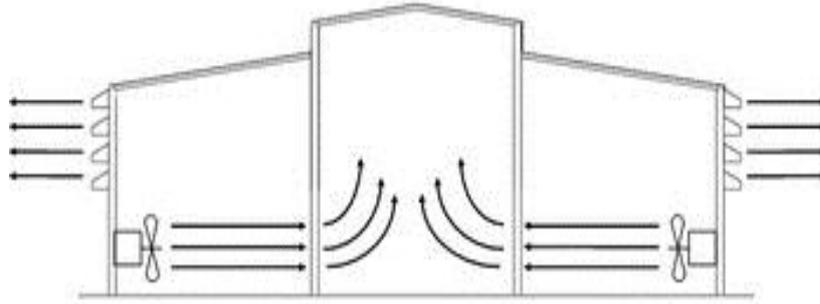
#### **1.3.2.1. Ventilación Forzada**

La ventilación forzada, también reconocida como ventilación mecánica, es el proceso mediante el cual se provee o extrae aire de un determinado espacio, utilizando dispositivos mecánicos (ventiladores) con el objeto de examinar los niveles de calor, extraer gases contaminantes, diluir partículas y polvillos producto de técnicas industriales y proveer oxígeno necesario para el personal o habitantes del recinto. La ventilación forzada es manipulada cuando la ventilación natural es insuficiente o no tiene la capacidad de conservar un espacio determinado en condiciones confortables.

#### **1.3.2.2. Ventilación por Sobre-Presión**

Este tipo de ventilación consiste en suministrar aire a un local determinado aumentando la presión interna con respecto a la presión atmosférica. Generalmente cuando se requiere de sobre presión en un local, se inyecta una cierta cantidad de aire y se calcula un volumen de presurización con la finalidad de extraer menos aire que se inyecta y así poder mantener las condiciones internas de sobre presión.

### Gráfico No.1. 12 Ventilación por Sobre-Presión

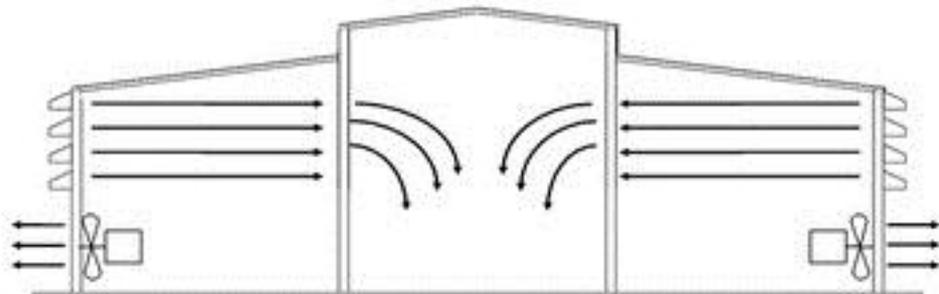


Fuente: Fission Engineering  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### 1.3.2.3. Ventilación por Depresión

En este tipo se instalan extractores en el local sacando el aire del interior provocando una caída de presión dentro de este respecto a la atmosférica. De esta manera el aire penetra por el diferencial de presión a través de las distintas aberturas dispuestas para ello, logrando lo mismos resultados que en la ventilación por sobre-presión.

### Gráfico No.1. 13 Ventilación por Depresión



Fuente: Fission Engineering  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

### 1.3.3 Filtración

Las aplicaciones de los procesos de filtración son muy extensas, encontrándose en muchos ámbitos de la actividad humana, tanto en la vida doméstica como de la industria general, donde son particularmente importantes aquellos procesos industriales que requieren de las técnicas químicas.

La filtración se ha desarrollado tradicionalmente desde un estudio de arte práctico, recibiendo una mayor atención teórica desde el siglo XX. La clasificación de los procesos de filtración y los equipos es diverso y en general, las categorías de clasificación no se excluyen unas de otras. }

### 1.3.3.1. Clasificación

El patrón de clasificación de los procesos de filtración es diverso, y según obras de referencia, se puede realizar en función de los siguientes criterios:

- El mecanismo de filtración.
- La naturaleza de la mezcla.
- La meta del proceso.
- El ciclo operacional.
- La fuerza impulsora.

En general, estas clases no se exceptúan mutuamente y los procesos de filtración suelen clasificarse principalmente de acuerdo al mecanismo, a la fuerza, al ciclo y a continuación según los demás factores adicionales.

Los filtros HEPA están formados por una malla de fibras dispuestas al azar. Las fibras típicamente están formadas por fibra de vidrio y con diámetros entre 0,5 y 2,0  $\mu\text{m}$ . Los elementos más importantes a tener en cuenta en un filtro HEPA son el diámetro de las fibras, el espesor del filtro y la velocidad de las partículas. El espacio entre las fibras es mucho mayor de 0,3  $\mu\text{m}$ , pero eso no significa que las partículas con un diámetro menor puedan pasar. A diferencia de los filtros de membrana los filtros HEPA están preparados para retener contaminantes y partículas mucho más pequeñas.

Esas partículas son atrapadas (se adhieren a una fibra) mediante una combinación de estos mecanismos:

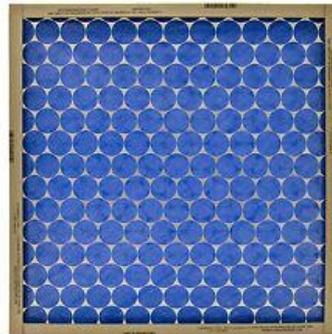
**Intercepción:** En el cual las partículas que siguen a un flujo de aire rozan una fibra y se adhieren a ella.

**Impacto:** Donde las partículas grandes no son capaces de evitar las fibras mientras siguen al flujo de aire y son obligadas a impactar directamente con una de ellas. Este efecto aumenta con la disminución de la separación entre fibras y el aumento de velocidad en el flujo de aire.

**Difusión:** Las partículas más pequeñas, fundamentalmente las menores de  $0,1\ \mu\text{m}$ , colisionan con las moléculas de gas lo que evita y retrasa su paso por el filtro. Este comportamiento es similar al movimiento browniano y aumenta la probabilidad de que una partícula sea detenida por uno de los dos mecanismos anteriores. Es la más dominante cuando el flujo de aire es lento.

La difusión predomina en partículas inferiores a  $0,1\ \mu\text{m}$  de diámetro. La intercepción y el impacto predominan en partículas mayores de  $0,4\ \mu\text{m}$ . Para partículas con un tamaño intermedio,  $0,3\ \mu\text{m}$  es el tamaño de partícula más penetrante (en inglés: *Most Penetrating Particle Size*), la difusión y la intercepción son bastante inefficientes. Las especificaciones de los filtros HEPA utilizan la retención de estas partículas intermedias para definir el tipo de filtro.

#### Gráfico No.1. 14 Filtro HEPA



Fuente: Laboratory Precisionaire  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

#### 1.3.4. Control Eléctrico

Un sistema de control es un conjunto de dispositivos facultados de administrar, ordenar, dirigir o regular el procedimiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados anhelados. Por lo general, se usan sistemas de control industrial en procesos de producción industriales para controlar

equipos o máquinas. Existen dos clases frecuentes de sistemas de control, sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. En los sistemas de control de lazo abierto la salida se genera dependiendo de la entrada; mientras que en los sistemas de lazo cerrado la salida depende de las consideraciones y correcciones realizadas por la retroalimentación. Un sistema de lazo cerrado es llamado también sistema de control con realimentación. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos sobre la base de muchos parámetros y reciben el nombre de controladores de automatización programables (PAC).

**Gráfico No.1. 15 Tablero de control eléctrico**

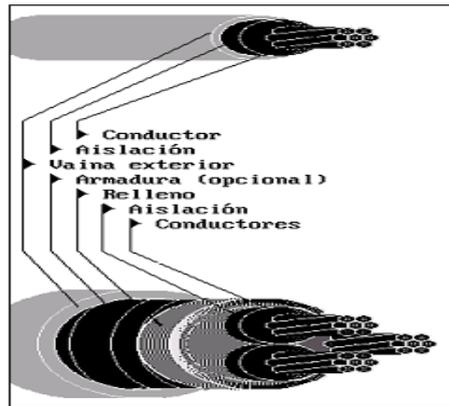


Fuente: Instalación del sistema de extracción  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

#### **1.3.4.1. Conductores Eléctricos**

La función básica de un cable consiste en transportar energía eléctrica en forma segura y confiable desde la fuente de potencia a las diferentes cargas. Existe una gran cantidad de terminología referente a este tema. En el caso general, la figura N° muestra los componentes que pueden distinguirse en un cable. Mediante la ayuda de la figura N° se puede hacer una descripción de las partes que constituyen un cable, las cuales son:

### Gráfico No.1. 16 Partes de un conductor



Fuente: El prisma profesionales en Ingeniería Eléctrica  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

- **Conductor**, los cables pueden estar constituidos por un conductor (cables monofásicos), tres (cables trifásicos), cuatro, etc.
- **Aislamiento**, capa de material dieléctrico, que aísla los conductores de distintas fases, o entre fases y tierra. Puede ser de distintos tipos, tanto de material orgánico, como inorgánico.
- **Capa semiconductor o barniz**, se emplea para homogenizar la superficie en la distribución de los conductores.
- **Blindaje o pantalla**, cubierta metálica, que recubre el cable en toda su extensión y que sirve para confinar el campo eléctrico y distribuirlo uniformemente en su interior.
- **Chaqueta o cubierta**, de material aislante muy resistente, separa los componentes de un cable del medio exterior.

#### 1.3.4.2. Selección de Cables

Para la selección de un conductor se debe tener en cuenta las consideraciones eléctricas, térmicas, mecánicas y químicas. Las principales características de cada una de ellas se pueden resumir de la siguiente forma:

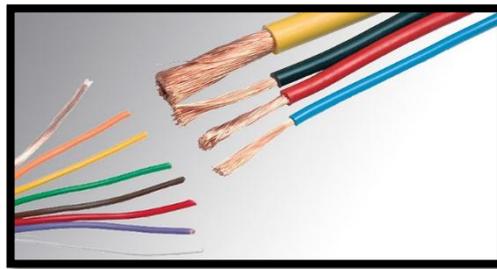
**Consideraciones eléctricas:** tamaño (capacidad de corriente), tipo y espesor de la aislación, nivel de tensión (baja, media o alta), capacidad dieléctrica, resistencia de aislación, factor de potencia.

