

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Tabla de contenido

Título de la Investigación	6
Resumen	6
1. Problema de Investigación.....	7
1.1 Descripción del Problema.....	7
1.2 Formulación del Problema.....	7
2. Objetivos de la Investigación	7
2.1 Objetivo General.....	7
2.2 Objetivos Específicos	8
3. Justificación y delimitación de la Investigación	8
3.1 Justificación	8
3.2 Delimitación.....	9
4. Marco de Referencia.....	10
4.1 Estado del Arte	10
4.2 Marco Teórico	11
4.3 Marco Conceptual.....	15
4.4 Marco Legal.....	17
5. Diseño Metodológico.....	20
5.1 Etapas del Diseño.....	21
5.1.1 Etapa 1. Recolección de la información.....	21
5.1.2 Etapa 2. Análisis de datos.....	21
5.1.3 Etapa 3. Elaboración de la propuesta	21
5.1.4 Etapa 4. Implementación del sistema de control.....	21
6. Resultados	21
6.1 Aplicación de los Instrumentos y Análisis de los Resultados	21
6.1.1 Fase 1. Recolección de la información.	21
6.1.2 Fase 2. Análisis de datos.....	25
6.1.3 Etapa 3. Elaboración de la propuesta.....	30
6.1.4 Etapa 4. Implementación del sistema de control.....	32
6.1.4.1 Efectividad de la implementación.....	35
7. Discusión de los Resultados	36

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	<small>CERTIFICADA POR:</small>  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

8	Conclusiones	37
9	Recomendaciones	38
10	Referencias Bibliográficas	39

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Tablas

Tabla 1 Marco Legal de Seguridad Y Salud en Colombia	17
Tabla 2 Composición química de los electrodos revestidos	22
Tabla 3 Emisiones de humos del proceso de soldadura eléctrica con electrodo revestido	23
Tabla 4 Diagnóstico inicial del sistema de control de Riesgo Higiénico.....	25
Tabla 5 Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio	25
Tabla 6 Datos obtenidos de emisión de CO frente 1	26
Tabla 7 Datos obtenidos de emisión de CO frente 2	27
Tabla 8 Datos obtenidos de emisión de CO frente 3	28
Tabla 9 Clasificación de las Zonas de Trabajo y Trabajadores.....	30
Tabla 10 Identificación del Peligro y Estimación del Riesgo.	33
Tabla 11 Valoración del Riesgo	34
Tabla 12 Medidas de Intervención	35

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Graficas

Grafica 1 Emisiones de CO en tres zonas de trabajo..... 29

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RIESGO QUÍMICO EN EL PROCESO DE SOLDADURA EN LA EMPRESA DISEÑOS Y MONTAJES INDUSTRIALES ARTECG S.A.S.

Ing. ALEX ALBERTO ANGULO
Ing. LEIDY MARISOL GARCIA

UNIVERSIDAD ECCI
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA EN SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO
BOGOTÁ
2017

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Título de la Investigación

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RIESGO QUÍMICO EN EL PROCESO DE SOLDADURA EN LA EMPRESA DISEÑOS Y MONTAJES INDUSTRIALES ARTECG S.A.S.

Resumen

En la industria metalmecánica existen múltiples tareas de alto riesgo en las que se destacan los riesgos higiénicos, el desafío para la medicina preventiva del trabajo es crear un sistema de vigilancia epidemiológica suficientemente estructurado para que controle todos los riesgos y garantice la salud y seguridad del trabajador. Una compañía dedicada al diseño y fabricación de tanques en acero, cuenta con 30 operarios que realizan operaciones de soldadura eléctrica con electrodo revestido y se ven expuestos a riesgos higiénicos por la emisión de gases y humos metálicos generados en este proceso, por ello el objetivo general de este proyecto es plantear un sistema de control de riesgo químico por la emisión de gases y humos metálicos generados en las operaciones de soldadura, para los trabajadores de la empresa ARTECG S.A.S., previniendo así la ocurrencia de enfermedades laborales. La fase inicial es de investigación donde se recolecta información de proyectos similares y de reglamentación sobre las emisiones permisibles en Colombia y a nivel internacional, con el fin de conocer que avances existen sobre el tema y que se puede aplicar en el desarrollo del proyecto. En una segunda parte se realizará un diagnóstico de la de la empresa para determinar cuál es la situación real del proceso, aquí se toman pruebas de las emisiones de gases y humos metálicos contaminantes del ambiente de trabajo, se evalúa la exposición de los trabajadores y se determina cual es el factor al que se debe enfocar los estudios. Por último, se analizará las posibles soluciones y se elaborará la propuesta, donde se establezca cuáles son los controles en la fuente, medio o el individuo para dar solución al problema de contaminación generado por en el proceso de soldadura.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

1. Problema de Investigación

1.1 Descripción del Problema

Dentro de los grandes retos que tienen la higiene y seguridad en trabajo en Colombia es el desarrollo de investigaciones sobre toxicología industrial, ya que se carece de estudios científicos sobre el tema. En el sector metalmecánico se presentan innumerables emisiones contaminantes que perjudican considerablemente la salud del ser trabajador. Una compañía dedicada al diseño y fabricación de tanques, tuberías y estructuras en acero al carbono, cuenta con 30 operarios que realizan operaciones de soldadura eléctrica con electrodo revestido y se ven expuestos a riesgos higiénicos por la emisión de gases y humos metálicos generados en este proceso.