**Consideraciones térmicas:** compatibilidad con el ambiente, dilatación de la aislación, resistencia térmica.

**Consideraciones mecánicas:** flexibilidad, tipo de chaqueta exterior, armado, resistencia impacto, abrasión, contaminación.

**Consideraciones químicas:** aceites, llamas, ozono, luz solar, ácidos.

**Gráfico No.1. 17 Selección de cables**

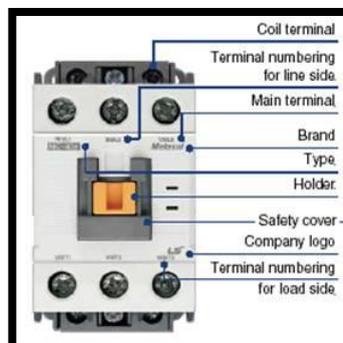


Fuente: conductores eléctricos KOBREX  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### 1.3.4.3. Contactor

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de contactores instantáneos).

**Gráfico No.1. 18 Contactor**



Fuente: Contactores MEC GMC 22 LG  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

#### **1.3.4.4. Interruptor Termo Magnético**

Los interruptores termo magnéticos, térmicas o breakers, están compuestos por dos partes fundamentales, como lo indica la palabra: una parte magnética y otra parte térmica.

El relé magnético es la parte encargada de la protección contra cortocircuitos y el relé térmico es la parte del interruptor automático encargada de la protección contra sobrecargas

Las Térmicas se abren y cortan el circuito cuando por ellas pasa una intensidad superior a la nominal. Esta intensidad es la que se llama calibre del aparato, y es la característica principal del dispositivo, los valores más normales de calibre son: 5A (Amperes), 10A, 16A, 20A, 25A, 30A, 40A, 50A.

Con respecto a los fusibles, las Térmicas tienen la ventaja que no es necesario reponerlas cada vez que actúan, por esto son tan utilizadas en las instalaciones domiciliarias e industriales.

**Gráfico No.1. 19 Interruptor Termo Magnético**



Fuente: JUNW Electric  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

#### **1.3.5. Caudal de Aire**

El aire como envoltura gaseosa de la Tierra no es una masa de gases en reposo, sino que constituye una delgada capa fluida y turbulenta removiéndose con intensidad variable

debida a grandes contrastes térmicos. Al desplazamiento masivo de grandes porciones de aire con una cierta velocidad y dirección común se le llama Viento.

A las desordenadas y continuas alteraciones en la posición relativa y en la velocidad de masas parciales del aire que se desplaza se le llama Turbulencia.

A la ausencia práctica de viento cerca del suelo o de la superficie del mar se le llama Calma. Es poco frecuente que esta quietud se observe a todas las alturas sobre un mismo lugar y podemos considerarla inexistente si alcanzamos varios miles de metros.

#### **1.3.5.1 Velocidad del aire**

El aire al circular por un conducto a la velocidad  $v$  (m/s) de Sección  $S$  ( $m^2$ ), determina una presión de velocidad, Presión Dinámica  $P_d$  (mm c.d.a.), y se liga con el caudal  $Q$  ( $m^3/h$ ),

#### **1.3.6. Higiene Ocupacional**

##### **1.3.6.1. Seguridad**

El término seguridad cotidianamente se puede referir a la ausencia de riesgo y al estado de bienestar que percibe y disfruta el ser humano

##### **1.3.6.2. Seguridad Industrial**

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión

##### **1.3.6.3. Higiene industrial**

La higiene industrial es el conjunto de procedimientos destinados a controlar los factores ambientales que pueden afectar la salud en el ámbito de trabajo. Se entiende por salud al completo bienestar físico, mental y social.

La higiene industrial, por lo tanto, debe identificar, evaluar y, si es necesario, eliminar los agentes biológicos, físicos y químicos que se encuentran dentro de una empresa o industria y que pueden ocasionar enfermedades profesionales a los trabajadores.

## **CAPÍTULO II**

### **2. METODOLOGÍA**

#### **2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Este método examina el uso y desarrollo de la investigación experimental, para establecer una opción de medida a los problemas generados como resultado de la presencia de fugas de gas de óxido de etileno en el ambiente de trabajo de la zona donde se encuentran los esterilizadores que trabajan con óxido de etileno del servicio de esterilización central, el aire que inhalan los funcionarios que se encuentran laborando en este servicio del Hospital Provincial General Docente Riobamba, alcanzando un paso de la investigación aparente para absorber este gas.

##### **Descriptivo**

Porque la investigación detalla el problema en sus causas y consecuencias, establecidas en el Hospital Provincial General Docente de Riobamba

##### **Correlacional**

La investigación se establece la relación entre la variable independiente y la dependiente. (Diseño e implementación de un sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno, para reducir riesgos en el personal del Hospital Provincial General Docente de Riobamba)

##### **Experimental**

La Investigación tiene un diseño cuasi experimental, ya que la propuesta es el diseño e implementación de un sistema de extracción de gases tóxicos y se realizará su aplicación en el servicio de Esterilización Central para ofrecer un ambiente seguro de trabajo a todos sus funcionarios.

## 2.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por la característica del objetivo es **aplicativa**, se encuentra dentro del ámbito de la Salud e Higiene Industrial y de la Planificación del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional con el que cuenta el hospital, ya que se desarrollara una investigación de los efectos a la salud que produce el óxido de etileno, y la implementación de un equipo para prevenir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores.

- **Por el lugar es de campo**, la investigación se realizara en el servicio de esterilización Central del Hospital Provincial General docente de Riobamba donde se identificó el problema.
- **Por el nivel es descriptiva y experimental**, ya que mediante la valoración del porcentaje de presencia del gas de etileno que se fuga se busca aplicar una alternativa cuantitativa para el problema detectado.
- **Por el método es cualitativa**, ya que parte de un tema general para definir la solución del problema a medida que avanza en el desarrollo de la investigación.

## 2.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

### **Método deductivo**

Para la indagación e implementación del proyecto se aplicará el Método Deductivo, el mismo que estará conformado por tres partes significativas: aplicación, comprensión y demostración

## 2.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS.

Las técnicas e instrumentos que se utilizarán para la recolección de datos en este proyecto son:

**Observación:**

- Establecer las condiciones de trabajo.
- Establecer el riesgo al cual están expuestos los trabajadores en el área donde se encuentra el esterilizador.
- Establecer el lugar donde se implementara el sistema de extracción del gas tóxico.

**Documental:**

- Establecer los rangos de presencia del gas en el área de trabajo e instaurar medidas de seguridad propuestas
- Establecer los procedimientos de trabajos en altura y rescate con el dispositivo.

**Entrevistas:**

- A los trabajadores del área de esterilización

**2.5 POBLACION Y MUESTRA.****2.5.1. Población**

La población establecida para realizar la presente investigación fue a las profesionales de enfermería y auxiliares de enfermería que conforman el servicio de esterilización central del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

**Cuadro No.2. 1 Número de funcionarios investigados**

<b>DESCRIPCIÓN DEL PUESTO</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
profesionales enfermeras		2
técnicos operativos	3	12

<b>HOMBRES</b>	3
<b>MUJERES</b>	14
<b>TOTAL</b>	17

Fuente: Departamento de Talento Humano HPGDR  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

### **2.5.2. Muestra**

Para la ejecución del proyecto se utilizó la población completa del área de esterilización central del Hospital Provincial General Docente Riobamba, que son 17 funcionarios que desarrollan sus actividades laborales en este sitio de trabajo.

### **2.6. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

En la ejecución del proyecto planteamos secuencialmente los siguientes pasos:

- Análisis de la información recogida.
- Determinación de la concentración del gas de óxido de etileno presente en el área donde se aplica el estudio
- Codificación, clasificación y estudio de los resultados adquiridos de la matriz de riesgos realizada, con la finalidad de determinar las medidas a efectuar para reducir los riesgos laborales, para lo cual se procesó una matriz de control operativo.
- Subsiguientemente se diseñó el Sistema de extracción de gases, eligiendo los materiales y partes más apropiadas para el mismo, una vez construida la campana se ejecutara otro monitoreo de gas de óxido de etileno, para conocer la capacidad de extracción del dispositivo, y demostrar las hipótesis planteadas en el presente documento.
- Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.
- Interpretación de resultados.
- Comprobación de hipótesis, con la verificación estadística.
- Conclusiones y recomendaciones.

## **2.7. HIPÓTESIS**

### **2.7.1 Hipótesis General**

El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo.

#### **2.7.1.1. Hipótesis específicas**

- El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante la identificación y evaluación de riesgos.
- El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante el control de fugas mínimas que existe en el sistema.

## **CAPÍTULO III**

### **3. LINIAMIENTOS ALTERNATIVOS**

#### **3.1. TEMA**

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES TÓXICOS GENERADO EN EL ESTERILIZADOR DE ÓXIDO DE ETILENO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA

#### **3.2. PRESENTACIÓN**

El Hospital Provincial General Docente de Riobamba, es una entidad pública, su principal objetivo es garantizar atención oportuna e integral de salud a través de la implementación de políticas de estado con calidad, calidez, eficacia y eficiencia para la población que demanda los servicios de atención preventiva, curativa y de rehabilitación, sin discrimen, con talento humano calificado, motivado y con experiencia fundamentado en el trabajo interdisciplinario, para lo cual las autoridades de la institución concedoras que las unidades hospitalarias a nivel nacional son consideradas de alto riesgo, han creado de acuerdo a la normativa nacional vigente la unidad de seguridad y salud en el trabajo para que sea esta la que vigile, dicte y haga cumplir las normas y reglamentos internos en materia de seguridad y salud ocupacional en el hospital.

Igualmente se encuentran consientes que solamente con la ejecución de las normas y técnicas que contribuyan a prevenir y reducir los riesgos laborales, admitirá mantener un enfoque futuro claro que les manifieste el adelanto en el acatamiento de su gestión más valiosa que concierne a la atención médica en beneficio de los usuarios externos que llegan a esta casa de salud día a día, al crecimiento de la Institución al progreso personal y familiar de todo su personal.

El éxito de un trabajo seguro, les admite dirigirse hacia objetivos claros, y metas positivas para el desarrollo del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

El contorno en el que se desarrolló el proyecto de la construcción del sistema de extracción de gases tóxicos, se ajusta específicamente en el óxido de etileno producto de la esterilización de materiales y equipos especiales, operados por el personal operativo del servicio de esterilización central del HPGDR.

A continuación se especifican aspectos generales del Hospital Provincial General Docente Riobamba, que fueron tomados del Reglamento Interno de la Institución.

### 3.2.1 Razón social y domicilio

Razón social: Hospital Provincial General Docente Riobamba

Dirección: Av. Juan Félix Proaño y Chile

Actividad económica: Servicio Social en Salud

### 3.2.2 Ubicación Mapa

**Gráfico No.3. 1 Ubicación HPGDR**



Fuente: COE HPGDR

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D.

### **3.2.3 Política**

#### **POLÍTICA DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE DE RIOBAMBA**

- Dedicada a suministrar servicios de salud a la colectividad, con la finalidad de salvaguardar la vida de todos los ciudadanos.
- Se asignarán los recursos económicos, humanos, materiales e insumos médicos necesarios para alcanzar las metas trazadas, cumpliendo con las disposiciones legales vigentes del Ministerio de Salud Pública.
- Establecerá y mantendrá un ambiente seguro y saludable, aplicando el principio básico de la Prevención de Riesgos.
- Se revisará y evaluará periódicamente su actuación para mejorar continuamente, y hacer de nuestro Hospital un equipo eficiente, participativo, sano y seguro, para brindar una atención de calidad y calidez del usuario interno y externo.

### **3.3 OBJETIVOS**

#### **3.3.1 Objetivo General**

Implementar un sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo.

#### **3.3.2 Objetivos Específicos**

- Implementar un sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante la identificación y evaluación de riesgos.
- Implementar un sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite

reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante el control de fugas mínimas que existe en el sistema.

### **3.4 FUNDAMENTACIÓN**

Con el actual cambio del ente regulador en materia de seguridad y salud ocupacional, el Ministerio de Trabajo y las competencias del IESS otorgadas por el código del trabajo asume esta cartera y da cumplimiento a las normas, leyes y reglamentos ya establecidos los cuales van a proteger y mitigar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores en las actividades diarias que realizan.

El Hospital Provincial General Docente Riobamba, es una entidad pública que ha venido prestando sus servicios desde hace muchos años, hoy cuenta con certificaciones internacionales a la calidad y atención a los usuarios externos, con eficacia y calidez cuidando al ambiente y protección de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud, debiendo mejorar todos los parámetros establecidos para mantener la acreditación.

Los funcionarios que prestan sus servicios en el departamento de esterilización central deben asegurarse que las actividades que desarrollan durante el tiempo de esterilización con óxido de etileno cumplan con todos los estándares de seguridad y protección al ambiente y a los trabajadores, considerándose que las unidades hospitalarias son calificadas como de Alto Riesgo.

Uno de los problemas que enfrenta en la actualidad el servicio de esterilización central es la contaminación del ambiente donde se encuentra este equipo de óxido de etileno, ya que durante el proceso y el fin de ciclo existe un remanente mínimo de partículas de gas de etileno, sumado a la falta de equipos de protección personal adecuados y al incumplimiento de las inducciones de seguridad y salud ocupacional.

Por el estudio realizado se logró identificar y diagnosticar la cantidad de partículas en suspensión que se encuentran en el ambiente por el proceso de esterilización de óxido de etileno, existiendo la necesidad urgente de buscar la solución se utilizara la matriz de riesgos, con la cual se identifican los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores del servicio de la central de esterilización, con lo cual se pueda reducir o mitigar los riesgos asociados a esta actividad. Una vez examinada toda

la información se diseñara un sistema de extracción de gases tóxicos generado en los procesos de esterilización por óxido de etileno, el cual permitirá preservar la salud y confort del personal al desarrollar sus actividades durante su jornada laboral.

### **3.5 CONTENIDO**

Para la determinación del tema de este proyecto se realizó los siguientes lineamientos:

#### **3.5.1 Análisis del Ambiente de Trabajo**

El análisis situacional del entorno de trabajo se proyecta en el área de esterilización central con el propósito de conocer, determinar y elaborar el diseño de extracción de gas de óxido de etileno, mediante la inspección y verificación de las acciones y condiciones del sitio, para instaurar las acciones que se elaborarán para establecer cuáles son los riesgos potenciales a los que están expuestos los trabajadores del servicio de esterilización central del HPGDR, para lo cual se valoró mediante la aplicación de la matriz de evaluación de riesgos.

#### **3.5.2 Identificación de Riesgos**

De acuerdo al análisis que se realizó en el sitio de trabajo se determinó que los trabajadores están expuestos al siguiente factor de riesgo químico debido al óxido de etileno.

El principal objetivo de la evaluación de riesgos es demostrar al empleador y al trabajador opciones para mitigar los riesgos a los que están expuestos seguidamente es necesario realizar una investigación del puesto de trabajo, a los factores de riesgos que se hallan expuestos y con ello atacar en la fuente, salvaguardando a los trabajadores. Para lo cual aplicaremos la matriz GTC 45.

### 3.5.2.1. Evaluación de Riesgos mediante la matriz GTC 45

Con la finalidad de establecer con mayor precisión los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, se aplicó la matriz de riesgos GTC 45, la cual desarrolla las siguientes actividades:

#### a. Descripción de los niveles de daño

**Cuadro No.3. 1 Descripción de niveles de daño**

<b>Categoría del daño</b>	<b>Daño leve</b>	<b>Daño moderado</b>	<b>Daño extremo</b>
<b>Salud</b>	Molestias e irritación (ejemplo: Dolor de cabeza); Enfermedad temporal que produce malestar (Ejemplo: Diarrea)	Enfermedades que causan incapacidad temporal. Ejemplo: pérdida parcial de la audición; dermatitis; asma; desordenes de las extremidades superiores.	Enfermedades agudas o crónicas; que generan incapacidad permanente parcial, invalidez o muerte.
<b>Seguridad</b>	Lesiones superficiales; heridas de poca profundidad, contusiones; Irritaciones del ojo por material	Laceraciones; heridas profundas; quemaduras de primer grado; conmoción cerebral; esguinces graves; Fracturas de huesos cortos.	Lesiones que generen amputaciones; fracturas de huesos largos; trauma craneo encefálico; quemaduras de segundo y tercer grado; alteraciones

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

#### a. Evaluación de Riesgos

La evaluación de los riesgos corresponde al proceso de determinar la probabilidad de que ocurran eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias, mediante el uso sistemático de la información disponible.

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se debería determinar lo siguiente:

En donde: **NR** = NP x NC

**NP** = Nivel de probabilidad

**NC** = Nivel de consecuencia

Para determinar el ND se puede utilizar la tabla 3.2, a continuación

### b. Determinación del nivel de deficiencia

**Cuadro No.3. 2Determinación del nivel de deficiencia**

NIVEL DE DEFICIENCIA	VALOR DE ND	SIGNIFICADO
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativa(s) o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas
Bajo (B)	No se Asigna Valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado.

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

La determinación del nivel de deficiencia para los peligros higiénicos (físico, químico, biológico u otro) puede hacerse en forma cualitativa o en forma cuantitativa. El detalle de la determinación del nivel de deficiencia para estos peligros lo debería determinar la organización en el inicio del proceso, ya que realizar esto en detalle involucra un ajuste al presupuesto destinado a esta labor.

**c. Determinación del nivel de exposición**

**Cuadro No.3. 3 Determinación del nivel de exposición**

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

Para determinar el NP se combinan los resultados de las tablas 3.2 y 3.3, en la tabla.

**d. Determinación del nivel de probabilidad**

**Cuadro No.3. 4 Determinación del nivel de probabilidad**

Niveles de Probabilidad		Nivel de Exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA – 40	MA – 30	A – 20	A - 10
	6	MA – 24	A – 18	A – 12	M
	2	M – 8	M – 6	B – 4	B

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

El resultado de la tabla 3.4 se interpreta de acuerdo con el significado que aparece en la tabla 3.5

e. **Significado de los diferentes niveles de probabilidad**

**Cuadro No.3. 5 Significado de los diferentes niveles de probabilidad**

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del Riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición.

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

A continuación se determina el nivel de consecuencias según los parámetros de la tabla 3.6

f. **Determinación del nivel de consecuencias**

**Cuadro No.3. 6 Determinación del nivel de consecuencias**

Nivel de consecueneci	NC	Significado
		Daños Personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente)
Grave (G)	2	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	1	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

Los resultados de las tablas 3.5 y 3.6 se combinan en la tabla 3.7 para obtener el nivel de riesgo, el cual se interpreta de acuerdo con los criterios de la tabla 3.8

**g. Determinación del nivel de riesgo**

**Cuadro No.3. 7 Determinación del nivel de riesgo**

Nivel de riesgo NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240
	25	I 1000-600	II 500 – 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

**h. Significado del nivel de riesgo**

**Cuadro No.3. 8 Significado del nivel de riesgo**

Nivel de Riesgo y de intervención	Valor de NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el número de riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
IV	2 0	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

**i. Decidir si el riesgo es aceptable o no**

Una vez determinado el nivel de riesgo, la organización debería decidir cuales riesgos son aceptables y cuáles no. En una evaluación completamente cuantitativa es posible evaluar el riesgo antes de decidir el nivel que se considera aceptable o no aceptable. Sin embargo, con métodos semi cuantitativos tales como el de la matriz de riesgos, la organización debería establecer que categorías son aceptables y cuáles no.

Para hacer esto, la organización debe primero establecer los criterios de aceptabilidad, con el fin de proporcionar una base que brinde consistencia en todas sus valoraciones de riesgos. Esto debe incluir la consulta a las partes interesadas y debe tener en cuenta la legislación vigente.

**Cuadro No.3. 9 Nivel de riesgo**

<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Significado Explicación</b>	
I	No Aceptable	Situación crítica, corrección urgente
II	No Aceptable o Aceptable con	Corregir o adoptar medidas de control
III	Mejorable	Mejorar el control existente
IV	Aceptable	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo

Fuente: Matriz de riesgos GTC 45

### **3.5.3 Aplicación de Encuestas**

Con la finalidad de determinar las afecciones producidas por el gas de óxido de etileno a los trabajadores del área de esterilización central del HGDR se procedió aplicar un cuestionario (Anexo 1), dirigido a conocer los síntomas que presentan desde que realizan las actividades laborables en el área anteriormente descrita.

Posterior a la implementación del sistema de igual manera se realiza la aplicación del cuestionario con la finalidad de determinar si los síntomas han disminuido.