Es pertinente aclarar que el sistema que se diseñe solo controlará y reducirá el riesgo mas no lo eliminará por completo, con el análisis de las investigaciones que se han desarrollado sobre el tema, se considera que el control debe ser enfocado en el medio puesto que la fuente es indudablemente difícil de controlar, esto implica que los resultados esperados es una reducción de las emisiones generadas en cerca del 80%.

1.2 Formulación del Problema

¿Podrá un sistema de control de riesgo químico, mejorar la salud y seguridad de los trabajadores de metalmecánica expuestos a emisiones de gases y humos metálicos?

2 Objetivos de la Investigación

2.1 Objetivo General

Plantear un sistema de control de riesgo químico por la emisión de gases y humos metálicos generados en las operaciones de soldadura, para los trabajadores de la empresa ARTECG S.A.S., previniendo así la ocurrencia de enfermedades laborales.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los tipos y la cantidad de contaminantes que se generan en las operaciones de soldadura.
- Clasificar el riesgo higiénico de las emisiones de gases y humos metálicos a que se exponen los trabajadores de la empresa, mediante la comparación de los niveles permisibles en el ser humano, determinados para el país.
- Determinar las medidas de intervención en la fuente, medio y el individuo para controlar el riesgo higiénico, clasificando los lugares de trabajos sub-estándar y los trabajadores por nivel de exposición.
- Elaborar el sistema de control de riesgo químico presente en el proceso de soldadura.

3 Justificación y delimitación de la Investigación

3.1 Justificación

Esta investigación es de gran utilidad no solo para las partes interesadas de la compañía, sino también para el ámbito académico, porque indaga en un tema poco desarrollado en el país. A pesar de ser necesario desarrollar programas para evitar enfermedades profesionales respiratorias por deficiencia pulmonar, en Colombia no existe una metodología o reglamentación que establezca los controles que se deben tener en la práctica de soldar con electrodos revestidos, teniendo conocimiento que los materiales químicos con lo que están fabricados estos insumos son contaminantes, por ello se quiere crear un sistema de control de este riesgo higiénico enfocado particularmente en el proceso de esta empresa, lo cual será un aporte y la invitación para que otros investigadores desarrollen sistemas, métodos o procedimientos en pro de controlar las emisiones de gases y humos metálicos generados por el electrodo revestido y que permitan ser implementados en empresas del sector metalmeccánico.

Para la empresa es indispensable contar con un sistema que le permita controlar los riesgos higiénicos en su proceso operativo, específicamente los que requieren en las operaciones con

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

soldadura, entre otras cosas porque la legislación colombiana los obliga a identificar los peligros y establecer controles de riesgo, pero más que por dar cumplimiento a la ley se debe desarrollar estos sistemas de control ya que le genera un beneficio económico a la compañía al aumentar la productividad debido a que se mejoran las condiciones del ambiente laboral de sus trabajadores; y se disminuye costos de operación al eliminar el ausentismo por incapacidades y paradas no planeadas. Contar con sistema de control del riesgo químico en el proceso de soldado, a la compañía le genera tres benéficos generales, el primero enfocado a la calidad de los servicios y productos que ofrece, por la continuidad en el proceso al evitar suspensión por enfermedades y accidentes de trabajo; también beneficios en la mejora del programa de medicina preventiva del trabajo, al generar un aporte al sistema de vigilancia epidemiológica con la implementación de estos controles; a su vez implementando el sistema de control de riesgo químico la empresa fortalece su responsabilidad social empresarial, porque está garantizando que las emisiones de humos metálicos y gases tóxicos en el ambiente se reduzcan.

Este tema social es muy importante para el desarrollo del proyecto porque las enfermedades pulmonares causadas por emisión de los gases de la soldadura, es un tema de interés común, pues al ser estos contaminantes volátiles pueden causar daño también a personas fuera del área de trabajo si no se tiene un control de estos riesgos. Existe también un riesgo ambiental que debe ser considerado porque los químicos de la soldadura dispersos en el ambiente generan un impacto negativo en el ecosistema, provocando que se aumente el daño ecológico que se está viviendo actualmente.

3.2 Delimitación

Como objeto de estudio de esta investigación se tiene el sector industrial metalmeccánico, que en sus operaciones normales tengan procesos de soldaduras, no controlados que generen emisiones de gases y humos metálicos, presentes en la soldadura eléctrica con electrodo revestido.