#### **3.5.3.1 Síntomas encontrados**

Basado en el levantamiento de información de campo (encuestas), se procedió a determinar las enfermedades que presentan con mayor incidencia a los trabajadores de esta área, obteniendo como resultado que afecta a: las vías respiratorias y cefalea.

### **3.5.4. Monitoreos – valores gas de óxido de etileno**

Para determinar los niveles de presencia del gas de óxido de etileno se tomó como punto de inicio el reporte técnico de la empresa BLACO S.A. del 12 de junio del 2014, el cual

aparte de realizar un mantenimiento preventivo del equipo de óxido de etileno, monitoreo la presencia del gas de óxido de etileno en PPM.

Para realizar este monitoreo se utilizó un dispositivo electrónico que es el monitor de medición de óxido de etileno METER Z – 100 para la detección de partículas de gas de óxido de etileno.

Para realizar la medición del flujo de aire se utilizó un equipo electrónico que es el 3M QUESTemp QT46 para la detección de la velocidad del aire.

En el Cuadro se indica los equipos utilizados para el monitoreo y caracterización de Calidad de Aire, y sus rangos de trabajo

**Cuadro No.3. 10 Descripción del equipo medidor de partículas**

EQUIPO Z-100 Óxido de Etileno Meter	PARÁMETRO MEDIDO	RANGO
	Rango de Medición	0-20 ppm
	Sobrecarga Máxima	100 ppm
	Resolución	0.1 ppm
	Tiempo de Respuesta	< 140 sec.
	Temperatura de Funcionamiento	-20 C° to +50 C°
	Rango de Humedad Relativa	15-90% sin condensación

Fuente: Manual de funcionamiento Z-100  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Cuadro No.3. 11 Descripción del equipo QUESTemp QT46**

EQUIPO 3M QUESTemp QT46	PARÁMETRO MEDIDO	RANGO
	Rango de Humedad Relativa	0 a 100%
	Rango de temperatura	23-212 F (-5 a 100 C)
	Aire intervalo de velocidad	0 a 20 m / s

Fuente: Equipos de medición Industrial 3M  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

Posterior a la aplicación del sistema de extracción se ejecutará el análisis y la evaluación de los datos adquiridos del monitoreo final, en la que se indican los valores medidos de la Calidad del Aire, comparando la concentración con la normativa de contaminantes máximas permisibles según la norma técnica NIOSH

### **3.5.5. Equipo a Instalar**

#### **3.5.5.1. Materiales y Equipos**

A continuación se detalla los materiales y equipos utilizados en la instalación del sistema de extracción.

#### **Caja térmica**

La caja general de protección o CGP es una caja de material aislante que aloja en su interior los elementos de protección de las líneas generales de alimentación de una instalación eléctrica.

### **Gráfico No.3. 2 Caja térmica**



Fuente: Schneider Electric  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### **Cable Concéntrico**

Estos cables están compuestos por el conductor (el elemento formado por uno o más hilos que conducen la corriente eléctrica), el aislamiento (que recubre el conductor para que la corriente eléctrica no circule fuera del cable), la capa de relleno (un material aislante que permite conservar la forma circular del conjunto) y la cubierta (los materiales que protegen al cable del sol, la lluvia, etc.).

### **Gráfico No.3. 3 Cable concéntrico**



Fuente: Schneider Electric  
Elaborado por: Hugo Benavides D

### **Contactador Eléctrico**

Un contactador eléctrico es aquel que funciona básicamente como un interruptor, ya que deja pasar o no la corriente, pero con una peculiaridad, que tiene la capacidad de ser activado a distancia, mediante un mecanismo electromagnético.

### Gráfico No.3. 4 Contactor Eléctrico



Fuente: Schneider Electric  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

#### a. Interruptor Termo Magnético

Un interruptor termo magnético o llave térmica, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos.

### Gráfico No.3. 5 Contactor Eléctrico



Fuente: Schneider Electric  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

#### b. Luz indicadora

Este dispositivo es utilizado para indicar que el circuito eléctrico esta energizado

### Gráfico No.3. 6 Luz Indicadora



Fuente: Camsco Electric  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### c. Pulsador

Este dispositivo es utilizado para encender y apagar el circuito eléctrico

**Gráfico No.3. 7 Pulsador**



Fuente: Camsco Electric  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### d. Manga de Aluminio

Conducto de aluminio flexible rígido para la transportación de aire con una velocidad máxima de 400 pies por minuto, con un diámetro de 4 pulgadas, con una temperatura de funcionamiento de 100°.

**Gráfico No.3. 8 Manga de Aluminio**



Fuente: Lambro Industries  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### e. Extractor de Aire

Un extractor de aire es un aparato destinado a aspirar y renovar el aire de una estancia. Está compuesto por un ventilador conectado a un motor que le transfiere el movimiento.

**Gráfico No.3. 9 Extractor de aire**



Fuente: Airolite  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

## **f. Ventilador**

Un ventilador es una máquina de fluido, más exactamente una turbo máquina que transmite energía para generar la presión necesaria con la que mantener un flujo continuo de aire. Se utiliza para usos muy diversos como: ventilación de ambientes, refrescamiento de máquinas u objetos o para mover gases, principalmente el aire, por una red de conductos.

**Gráfico No.3. 10 Ventilador CSP 27**



Fuente Greenheck  
Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### **3.5.6 Características del Equipo**

#### **3.5.6.1. Diseño del sistema de extracción de gas tóxico**

En esta etapa se va a desarrollar el diseño con la intención de proyectar el equipo del sistema de extracción de gases tóxicos, basándonos en sus características técnicas y operativas.

Con los datos obtenidos luego de aplicar la matriz de riesgos para los funcionarios que laboran en el servicio de esterilización central en el área donde se encuentra el equipo

de óxido de etileno, y de los monitoreos que se ejecutaron para determinar si la acumulación del gas de etileno durante el proceso de esterilización a los que están expuestos es la apropiada o no, se comenzó a diseñar el sistema de extracción que permitirá reducir al mínimo la concentración de este gas en el ambiente de trabajo.

### 3.6 OPERATIVIDAD

#### 3.6.1. Operatividad de la hipótesis específica 1

El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante la identificación y evaluación y de riesgos.

**Cuadro No.3. 12 Operatividad de la hipótesis específica 1**

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>TECNICA E INSTRUMENTO</b>
<b>Sistema de Extracción</b>	Tipo de dispositivo de ventilación local que está diseñado para limitar la exposición a sustancias peligrosas o nocivas, humos, vapores o polvos.	Seguridad y salud ocupacional	Sistema de extracción	Diseño plano
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> <b>Matriz de riesgos y métodos de evaluación</b>	Herramienta de control y de gestión normalmente utilizada para identificar las actividades (procesos y productos) de una empresa	Seguridad Industrial	Factor de riesgos	Matriz de riesgos laborales Encuestas

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

### 3.6.2 Operatividad de la hipótesis específica 2

El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante el control de fugas mínimas que existe en el sistema.

**Cuadro No.3. 13 Operatividad de la hipótesis específica 1**

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>TECNICA E INSTRUMENTO</b>
<b>Sistema de Extracción</b>	<b>Tipo de dispositivo de ventilación local que está diseñado para limitar la exposición a sustancias peligrosas o nocivas, humos, vapores o polvos.</b>	<b>Seguridad y salud ocupacional</b>	<b>Sistema de extracción</b>	<b>Diseño plano</b>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> <b>Control de fugas</b>	<b>Comprobación, inspección, fiscalización o intervención. También puede hacer referencia al dominio, mando y preponderancia, o a la regulación sobre un sistema.</b>	<b>Seguridad y salud ocupacional</b>	<b>Higiene industrial</b> <b>Vigilancia ambiental</b>	<b>Medidor de gases y partículas</b>

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

## **CAPÍTULO IV**

### **4. EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Con el propósito de establecer el desempeño de las acciones planteadas en los objetivos e hipótesis, en lo referente a la prevención de riesgos generados por la presencia de gas de óxido de etileno en el área de esterilización central del Hospital Docente de Riobamba se realizó los siguientes ítems que se detallan a continuación:

#### **4.2 COMPROBACION DE HIPOTESIS**

##### **4.2.1 Resultados Hipótesis 1. Inicial**

###### **a. Evaluación de Riesgos Iniciales Matriz GTC 45**

Para lo cual se valoró inicialmente los riesgos a los que están expuestos, es decir antes de la colocación del sistema de extracción de gas de óxido de etileno:

Análisis: Mediante esta matriz localizamos la presencia de riesgo Químico



## b. Determinación de riesgos a través de encuestas

Con la finalidad de corroborar el resultado obtenido de la matriz de riesgo se procedió con la aplicación de un cuestionario dirigido a los 17 funcionarios del área de esterilizado central del HGDR, donde se analizaron las siguientes preguntas:

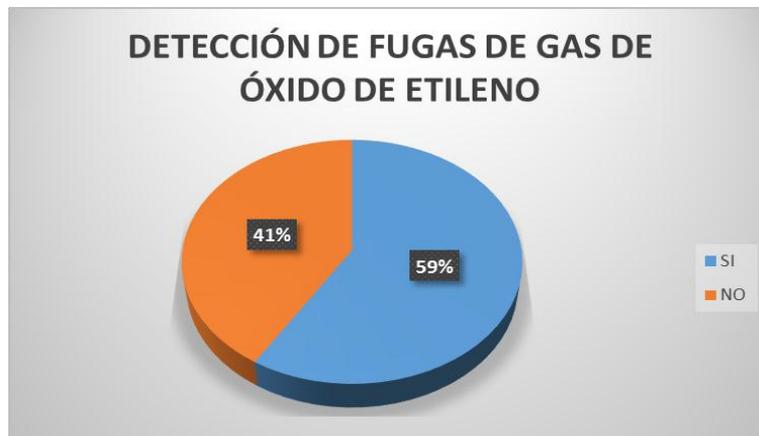
### 1. Cree Ud. que el sistema de extracción de gases tóxicos puede reducir el riesgo laboral

**Cuadro No.4. 2 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	10	0,59	58,82%
NO	7	0,41	41,18%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 1 Detección de fugas de gas de óxido de etileno**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 58,82% manifiesta que si existen fugas mínimas de gas de etileno, mientras que el 41% manifiesta que no existen fugas.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes al manejo de gases tóxicos para concientizar a los funcionarios al riesgo que están expuestos.