Es una línea de investigación mixta con una etapa inicial de investigación teórica y otra de prueba experimental para la obtención de información y análisis de las condiciones de trabajo de la empresa Arteg Ltda., ubicada en la ciudad de Bogotá. D.C.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

4 Marco de Referencia

4.1 Estado del Arte

Las emisiones de gases y humos metálicos es un tema de riesgo químico que es estudiado por la toxicología y a pesar de que esto se inició a tratar desde hace siglos en el mundo científico, en Colombia aún sigue siendo un ámbito desconocido, pues carecemos de estudios e investigaciones en la disciplina, algunos de los países que han generado muchos tratados y normatividad al respecto son Estados Unidos, España, Australia y Japón.

En la actualidad se aborda la toxicología industrial desde la perspectiva legal, con el objetivo de establecer lineamientos que garanticen la seguridad y la salud del trabajador, mediante el control de los riesgos, muchas naciones han creado normas y leyes que determinan límites de exposición profesional (OEL) para contaminantes ambientales, conocidos en Estados Unidos como valores límites umbral (TLV).

Una importante publicación para los intereses de la toxicología industrial se dio en 1921 por el Bureau of Mines de Estados Unidos (Fieldner, Katz y Kenney) que crearon la tabla de límites de exposición para 33 sustancias químicas presentes en los ambientes laborales. Para los años 1941 y 1942 la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) publicó las primeras listas de normas de concentraciones permisibles de sustancia químicas en los sitios de trabajo; y la tabla de las concentraciones máximas admisibles de contaminantes atmosféricos de 63 sustancia tóxicas, respectivamente. Para estos años el comité hoy conocido como ANSI Z – 37 establece el primer límite permisible de monóxido de carbono y años más tarde valores de límites a polvos, gases, vapores, humos y nieblas tema principal de esta investigación. Cook, en 1945 publica la concentración máxima admisible de 132 contaminantes industriales.

Se han realizado interesantes estudios sobre los riesgos higiénicos de la soldadura en los seres humanos a partir de los parámetros establecidos por estas organizaciones, vale la pena resaltar

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

una investigación realizada en Monterrey¹, México, en el año 2003 tuvo como objetivo identificar los efectos en la función pulmonar por la exposición a la soldadura de acero protegida con gas inerte, teniendo como parámetros la influencia de esta actividad, los hábitos del tabaquismo y la antigüedad en el trabajo. Se empleó para evaluar la función pulmonar el sistema MasterLab-Body; de Erich Jaeger GmbH & Co KG 1992, 1993; siguiendo los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad reconocidos por la Sociedad Americana del Tórax.

4.2 Marco Teórico

Es de gran importancia la higiene y la seguridad industrial en este proyecto de investigación; para evitar o mitigar riesgos de enfermedades profesionales respiratorias por deficiencia pulmonar. Los riesgos en trabajo de soldaduras existentes implican la exposición a humos metálicos y ciertos gases que son de un muy alto riesgo para la salud. Un accidente en el proceso de soldadura ocasionalmente son graves y pérdidas económicas significativas. Este proceso de soldadura genera humos, radiación y manipula una gran parte de electricidad, todos estos factores generan grandes riesgos en el trabajador como quemaduras, intoxicaciones, incendios y explosiones.

"El trabajo de un soldador se realiza en unas condiciones que pueden resultar Nocivas para su salud. El análisis global de una jornada laboral cualquiera en la Vida de un soldador profesional, nos hace ver que puede estar expuesto a varios Factores de riesgo a la vez. Entre estos cabe citar como los más importantes:

- Exposición a las sustancias tóxicas, que pueden ser gases y humos metálicos.
- Radiaciones no ionizantes emitidas por las piezas recalentadas.
- Ruido originado.
- Carga térmica.

Todos estos factores se tratarán de abordar en este estudio, sin olvidar mencionar aquellos aspectos que guardan más íntima relación con la seguridad". (Riesgos Higiénicos

¹Pletismografía en soldadores de acero, soldadura al arco con gas inerte ROMO, MANUEL (2003) Investigación realizada en el Departamento de Fisiología Pulmonar, Hospital de Especialidades No. 34 del MSS, Monterrey, Nuevo León.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Existentes En Las Operaciones De Soldadura Con Arco Eléctrico, Javier Olavarrieta Del Castillo, Pág. 9).

Por esta razón es indispensable la utilización de elementos de protección personal; utilizándolos correctamente, capacitando a todo el personal fundamentalmente de las precauciones necesarias que deben tomar en el puesto de trabajo ya sean elementos de protección y la ergonomía del puesto de trabajo.

"El ruido es el riesgo higiénico que más incidencia tiene en los procesos industriales; por otra parte, las radiaciones ionizantes necesitan de una atención especial debido a los efectos dañinos que puede producir en los trabajadores y, sobre todo, especialmente sensibles, sin obviar al público en general. El alumno podrá acceder a un desarrollo suficientemente técnico sobre la exposición y control del ruido y los límites de dosis y prevención radiológica correspondiente" (Manual para la formación en Prevención de Riesgos Profesionales, Genaro Gómez, pág. 253).