2. Cree Ud. que el sistema de extracción de gases tóxicos controla las fugas de óxido durante el proceso de esterilización.

**Cuadro No.4. 3 Resultado Tabulación problema de inhalación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	6	0,35	35,29%
NO	11	0,65	64,71%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 2 Resultado pregunta problema de inhalación**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 36% manifiesta que si controla las fugas mínimas de gas de etileno, mientras que el 64% manifiesta que no controla.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes a medios control de gases tóxicos.

**3. Ha tenido usted problemas con el contacto de óxido de etileno en sus ojos.**

**Cuadro No.4. 4 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	13	0,76	76,47%
NO	4	0,24	23,53%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 3 Resultado pregunta molestias oculares**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 76% manifiesta que si ha tenido molestias oculares por contacto con gas de etileno, mientras que el 24% manifiesta que no.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes a primeros auxilios después del contacto con el gas de óxido de etileno.

#### 4. Ha tenido molestias por contacto de óxido de etileno en la piel.

**Cuadro No.4. 5 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	11	0,65	64,71%
NO	6	0,35	35,29%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 4 Resultado pregunta molestias con la piel**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 65% manifiesta que si ha tenido molestias dérmicas por contacto con gas de etileno, mientras que el 35% manifiesta que no.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes a procedimientos de manejo y uso de cartuchos de OE, manejo de materiales y equipo esterilizado, primeros auxilios después del contacto con el gas de óxido de etileno.

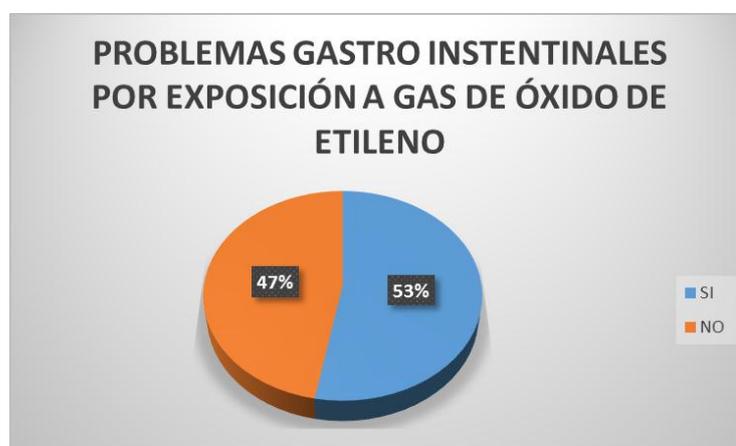
5. Ha sufrido problemas gastro intestinal posteriores a la exposición al gas de óxido de etileno en el proceso de esterilización.

**Cuadro No.4. 6 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	9	0,53	52,94%
NO	8	0,47	47,06%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 5 Resultado pregunta problemas por ingesta**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 53% manifiesta que si ha tenido molestias dérmicas por contacto con gas de etileno, mientras que el 47% manifiesta que no.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes a procedimientos de manejo y uso de cartuchos de OE, manejo de materiales y equipo esterilizado, primeros auxilios después del contacto con el gas de óxido de etileno.

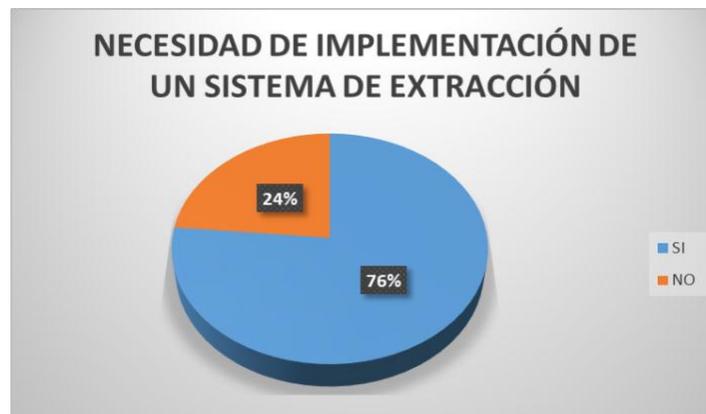
6. **Piensa Usted que es necesario la implementación de un sistema de extracción de gases tóxicos.**

**Cuadro No.4. 7 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	13	0,76	76,47%
NO	4	0,24	23,53%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 6 Resultado pregunta implementación del sistema de extracción**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 76% manifiesta que si es necesaria la implementación del sistema de extracción de gases tóxicos, mientras que el 24% manifiesta que no.

**Análisis:** En base al estudio realizado se determina que es necesaria la implementación de este sistema ya que por riesgos del trabajo y por recomendación del fabricante del equipo las aireaciones son necesarias en el lugar donde se realizan este tipo de actividades.



#### **4.2.2. Volúmenes de Aire Cálculados:**

##### **a) Inyección de aire**

$$\text{Velocidad del Aire} = 4.4 \text{ m/s}$$

$$\text{Área} = 4''$$

$$Q = 4.4 \text{ m/s} \times 4''$$

$$Q = 2.14 \text{ m}^3/\text{h}$$

##### **b) Extracción del aire**

$$\text{Velocidad del Aire} = 3.7 \text{ m/s}$$

$$\text{Área} = 6''$$

$$Q = 3.7 \text{ m/s} \times 6''$$

$$Q = 2.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### **4.3. Evaluación de Riesgos Final Matriz GTC 45**

De igual manera que el análisis realizado inicialmente, se valoró con la matriz de riesgos GTC 45, posterior a la aplicación del sistema de extracción con la misma matriz se determinó los resultados posteriores comprobando el estudio preliminar:

**Cuadro No.4. 9 Matriz de Riesgos GTC 45**

Proceso	Zona / Lugar	Actividades	Tareas	Rutinario	Peligro		Controles existentes			Evaluación del riesgo						Valoración del riesgo		Criterios para establecer controles			Medidas Intervención				
					Descripción	Clasificación	Efectos posibles	Fuente	Medio	Individuo	Nivel de Deficiencia	Nivel de Exposición	Nivel de Probabilidad	Nivel de probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel de Riesgo (NR) e intervención	Interpretación del NR	Aceptabilidad del riesgo	Nro Expuestos	Peor Consecuencia	Existencia Requisito Legal Especifico Asociado (Si o No)	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Controles Administrativos Señalización, Advertencia
<i>ANALISIS 1</i>																									
Departamento de Esterilización Central	Área de Óxido de Etileno	Funcionamiento de equipos de óxido de etileno	Encendido, control, proceso de esterilización	Si	Reducción en la exposición al gas de óxido de etileno	Químico	Cefaleas Respiratoria	Esterilizador de óxido de etileno	Ninguno	EPIs, mascarillas N 95	6	4	24	MUY ALTO	25	600	I	No Aceptable	17	Incapacidad permanente (cáncer de pulmón)	SI	NO	Implementar el sistema de extracción de gases tóxicos	Generar y aplicar de un análisis de trabajo seguro previo a la ejecución de una tarea. Capacitación	Dotar a los trabajadores mascarillas para protección de acuerdo al estándar de protección establecido por la organización.
					Equipo extractor	Reducción de afectación por óxido de etileno	Volúmenes de aire del área	Ductos de ventilación	Mascarilla de media cara con filtro para gases tóxicos	No se asigna valor	1	2	BAJO	10	20	VI	Aceptable	3	Infecciones respiratorias	SI	SI	Infraestructura para equipo de OE	Implementar el sistema de extracción de gases tóxicos	Monitoreo del funcionamiento del equipo	Controlar el uso de las mascarillas de media cara con filtro para gases tóxicos.

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides

#### 4.3.1. Determinación de riesgos posterior a la aplicación del sistema a través de encuestas

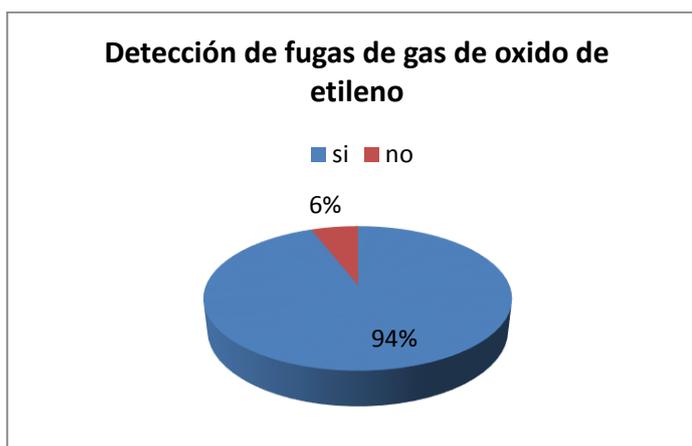
1. Cree Ud. que el sistema de extracción de gases tóxicos puede reducir el riesgo laboral

**Cuadro No.4. 10 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	15	13.62	83%
NO	2	3.83	17%
	17	17	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 8 Resultado final 1 fuga de gas de óxido de etileno**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 88% manifiesta que si se puede reducir el riesgo por exposición al gas de etileno, mientras que el 12% manifiesta que no.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR ponga en marcha la implementación de los sistemas de extracción de gases tóxicos para reducir el riesgo que están expuestos.

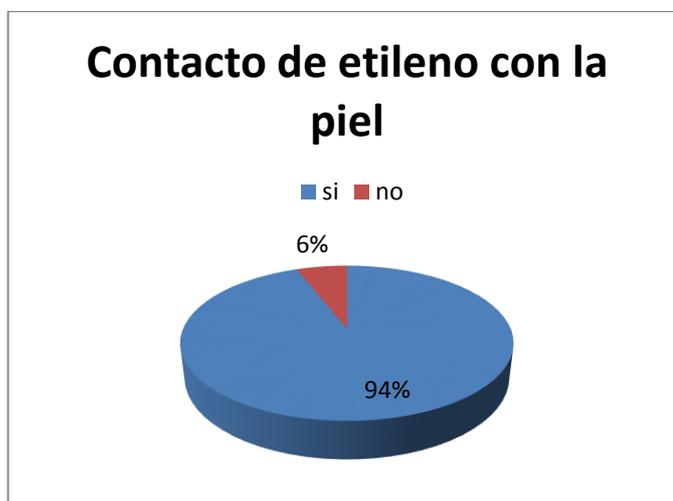
2. Cree Ud. que el sistema de extracción de gases tóxicos controla las fugas de óxido durante el proceso de esterilización.

**Cuadro No.4. 11 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	16	0,24	6 %
NO	1	0,76	94%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 9 Resultado de la pregunta contacto con la piel**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 94% manifiesta que si controla las fugas mínimas de gas de etileno, mientras que el 6% manifiesta que no controla.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes a medios control de gases tóxicos.

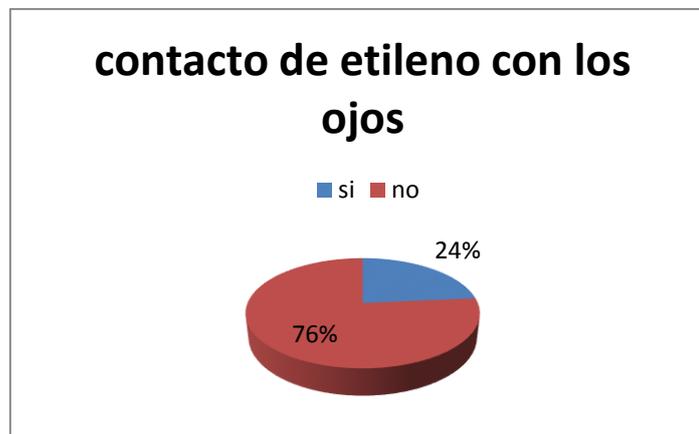
### 3. Ha tenido molestias por contacto de óxido de etileno en sus ojos

**Cuadro No.4. 12 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	4	0,35	24,29%
NO	13	0,65	75,71%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 10 Resultado de la pregunta contacto con los ojos**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 76% manifiesta que no ha tenido contacto auricular con gas de etileno, mientras que el 34% manifiesta que no controla.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes a medios control de gases tóxicos.

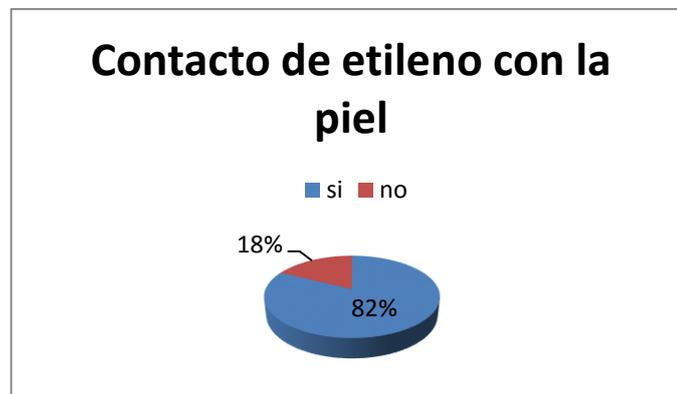
#### 4. Ha tenido molestias por contacto de óxido de etileno en la piel.

**Cuadro No.4. 13** Resultado Tabulación

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	3	0,65	64,71%
NO	14	0,35	35,29%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 11** Resultado de la pregunta contacto con la piel



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 82% manifiesta que no ha tenido contacto dérmico con gas de etileno, mientras que el 12% manifiesta que no sabe.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes a procedimientos de manejo y uso de cartuchos de OE, manejo de materiales y equipo esterilizado, primeros auxilios después del contacto con el gas de óxido de etileno.

**5. Ha sufrido problemas gastro intestinal posterior a su exposición gas de óxido de etileno en el proceso de esterilización.**

**Cuadro No.4. 14 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	3	0,18	17,65%
NO	14	0,82	82,35%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 12 Resultado de la pregunta por ingesta**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 18% manifiesta que si ha tenido molestias dérmicas por contacto con gas de etileno, mientras que el 82% manifiesta que no tiene molestias gastrointestinales.

**Análisis:** Es necesario que la institución a través de la unidad de seguridad y salud ocupacional del HPGDR realice capacitaciones referentes a procedimientos de manejo y uso de cartuchos de OE, manejo de materiales y equipo esterilizado, primeros auxilios después del contacto con el gas de óxido de etileno.

**6. Piensa Usted que es necesario la implementación de un sistema de extracción de gases tóxicos.**

**Cuadro No.4. 15 Resultado Tabulación**

VARIABLES	# DE PERSONAS	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
SI	15	0,88	,24%
NO	2	0,12	11,76%
	17	1,00	100,00%

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Gráfico No.4. 13 Resultado de la pregunta implementación del sistema**



Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Evaluación:** Del total de funcionarios que laboran en esterilización central el 83% manifiesta que si es necesaria la implementación del sistema de extracción de gases tóxicos, mientras que el 17% manifiesta que no.

**Análisis:** En base al estudio realizado se determina que es necesaria la implementación de este sistema ya que por riesgos del trabajo y por recomendación del fabricante del equipo las aireaciones son necesarias en el lugar donde se realizan este tipo de actividades.

## 5. Monitoreo calidad ambiente Final

Una vez implementado el sistema de extracción la misma empresa que realiza el mantenimiento de a los equipos del HGDR, realizo su mantenimiento anual donde determino lo siguiente:

**Cuadro No.4. 16 Valores Monitoreo Inicial**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor Obtenido PPM</b>	<b>Valor Permisible NIOSH PPM (&lt; 0,2 ppm por cada 10 minutos de jornada laboral)</b>	<b>Cumple</b>
Óxido de etileno	3.5	2	SI

Fuente: Empresa Blanco S.A.

Elaborado por: Ing. Hugo Benavides D

**Cuadro No.4. 17 Resumen de las Encuestas.**

	<b>ANTES</b>		<b>DESPUES</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Cree ud que el sistema de extracción de gases tóxicos puede reducir el riesgo laboral	4	13	15	2
Cree ud que el sistema de extracción de gases tóxicos controla las fugas de óxido durante el proceso de esterilización.	6	11	4	13
Ha tenido molestias por contacto de óxido de etileno en sus ojos	13	4	6	11
Ha tenido molestias por contacto de óxido de etileno en la piel.	11	6	11	6
Ha sufrido problemas gasto intestinal posterior a su exposición gas de óxido de etileno en el proceso de esterilización.	9	8	3	14
Piensa Usted que es necesario la implementación de un sistema de extracción de gases tóxicos.	13	4	15	2

#### 4.4.1 Comprobación de Hipótesis

##### Hipótesis específicas 1

**Ho:** El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, NO permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante la identificación y evaluación y de riesgos.

**Hi:** El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, SI permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante la identificación y evaluación y de riesgos.

Grados de libertad = 1

Alfa = 0.005 = 5%

Cuadro N. 4.12

Valor calculado del chi cuadrado hipótesis específica 1

$f_o$	$f_e$	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
10	7,000	3	9	1,286
4	7	-3	9	1,286
7	10	-3	9	0,900
13	10	3	9	0,900
<b>34</b>				<b>4,371</b>
<b>n</b>				$x_c^2 = \sum \left[ \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right]$

criterio

**Si:**  $x_c^2 \geq x_t^2$  Rechazo la Ho y se Acepta la Ha

**Si:** Acepto la Ho y se Rechaza la Ha

$x_c^2 \leq x_t^2$

**Cuadro No.4. 18 Valor de tabla del chi cuadrado**

v /p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514

$3.84 \leq 4.371$  Acepto la  $H_0$  y se Rechaza la  $H_a$

Como el chi calculado es mayor al chi de tablas se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa

### **Decisión**

El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, SI permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante la identificación y evaluación y de riesgos.

#### **4.4.2. Hipótesis específica 2**

**Ho:** el sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, NO controla las fugas mínimas que existe en el sistema.

**Hi:** el sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, SI controla las fugas mínimas que existe en el sistema.

Grados de libertad = 1

Alfa = 0.005 = 5%

**Cuadro No.4. 19 Valor calculado del chi cuadrado hipótesis especifica 2**

$f_o$	$f_e$	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
6	11,000	-5	25	2,273
16	11	5	25	2,273
11	6	5	25	4,167
1	6	-5	25	4,167
<b>34</b>				<b>12,879</b>
<b>n</b>				$x_c^2 = \sum \left[ \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right]$

criterio

**Si:**  $x_c^2 \geq x_t^2$  Rechazo la Ho y se Acepta la Ha

**Si:** Acepto la Ho y se Rechaza la Ha

$x_c^2 \leq x_t^2$

**Cuadro No.4. 20 Valor de tabla del chi cuadrado**

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152

$3.84 \leq 12.879$  Acepto la Ho y se Rechaza la Ha

Como el chi calculado es mayor al chi de tablas se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa

### Decisión

El sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, permite reducir el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, SI controla las fugas mínimas que existe en el sistema.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Una vez implementado el sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, se determina que el mismo reduce el riesgo laboral en el ámbito de trabajo.

Implementado el sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, se determina que reduce el riesgo laboral en el ámbito de trabajo, evaluado mediante la identificación y evaluación de riesgos.

Implementado el sistema de extracción de gases tóxicos generado en el esterilizador de óxido de etileno del Hospital Provincial General Docente Riobamba, se determina que reduce el riesgo laboral en su ámbito de trabajo, mediante el control de fugas mínimas que existe en el sistema.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se debe utilizar el equipo de protección personal cuando se ingrese al área donde están los equipos de óxido de etileno previo el funcionamiento del sistema de extracción como se detalla en el POE del funcionamiento de este sistema. Anexo 3
- Se solicitara al Médico Ocupacional de la institución realice los controles médicos y espirometrías periódicas (una vez al año), a fin de prevenir enfermedades profesionales producto del cumplimiento de las funciones por esterilizar con gas de óxido de etileno.
- El Departamento de Mantenimiento supervisara el funcionamiento del extractor realizando el mantenimiento preventivo o correctivo de ser el caso, además los funcionarios deben utilizar los equipos de protección personal recomendados durante el proceso de esterilización.
- La unidad de seguridad y salud en el trabajo del HPGDR debe realizar visitas periódicas al servicio de esterilización central para verificar que los funcionarios cumplan con las normas de seguridad y los procedimientos para el uso de este sistema
- Que a futuro si el hospital adquiere equipos con especificaciones técnicas específicas realizar todos los cambios necesarios en la parte física de las instalaciones en donde se vaya a realizar la instalación