El ruido es uno de los grandes contaminantes además de los gases, en cualquier puesto de trabajo ya que es un contaminante muy común en las empresas; las vibraciones de las maquinas son productoras de ruido y además aquí nombramos un contaminante más en el puesto de trabajo como lo son las vibraciones por el aire o por el piso.

“La prevención radiológica es un capítulo importante en el desarrollo de este temario; por ello, se contemplan los principios de protección de los trabajadores, la información y formación, la aplicación de medidas de protección, requisitos de las zonas, la evaluación de la exposición y la vigilancia sanitaria.

En la protección operacional de los trabajadores expuestos se basará en los siguientes Principios:

- Evaluación previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

- Clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas en función de la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de la contaminación y la probabilidad y magnitud de exposiciones potenciales.
- Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías según sus condiciones de trabajo.
- Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control relativas a las distintas zonas y a las diferentes categorías de trabajadores expuestos.
- Vigilancia sanitaria.”(Manual Para La Formación En Prevención De Riesgos Laborales, Genaro Gómez, pág. 275).

Es de gran importancia que el trabajador sea sometido por su salud y seguridad a un examen médico periódico y tome todas las medidas de prevención que sean necesarias porque son muchos los riesgos químicos, la empresa debe prestar su atención en esta área por que como menciona la ley 31 /1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades en la materia; el artículo 6 de la misma Ley contempla que los aspectos más técnicos relativos a las medidas preventivas serán regulados por las correspondientes normas reglamentarias.

Generalmente se debe tener en cuenta que las medidas de control deberán estar en consonancia con los avances técnicos y su recurso teniendo en cuenta que ha de prevalecer, en el control del riesgo en su origen.

El proceso de Soldadura es una actividad laboral que ofrece empleo continuo con avances permanentes. Sin embargo, son aquellos en los que se concentra la mayor parte de los accidentes laborales, por esta razón es indispensable llevar un control y vigilancia diario en el área laboral mitigando riesgos, mirando que actos inseguros se están realizando y qué condiciones peligrosas existen.

“Las operaciones de soldadura están ampliamente extendidas dentro del ámbito industrial. Como consecuencia de estas operaciones, el soldador está frecuentemente expuesto a humos y gases de soldadura. El origen de estos contaminantes se encuentra en el material soldado (material base o su posible recubrimiento), el material aportado (metal de aporte,

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

fundentes, desoxidantes, gas de protección), y en el aire que constituye el entorno de la zona de soldadura (origen en parte de los gases nitrosos, ozono y monóxido de carbono). La eliminación de los riesgos producidos por la exposición a dichos contaminantes exige que los humos y gases no alcancen la zona respiratoria, o, si lo hacen, hayan sido previamente diluidos mediante sistemas de extracción localizada o ventilación general”. (NTC soldadura prevención de riesgos higiénicos, Emilio Castejón, Jorge Renóm 1982).

Los gases en estado comprimido son en la actualidad prácticamente necesarios para llevar a cabo la generalidad de los procesos de soldadura. Por su gran capacidad inflamable, el gas más utilizado es el acetileno que, combinado con el oxígeno, es la base de la soldadura oxiacetilénica y oxicorte, el tipo de soldadura por gas más utilizado. Muchos gases comprimidos son tóxicos; estos gases pueden provocar varios problemas de salud dependiendo del gas específico, su concentración, la duración de la exposición y la ruta de exposición (inhalación, contacto con los ojos o piel). El contacto entre la piel o el ojo el gas líquido en forma líquida puede congelar el tejido y resultar en una lesión de tipo quemadura.

Por otro lado, y a pesar de que los recipientes que contienen gases comprimidos se construyen de forma suficientemente segura, todavía se producen muchos accidentes por no seguir las normas de seguridad relacionadas con las operaciones complementarias de manutención, transporte, almacenamiento y las distintas formas de utilización.

Los riesgos y factores de riesgo de la Soldadura, se generan en gran parte por el sistema de operación que se utilice y varía considerablemente por los tipos de procesos de soldadura.

- Incendio y/o explosión durante los procesos de encendido y apagado, por utilización incorrecta del soplete, montaje incorrecto o estar en mal estado También se pueden producir por retorno de la llama o por falta de orden o limpieza.
- Exposiciones a radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes y con distintas intensidades energéticas, nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

- Quemaduras por salpicaduras de metal incandescente y contactos con los objetos calientes que se están soldando.
- Proyecciones de partículas de piezas trabajadas en diversas partes del cuerpo.
- Exposición a humos y gases de soldadura, por factores de riesgo diversos, generalmente por sistemas de extracción localizada inexistentes o ineficientes.” (NTP 495: Soldadura oxiacetilénica y oxicorte: normas de seguridad, José M^a Tamborero del Pino, 1998, pag. 2).

Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral. En estos casos se puede conseguir una captación eficaz mediante una mesa con extracción a través de rendijas en la parte posterior, para esto es muy importante que los trabajadores así como la empresa cuida de su salud ellos también y sean conscientes de los grandes riesgos que existe en este proceso de soldadura y generar un control de personal para prevenir actos inseguros o que el medio donde se trabaja sea de la misma manera insegura; la idea principal es poderle brindar a los trabajadores un puesto de trabajo ergonómico y seguro.

4.3 Marco Conceptual

- **Riesgo:** Combinación de la probabilidad y la(s) consecuencia(s) de que ocurra un evento peligroso específico.
- **Seguridad en el trabajo:** tiene como objetivo la preservación de los altos valores humanos, tiende a la dignificación del esfuerzo y a la Prevención de todo aquello que atente contra la integridad del hombre y la Comunidad. (Seguridad en el trabajo, María Hernández, pag.3).
- **Higiene Industrial:** es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general (Enciclopedia de salud y seguridad industrial, pag.3)

- **Emisiones:** las emisiones producen cambios en los niveles de la calidad ambiental, la cual a su vez genera daños a los seres humanos y no humanos. (Fiel Barry, 1995, pág. 35-45)
- **Elemento De Protección Personal (EPP):** Dispositivo que sirve como Barrera entre un peligro y alguna parte del cuerpo de una persona. (Manual Para La Formación En Prevención De Riesgos Laborales, Genaro Gómez, pág. 271-272).
- **PELIGRO:** Fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de enfermedad o lesión a las personas, o una combinación de éstos. (NTC-OHSAS 18001)
- **Radiación ionizante:** Transferencia de energía en forma de partículas u ondas electromagnéticas de una longitud de onda igual o inferior a 100 nanómetros o una frecuencia igual o superior a 3×10^{15} hertzios, capaces de producir iones directa o indirectamente. (Manual Para La Formación En Prevención De Riesgos Laborales, Genaro Gómez, pág. 271-272).
- **Contaminación radioactiva:** Presencia indeseable de sustancias radiactivas en una materia, una superficie, un medio cualquiera o una persona. En el caso particular del organismo humano, esta contaminación puede ser externa o cutánea, cuando se ha depositado en la superficie exterior, o interna cuando los radionúclidos han penetrado en el organismo por cualquier vía (inhalación, ingestión, percutánea, etc.) (Manual Para La Formación En Prevención De Riesgos Laborales, Genaro Gómez, pág. 271-272).
- **Enfermedad Profesional:** implica un daño en la salud del trabajador expuesto a ciertos riesgos laborales. Es decir, hay una correlación directa entre riesgo laboral y daño producido, lo que implica que las condiciones de trabajo no son adecuadas y dañan. (ley 24557, riesgo de trabajo).
- **Ingesta diaria aceptable (ADI):** Es la cantidad máxima de una sustancia que una persona puede ingerir a lo largo de su vida sin que cause ningún problema de salud. (*Agro sur*, 2008, p71)

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

- Ausentismo: es toda aquella ausencia o abandono del puesto de trabajo y de los deberes ajenos al mismo. Incumpliendo las condiciones establecidas en el contrato de trabajo (Manual de formación, 2004, pág. 4)
- Sistema de control del riesgo: La Ley de Prevención de Riesgos Laborales tiene como objetivo principal la protección de la seguridad y salud de los trabajadores. Y como principio básico establece que los riesgos hay que combatirlos en su origen. Esto siempre no se consigue y es necesario adoptar otras medidas (Manual Para La Formación En Prevención De Riesgos Laborales, Genaro Gómez, pág. 148)

4.4 Marco Legal

Desde el año 2014 en Colombia se emitió el decreto 1443, donde se establece los lineamientos del Sistema de Seguridad y Salud en el trabajo para las empresas en Colombia. Esto llevó a la sustitución del antiguo llamado Programa de Salud Ocupacional por un sistema de gestión, que pueda ser útil, activo y que garantice la mejora continua de los procesos de seguridad y salud en los trabajadores colombianos. En 2015 se creó el decreto 1572 donde se unificó todos los reglamentos relacionados con la seguridad y salud de los trabajadores.

Tabla 1 Marco Legal de Seguridad Y Salud en Colombia

MARCO LEGAL RELACIONADO CON EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	
NORMA	REGLAMENTA
DEC. 2663 / 1950	Código sustantivo del trabajo
Res. 20/1951	Reglamenta CÓDIGO SUSTANTIVO DEL TRABAJO CTS.
Ley 9/1979	Código Sanitario Nacional
DEC. 2/1982	Terminología técnica y normas de emisiones industriales
DEC. 8321/1983	Normas sobre protección auditiva, la salud y el bienestar de las personas
DEC. 614/1984	Bases para la Empresa y administración gubernamental de la salud ocupacional en el país
Res. 2013/1986	Reglamenta Empresa y funcionamiento de los comités de la Seguridad y Salud en el trabajo
Res. 1016/1989	Empresa, funcionamiento y formas del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo
DEC. 2177/1989	Readaptación profesional y el empleo de personas inválidas
Res. 2013/1986	Elecciones, funciones y actividades del COPAZO
Res.8321/1983	Establece la preservación de la audición
Res. 1792/1990	Reglamenta valores permisibles exposición al ruido
Res. 6398/1991	Exámenes médicos pre ocupacionales