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ecu Red, Obtenido de [https://www.ecured.cu/Gases\\_tóxicos](https://www.ecured.cu/Gases_tóxicos) Allen, E. (2002). Particulate matter concentration, composition and sources in Southwest Texas, State of science and critical research needs, University of Texas en Héctor García Lozada. Texas: Universidad de Texas.
2. Ladislao Diaz Moreno, (1984) NTP perito industrial Gabinete Tecnico provincial Caceres
3. M. Gracia Rosell Farras (1995) NTP oxido de etileno exposición laboral
4. TAYLOR, J. S. (1977) Dermatologic Hazards from Ethylene oxide
5. PATTERSON, W.B. ET AL (1985) Occupational Hazards to Hospital Personel
6. BABOR, J.A.; IBARZ, J.(1985) Química General Moderna
7. CEE. (2015). Reglamento Interno. En CEE, Reglamento Interno (pág. 1). Quito.
8. Chestnut. (1991). Pulmonary function and ambient particulate matter: Epidemiological evidence from NHANES I. . Archives of Enviromental Health.
9. A.C.G.I.H., 1988-89 Documentación T.L.V.'s
10. BESTRATÉN, M.(1984) El manejo de productos químicos INSHT, Barcelona
11. BIOLENE S.R.L. (1999-2016) Esterilización por óxido de etileno
12. Colin, B. (2004). Química ambiental. Barcelona: Reverté S.A.
13. Martha Rodriguez Gonzalez (2005) Revista Biomédica Riesgos laborales en el departamento de esterilización y su prevención
14. Manual del Operador Steri Vac 5XL 3M
15. Iazard, Jean Louis & Guyot, Alan. (1980). Arquitectura Bioclimática. Edit Gili, Barcelona.
16. J. M. Coulson; J. F. Richardson; J. R. Backhurst; J. H. Harker (2003) Filtración .Ingeniería Química: operaciones básicas. Tomo II (3ª edición). Editorial Reverté. p. 413. ISBN 8429171363.
17. Charles K. Alexander Matthew N. O. Sadiku (2004) Fundamentos de Circuitos Eléctricos
18. GREENHECK Building Value in Air (2015) Manual de ventiladores [greenheck.com](http://greenheck.com)

19. División de Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental (2015) QUEST TECHNOLOGIES 3M
20. Filtros Ruiz. (2016). Filtros Ruiz. Obtenido de <http://www.filtrosruiz.com/>
21. Grupo de ventilación industrial. (13 de mayo de 2010). Ventilación industrial. Obtenido de <http://ventilacionindustrialunipaz.blogspot.com/>
22. Keyser, B. (2007). Higiene y Seguridad. Buenos Aires: McGrawHill.

# ANEXOS

## Anexo 1 Proyecto Aprobado



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE POSGRADO

#### ACTA DE ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS DE MAESTRÍA

En la ciudad de Riobamba, a los nueve días del mes de mayo del 2015, quienes suscriben Miembros de la Comisión de Estudio de Temas y Proyectos de Tesis designados por Consejo Directivo del Instituto de Posgrado, de la Universidad Nacional de Chimborazo, para evaluar el **Proyecto** de Tesis del (a) Señor(a) **BENAVIDES DUQUE VICTOR HUGO** cuyo título es *SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES TÓXICOS GENERADO EN EL ESTERILIZADOR DE ÓXIDO DE ETILENO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA.*

A efectos de cumplir con el requisito legal para optar por el Grado de: **MAGISTER EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL** emitimos el siguiente veredicto:

**APRUEBA: Sí**

**EMITE INFORME:**

Para constancia firman la presente Acta la Comisión.

**PRESIDENTE:** Dra. Angélica Urquiza A. Mgs

**MIEMBRO COMISIÓN** Dr. Oliver Jara Montes Mgs

Ing. Edmundo Cabezas Mgs

**COORDINADOR:** Dr. Eduardo Montalvo Mgs

**SECRETARIA:**



*[Handwritten signatures of the commission members]*

## Anexo 2 Tema Aprobado



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE POSGRADO

#### ACTA DE ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL TEMA DE TESIS DE MAESTRÍA

En la ciudad de Riobamba, a los siete días del mes de marzo del 2015, quienes suscriben Miembros de la Comisión de Estudio de Temas y Proyectos de Tesis designados por Consejo Directivo del Instituto de Posgrado, de la Universidad Nacional de Chimborazo, para evaluar el **Tema** de Tesis del (a) Señor(a) **BENAVIDES DUQUE VICTOR HUGO** cuyo título es *SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES TÓXICOS GENERADO EN EL ESTERILIZADOR DE ÓXIDO DE ETILENO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA.*

A efectos de cumplir con el requisito legal para optar por el Grado de: **MAGISTER EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL** emitimos el siguiente veredicto:

**APRUEBA: Sí**  
**EMITE INFORME:**

Para constancia firman la presente Acta la Comisión.

<b>PRESIDENTE:</b>	Dra. Angélica Urquiza A. Mgs	
<b>MIEMBRO COMISIÓN</b>	Dr. Oliver Jara Montes Mgs	
	Ing. Edmundo Cabezas Mgs	
<b>COORDINADOR:</b>	Dr. Eduardo Montalvo Mgs	
<b>SECRETARIA:</b>		x

**Anexo 3 Informe de medición de PPM de gas de óxido de etileno de la empresa BLANCO S.A.**



**BIO-ELECTRONICA BLANCO S.A.  
EQUIPOS MEDICOS**

**REPORTE DE VISITA TECNICA**

Fecha: 12 de Junio del 2014 N° 0010140

Cliente: Hospital Provincial Doctor Robinson Área Médica: Estomatología

Dirección: \_\_\_\_\_ Telf.: \_\_\_\_\_ Ciudad: Riobamba

a) Equipo: Estomatológico Marca: Anderson Modelo: AW 306 Serie: 283615

b) \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

d) \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

e) \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

f) \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

g) \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

**TRABAJO REALIZADO**

<input type="checkbox"/> Chequeo	<input type="checkbox"/> Equipo en garantía	<input type="checkbox"/> Entrega del equipo
<input type="checkbox"/> Mantenimiento	<input type="checkbox"/> Calibración	<input type="checkbox"/> Contrato de mantenimiento
<input type="checkbox"/> Reparación	<input type="checkbox"/> Entrenamiento	<input type="checkbox"/> Otros

Horas Empleadas \_\_\_\_\_ Próximo Mantenimiento \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES**

Se realizó chequeo preventivo de un equipo de medición de punto de saturación, modelo AW 306 y 8 series.

El equipo se encuentra operativo y en buenas condiciones.

Se realizó medición con indicadores de óxido de etileno en la sala de extracción estomatológica hasta un nivel de 2.5 PPM.

Procedidos por las personas encargadas de la utilización en el proceso de extracción (requisitos de tiempo de trabajo para evitar los niveles procedentes para evitar cualquier riesgo en el área de trabajo).

Monitor de Óxido Etileno. METER Z-100  
ENVIRONMENTAL SENSORS CO.

Representante Técnico  
Mauricio Vainest

Cliente Firma y sello  
Walter Vallejo

**Nombres en Letras Impronta**

Centro Comercial Urbasa \* Bloque C \* Local 12  
Telfs.: 2881330 / 2881592 / 2881569 / 1-800-BLANCO (252626)  
Fax: 2881331 - 2881882  
E-mail: blanco@biogrupo.com

Avenida América 5225 y  
Villavieja, Zdo. Písa  
Teléfono: 2-464752  
Fax: 2464751



## REPORTE DE SERVICIOS ELECTRÓNICOS

Datos del equipo	Nombre		Hospital Docente de Riobamba			
	Dirección		Riobamba			
	Teléfono		Equipo			
	Modelo 5XL Digital		Nº Serie 721020			
Tipo de reporte						
Garantía <input type="checkbox"/> Contratado <input type="checkbox"/> Sin Cargo <input type="checkbox"/> Facturable <input type="checkbox"/> Nº Cotización _____						
Datos del Reporte	Fecha	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de viaje	Persona que Reportó	
	31/10/2014	11:30	13:30		Roberto Bustamante	
Problema Reportado						
Chequeo de C15 - C18						
Tipo de servicio						
Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/> Inst & Pre-Inst. <input type="checkbox"/> Ingreso de equipo <input type="checkbox"/> Por llamada <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>						
Actividad desarrollada						
Ajustar <input type="checkbox"/> Limpiar <input type="checkbox"/> Revisar <input type="checkbox"/> Actualizar <input type="checkbox"/> Reemplazar Refacción <input type="checkbox"/> Reinstalar <input type="checkbox"/> Capacitar <input type="checkbox"/> Reubicar <input type="checkbox"/> Asesoría <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>						
Refacciones Utilizadas	Nº de Parte		Descripción		Cantidad	Observaciones
Observaciones del Técnico	Se realiza chequeo de equipos el mismo que esta presentando código C15 - se quita una muestra de gas al 20% se realiza verificación de indicadores biológicos esta policando con resultado negativo que nos indica que hay una buena esterilización se le realiza verificación al equipo que queda funcionando correctamente, se esta monitoreando proceso adicional se deja indicado si el C15 vuelve de buy el volumen de estéril.					
	Equipo queda funcionando correctamente. se intera monitoreando los procesos.					
Observaciones del Cliente						
Operado 31/10/2014 13:40						
Para uso interno de LAVRESTAK						
Nombre y firma del Técnico		Nombre y firma del Cliente				
Roberto Bustamante						

LAVRESTAK - Servicio técnico autorizado 3M | Cda. Guayasanes Mz.47 V.13 Guayaquil - Ecuador | Telf. 04 6 0372 38  
 0987811079 Fax. 04 5 1027 51 | Correo Electrónico johnny\_linzan\_r@hotmail.com

# .CUESTIONARIO DE SIGNOS Y SÍNTOMAS POR CONTACTO CON OXIDO DE ETILENO

APLICADO AL PERSONAL DEL SERVICIO DE ESTERILIZACIÓN CENTRAL  
DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA

Fecha de aplicación: .....

Responsable de la aplicación: Ing. Hugo Benavides D.