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Res. 1075/1992	Campañas de fármaco dependencia, tabaquismo, y alcoholismo
Ley 100/1993	Crea el Sistema General de Riesgos Laborales
DEC. 1295/1994	Se determina la Empresa y la administración del Sistema General de Riesgos Profesionales
DEC. 1772/1994	Reglamenta afiliación y cotizaciones
DEC. 1281/1994	Pensión especial se consideran las actividades de alto riesgo
DEC. 2644/1994	Tabla única de indemnizaciones
Res. 4050/1994	Pruebas de embarazo para trabajadoras expuestas en labores de alto riesgo
Ley 181/1995	Fomento del deporte, la recreación, el aprovechamiento del tiempo libre y la educación física
DEC. 1859/1995	Por el cual se reglamentan parcialmente las inversiones del fondo de riesgos profesionales
Decr.019/2012	Supresión de trámites innecesarios
DEC. 190/2004	Relación docente y afiliación de estudiantes de postgrado al sistema general de riesgos profesionales
Res. 1401/2007	Por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo
DEC. 16/1997	Comités nacional, seccional y local de salud ocupacional
Ley 361/1997	Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación
Res. 2569/1999	Proceso de calificación del origen de los eventos en primera instancia
DEC. 1796/2000	Evaluación de la capacidad psicofísica, disminución de la capacidad laboral
Res. 166/2003	Día nacional de la salud en el mundo del trabajo el 28 de julio de cada año
DEC. 873/2001	Convenio 161 sobre servicios de salud en el trabajo, OIT
DEC. 889/2001	Registro único de aportantes al sistema de seguridad social
Ley 691/2001	Participación de grupos étnicos en el sistema
Ley 704/2001	Prohibición de las peores formas de trabajo infantil
Ley 712/2001	Código procesal del trabajo y seguridad social
Ley 717/2001	Reconocimiento de la pensión de sobrevivientes
DEC. 1607/2002	Modificación tabla de clasificación de actividades económicas
DEC. 1703/2002	medidas para promover y controlar la afiliación y pago de aportes al sistema
Ley 789/2002	Incorporación de los estudiantes al SGRP
DEC. 205/2003	Creación del ministerio de la protección social
DEC. 2090/2003	Actividades de alto riesgo, condiciones, requisitos y beneficios
DEC. 2800/2003	Afiliación al sistema de los trabajadores independientes
DEC. 2286/2003	Incentivos por contratación de trabajadores con más del 25% de pérdida de la capacidad laboral
Ley 797/2003	Reforma sistema de pensiones, diferencias entre pensión de origen común y profesional
Ley 828/2003	Control de la evasión y elusión al SGRP
Circular 2004	Generalidades, derechos y obligaciones, y aclaraciones sobre el SGRP
DEC. 1443/2004	Prevención y control en el manejo de plaguicidas

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

<p>ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES ECCI Escuela Tecnológica Su institución universitaria</p>	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	<p>CERTIFICADA POR:</p>
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Res. 2346/2007	Empresa y responsabilidades con las historias clínicas ocupacionales
Res. 2844/2007	Guías de Atención Integral en Salud Ocupacional (GATISO)
Dec.1299/2008	Se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas
Res. 1956/2008	Medidas preventivas de salud sobre el consumo de cigarrillo
GTC-034	Guía técnica colombiana Elaboración de programa de salud ocupacional
Res.736/2009	Capacitador competente trabajos en alturas SENA
Circular 70/2009	Procedimientos e instrucciones en trabajos en alturas para empresas y ARL
DEC. 2566/2009	Por el cual se adopta la tabla de enfermedades laborales
DEC-LEY 4108 2011	Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio del Trabajo y se integra el Sector Administrativo del Trabajo.
Ley 1562 Julio de 2012	Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional.
Res. 1409/2012	Establece el reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas
Res. 1903/2013	que modifica numeral 5 artículo 10 y párrafo 4 del artículo 11 de la resolución 1409 del 2012, el cual es certificar a los trabajadores que desarrollen trabajos en alturas mediante capacitación
DEC. 723 / 2013	Por el cual se reglamenta la afiliación al Sistema General de Riesgos Laborales de las personas vinculadas a través de un contrato formal de prestación de servicios con entidades o instituciones públicas o privadas y de los trabajadores independientes que laboren en actividades de alto riesgo y se dictan otras disposiciones
DEC 1352/2013	Por el cual se reglamenta la Empresa y funcionamiento de las Juntas de Calificación de Invalidez, y se dictan otras disposiciones
Circular 034/ 2013	les asiste a las Entidades Promotoras de Salud, indistintamente del régimen de salud que operen: organizar la Forma y los mecanismos a través de los cuales sus afiliados con su núcleo familiar acceden a los servicios de salud en todo el territorio nacional.
DEC. 1637/ 2013	Por el cual se reglamenta el párrafo 50 del artículo 11 de la Ley 1562 de 2012 y se dictan otras disposiciones.
DEC 1443 de 2014	Disposiciones implementación SGSST
RES 3368 de 2014	Se modifica parcialmente la resolución 1409 de 2012
DEC 1477 de 2014	Tabla de Enfermedades Laborales
DEC 1507 de 2014	Manual único de calificación de invalidez