## 1. De la presencia de gas de óxido de etileno en el área de trabajo

<p>Ha detectado en su trabajo en el área de esterización, fugas de gas de óxido de etileno?</p>	<p>SI <input type="checkbox"/></p> <p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>En qué momento?: _____</p> <p>En donde es la fuga? _____</p>
<p>Desde hace cuánto tiempo?</p>	<p>1 año <input type="checkbox"/>    6 meses <input type="checkbox"/>    1 semana <input type="checkbox"/>    Otro. <input type="checkbox"/></p>
<p>Cree Ud. que le está afectando la exposición a este gas?</p>	<p>SI <input type="checkbox"/></p> <p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>Qué tipo de molestia siente? Descríbala: _____</p> <p>_____</p>

## 2. Vías respiratorias

Ha tenido problemas respiratorios por inhalación de gas de óxido de etileno?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Desde hace cuánto tiempo presenta estas molestias?	1 año <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 1 semana <input type="checkbox"/> Otro. <input type="checkbox"/> Qué tipo de molestia? Descríbala: _____ _____

## 3. Contacto con los ojos.

Ha tenido molestias por contacto del gas de óxido de etileno en sus ojos?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Desde hace cuánto tiempo presenta estas molestias?	1 año <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 1 semana <input type="checkbox"/> Otro. <input type="checkbox"/> Qué tipo de molestia? Descríbala: _____ _____

#### 4. Contacto con la piel

Ha tenido molestias por contacto del gas de óxido de etileno en la piel?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Desde hace cuánto tiempo presenta estas molestias?	1 año <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 1 semana <input type="checkbox"/> Otro. <input type="checkbox"/> Qué tipo de molestia? Descríbala: _____ _____

#### 5. Ingestión

Ha sufrido problemas gastro-intestinales posteriores a su exposición a gas de óxido de etileno en un proceso de esterilización?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Desde hace cuánto tiempo presenta estas molestias?	1 año <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 1 semana <input type="checkbox"/> Otro. <input type="checkbox"/> Qué tipo de molestia? Descríbala: _____ _____

## 6. Implementación

<p>Piensa usted que es necesario la implementación de un sistema de extracción de gases tóxicos?</p>	<p>SI <input type="checkbox"/></p> <p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>De qué tipo? _____</p>
--	---

Recomendaciones respecto de los esterilizadores por gas de óxido de etileno:

---

---

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

# **POE DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES TÓXICOS**

## **1. OBJETIVO**

El presente procedimiento, tiene por objeto garantizar un correcto funcionamiento del sistema de extracción de gases tóxicos, instalado en el servicio de Esterilización Central del Hospital Provincial General Docente Riobamba, en base a revisiones periódicas de los mismos con el fin de garantizar la seguridad y salud ocupacional del personal..

## **2. ALCANCE**

Este procedimiento es aplicable al área en donde se encuentra el esterilizador de óxido de etileno, este sistema servirá para proteger a los trabajadores de la exposición a agentes químicos peligrosos.

## **3. RESPONSABILIDADES**

- El área de seguridad y salud ocupacional será la responsable de elaborar y mantener actualizado este procedimiento.
- El departamento de mantenimiento será el responsable de programar los mantenimientos preventivos y correctivos para el óptimo funcionamiento del sistema de extracción.
- El personal del servicio mantendrá en buen estado la consola del control eléctrico del sistema de extracción, cualquier desperfecto comunicara al departamento técnico.

#### 4. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de extracción son equipos de ventilación muy útiles para el control de la exposición ambiental a contaminantes químicos y a vapores tóxicos, desagradables o inflamables, que se producen en el área donde se encuentra el equipo de óxido de etileno.

Antes de usar la el equipo de extracción, hay que asegurarse de su correcto funcionamiento, revisar que todos los elementos se encuentren operativos ya que no podemos garantizar la calidad si existe algún desperfecto eso indicaría que el ventilador del motor mueve algo de aire, pero no indica si el flujo en ese momento es el adecuado.

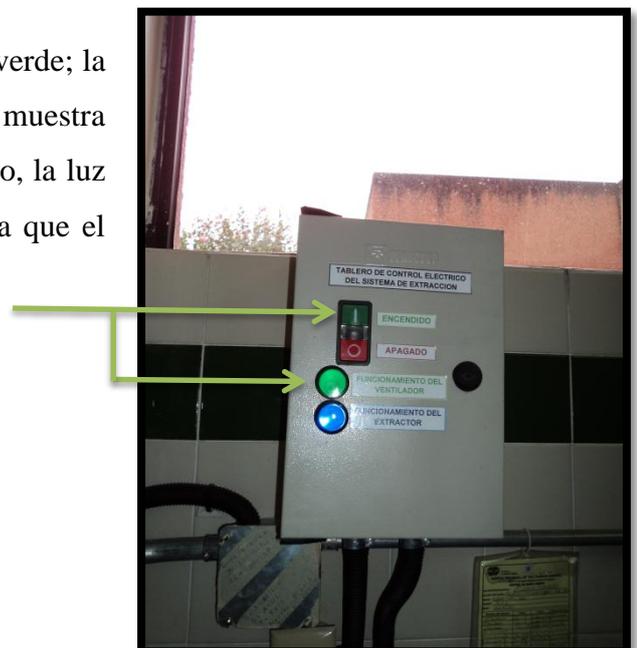
#### PASOS A SEGUIR DURANTE EL USO DEL EXTRACTOR DE GASES

1. Ingresar al área en donde se encuentra el equipo de óxido de etileno utilizando la mascarilla con filtros para gases tóxicos.



2. Verificar que la puerta de la caja térmica del encendido del sistema de extracción se encuentre cerrada

3. Encender el equipo presionando el botón verde; la luz indicadora de color verde encendida muestra que el ventilador se encuentra funcionando, la luz indicadora de color azul encendida indica que el extractor se encuentra funcionando.



4. Comprobar que el flujo de aire este ingresando desde el difusor que se encuentra en el techo falso a través del movimiento de una cinta que se encuentra colocada en el mismo.
5. Dejar que el sistema de extracción de gases actúe 30 minutos antes de encender el esterilizador de óxido de etileno, este procedimiento nos permitirá empezar a realizar los recambios de aire.
6. Cargamos el material y los dispositivos a ser esterilizados a baja temperatura en la cámara del equipo (Sterivack 3M / Anderson Eogas 306)
7. Encendemos el equipo de óxido de etileno cumpliendo con todos los procedimientos
8. Mantenemos encendido el sistema de extracción por el lapso de 12 horas durante el proceso de esterilización, este procedimiento se realiza para cumplir con la norma de seguridad y salud en el trabajo según la ( NIOCH y ACGIH ) , realizar los recambios de aire establecido por el fabricante del equipo
9. La puerta de ingreso a esta área debe permanecer cerrada.
10. Para retirar los insumos y equipo ya esterilizados nos colocamos la mascarilla de media cara con filtros para gases tóxicos.
11. Luego de concluido el proceso de esterilización, y apagado el equipo dejamos por el lapso de 30 minutos encendido el sistema de extracción para que realice el ultimo recambio de aire y apagamos el sistema.

## Anexo 6 Aprobación del POE de Funcionamiento Sistema de Extracción

ELABORADO POR	REVISADO POR
Ing. Hugo Benavides Duque <b>Analista de Seguridad y Salud Ocupacional HPGDR</b>	Lic. Jheny Ajitimbay Muñoz <b>Coordinadora de Esterilización Central HPGDR</b>

Ministerio de Salud Pública	HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA	SSO HPGDR - 01
	SERVICIO DE ESTERILIZACION CENTRAL	EDICIÓN 1
	POE DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES TOXICOS	2016

9. La puerta de ingreso a esta área debe permanecer cerrada.
10. Para retirar los insumos y equipo ya esterilizados nos colocamos la mascarilla de media cara con filtros para gases tóxicos.
11. Luego de concluido el proceso de esterilización, y apagado el equipo dejamos por el lapso de 30 minutos encendido el sistema de extracción para que realice el ultimo recambio de aire y apagamos el sistema.

ELABORADO POR	REVISADO POR
Ing. Hugo Benavides Duque Analista de Seguridad y Salud Ocupacional HPGDR	Lic. Jheny Ajitimbay Muñoz Coordinadora de Esterilización Central HPGDR

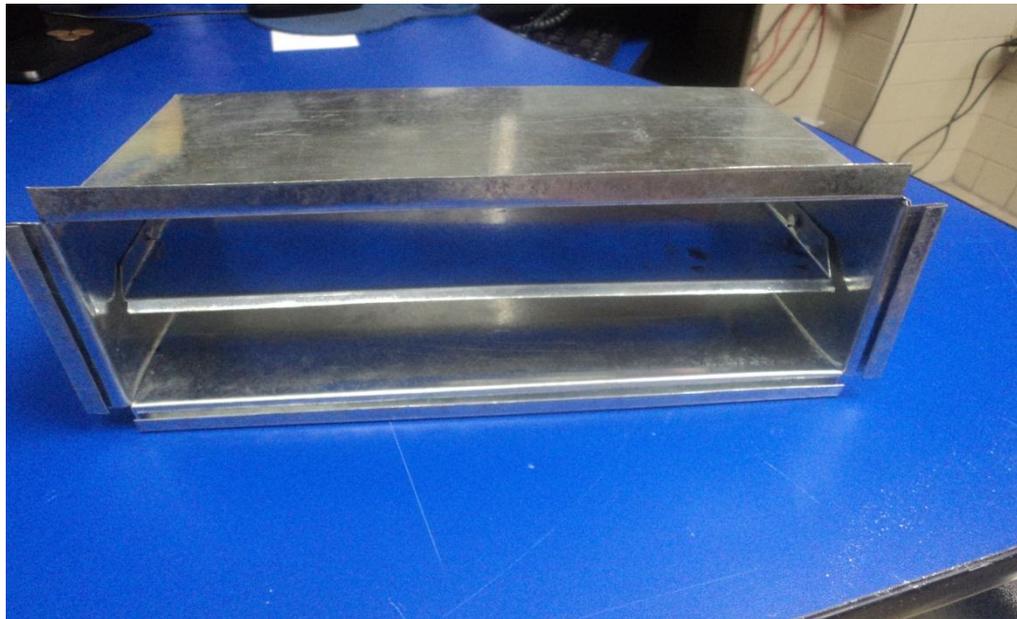
**Ing. Hugo Benavides D.**  
 TÉCNICO SSO H.P.G.D.R.

## Anexo 7 Componentes del sistema de extracción

Ventilador Greenheck CSP - 27



Etapa de control de flujo de aire



Etapa de filtración de aire



Etapa de salida de aire filtrado



## Módulo de absorción de aire con filtro para partículas



## Anexo 8 Instalación del sistema de extracción







**Anexo 9 Capacitación con el personal de esterilización central acerca del funcionamiento del sistema de extracción**





**Anexo 10 Colocación de la mascarilla de media cara**





**Anexo 11 Aplicación del POE de funcionamiento del sistema de extracción**