Fuente: Red Internacional de la Seguridad y Salud Ocupacional.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

5 Diseño Metodológico

Al tratarse este proyecto sobre el análisis de las condiciones del ambiente de trabajo respecto a los riesgos higiénicos que se presentan por la emisión de gases y humos metálicos en las operaciones de soldadura, fue en su fase inicial en estudio explicativo, con el cual se logró realizar un diagnóstico inicial de las condiciones de seguridad de los trabajadores en cuanto al riesgo producido por la emisión de contaminantes de la soldadura. Posteriormente la investigación se le da un enfoque de tipo cuantitativa experimental, ya que se tomaron mediciones de las concentraciones de gases en los lugares de trabajo para analizar y comparar con los límites permitidos en el país. Los datos que se obtuvieron son los niveles de emisiones de gases y humos metálicos en el proceso de soldadura, para ello se utiliza el instrumento de medición de gases, se recogió información durante las horas normales de trabajo en un formato de registro de datos, estos son tabulado, analizado y los resultados son presentados en forma gráfica. Este análisis tiene un enfoque cuantitativo con una prueba estadística en razones y tasas. La población de estudio para esta investigación son todos los trabajadores de la empresa que realizan operaciones de soldadura y que se encuentran dentro de este ambiente laboral, por ello no se requiere sacar una muestra probabilística estratificada, el tamaño de la población es de 30 trabajadores. Los datos se tomaron durante una jornada habitual de trabajo en los 3 frentes de trabajo, consiste en medir las concentraciones de gases tóxicos en tres áreas diferentes del puesto de trabajo.

El proyecto se realizará en 6 semanas y en 4 etapas cada una de ella con un entregable que facilitaran el desarrollo de la próxima etapa, para el desarrollo de la investigación se tomó como base central los principios de protección del trabajador, definidos en el Manual Para La Formación En Prevención De Riesgos Laborales, Genaro Gómez.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

5.1 Etapas del Diseño

5.1.1 Etapa 1. Recolección de la información: en esta primera fase se investigó en diferentes fuentes de información datos sobre los riesgos de la soldadura, las emisiones que este proceso genera y los límites permisibles, el entregable de esta fase son los resultados de la situación real del proceso y el diagnóstico de los controles existentes, que se realizó en tres semanas, aquí si aplicó el primer principio de protección del trabajador, el cual hace referencia a la evaluación previa de las condiciones laborales.

5.1.2 Etapa 2. Análisis de datos: siguiendo los conceptos de los dos principios de protección del trabajador siguientes, se recolectó la información para determinar las condiciones de trabajo de la empresa y los estándares nacionales sobre los riesgos higiénicos de la operación de soldadura, un comparativo de los límites permisibles y los reales, clasificación de las zonas de trabajo y de los trabajadores, es el segundo entregable del proyecto para ello se cuenta con una semana para ejecutarse.

5.1.3 Etapa 3. Elaboración de la propuesta: el cuarto principio plantea la aplicación de las normas de vigilancia y control en las zonas, por ello se plantea una serie de acciones correctivas y de mejora al proceso en miras de eliminar o controlar los riesgos químicos en el sitio de trabajo. El entregable de esta etapa es la determinación de las acciones de mejora para el proceso, que cuenta con dos semanas de plazo.

5.1.4 Etapa 4. Implementación del sistema de control: en el último principio se establece la vigilancia sanitaria, para darlo como cumplido, se elaboró el plan control de riesgos químicos en las operaciones de soldadura, se hace la entrega a la empresa de la propuesta para su análisis e implementación y finalmente se evalúa su efectividad.

6 Resultados

6.1 Aplicación de los Instrumentos y Análisis de los Resultados

6.1.1 Fase 1. Recolección de la información.

Inicialmente se identificó la composición química de los electrodos revestidos, objeto de la investigación, a su vez las emisiones de humos metálicos que se generan en el proceso de soldado.

Tabla 2 Composición química de los electrodos revestidos

COMPOSICIÓN APROXIMADA DE LOS ELECTRODOS REVESTIDOS													
	%Mn	%Ni	%Cr	%Mo	%V	grafito	CaCO3	CaF2	Mg	Si & SiO2	Silicato	TiO2	Fe
C-10	0.6	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
C-10P	0.6	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
C-13	0.6	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
R-10	0.5	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
R-15	0.5	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
B-10	1	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X
X-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X
B-80	13	3	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X
B-83	0.9	-	3.2	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X
B-84	0.5	-	7	0.5	0.5	-	X	X	X	-	X	-	X
B-85	1.1	-	35	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X
X-41	-	98	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X
X-44	-	53	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X
X-48	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X
R-60	0.7	10	19	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X
R-63	0.8	12	19	2.5	-	-	X	X	-	-	X	X	X
R-65	0.8	13.5	23	2.5	-	-	X	X	-	-	X	X	X
R-67	1.2	21	26	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X
R-91	1.8	10	30	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X

X SIGNIFICA MATERIAL PRESENTE

Fuente: Libro el Soldador y lo Humos de Soldadura.

Para determinar las variables de la medición apropiadas para la investigación se identificaron cuáles son las misiones de humos metálicos más frecuentes en el proceso de soldadura eléctrica con electrodo revestido.

Tabla 3 Emisiones de humos del proceso de soldadura eléctrica con electrodo revestido

CONTAMINANTES PROCEDENTES DE LOS MATERIALES DE APORTE		
Materiales de aporte	Tipo de soldadura	Contaminantes característicos
<p>Varilla o alambre desnudo</p>	Con soplete ("Autógena", "oxigás", "oxiacetilénica").	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, estaño, berilio, manganeso, plomo, plata y cadmio.
	TIG; MIG; MAG.	Óxidos de los metales del hilo o de la varilla de aporte (Normalmente los mismos que los de las piezas). Óxido de cobre cuando el hilo va recubierto de este metal.
	Soldaduras blandas (Con resina de colofonia)	Según los casos: Óxidos de estaño, plata, plomo y cobre. (Formaldehído).
<p>Electrodo revestido</p>	Manual al arco eléctrico. -- Tipo de revestido.	Todos. Óxidos de hierro y de manganeso
		Ácido. Silice amorfa.
		De rutilo. Óxido de titanio.
		Básico. Fluoruros.
		Celulósico. Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO ₂)
		Grafito cobreado. Óxido de cobre. Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO ₂)
		Otros especiales. Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, plomo, níquel y cromo.

Fuente: Libro el Soldador y lo Humos de Soldadura.

En la tabla 3, se muestra los contaminantes característicos de estos procesos de soldado, para la medición y análisis de los datos se toma como variables de estudio las siguientes:

1. Tiempo de trabajo, que define a su vez el tiempo de exposición del soldador a los humos metálicos.
2. Cantidad de electrodos consumidos, permite conocer si la cantidad de electrodos consumidos tiene relación con la cantidad de emisiones de humos metálicos se presentan en la operación.
3. Cantidad de emisiones de CO producidos, como el componente con mayor presencia en el proceso de soldado es el CO se determinó que este sea el componente de análisis de la investigación.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Los datos que se obtuvieron son los niveles de emisiones de gases y humos metálicos en el proceso de soldadura, para ello se utiliza el instrumento de medición de gases, se recogieron datos durante las horas normales de trabajo en un formato de registro de datos, estos fueron presentados gráficamente.

Los datos se tomaron durante una jornada habitual de trabajo en los 3 frentes de trabajo, consistió en medir las concentraciones de gases tóxicos en el puesto de trabajo, a una distancia de 1m del trabajador, en la operación de soldado de material en acero al carbono de un tramo de 150 cm, para el cual se utilizan alrededor de 20 electrodos de 6010 de 1/8", la operación dura en promedio 50 minutos, se toman registros cada 5 minutos durante 1 minuto.

Esta muestra solo se realizó con este tipo de electrodo revestido (6010 de 1/8), el cual es el más utilizado por la empresa cuando se realizan proyectos de fabricación y montaje de tanques, estructuras y líneas de tuberías y puesto que nuestra intención fue medir las emisiones de CO y CO₂.

Inicialmente se hizo un diagnóstico del sistema actual de control del riesgo químico con que la empresa cuenta, se realizó durante una visita a la planta de fabricación de la empresa, se utilizó las herramientas de la observación directa y entrevista al analista SSTA, en una serie de requisitos que se deberían cumplir.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Tabla 4 Diagnóstico inicial del sistema de control de Riesgo Higiénico.

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIESGO QUIMICO ACTUAL			
	0	3	5
Se cuentan con todas las hojas de seguridad según las sustancias y/o productos manejados		1	
Los empleados tienen acceso y conocimiento de estas hojas de seguridad	1		
La empresa cuenta con programa de capacitación y entrenamiento para trabajadores y externos (contratistas, visitantes)	1		
Se cuenta con un entrenamiento específico para trabajadores expuestos a riesgos químicos	1		
Se cuenta con un control y registro de los niveles de exposición de los trabajadores	1		
Cada trabajador cuenta con los EPP adecuados para realizar sus tareas			1
El trabajador sabe sobre el uso y cuidado de los EPP			1
Los trabajadores informan oportunamente los riesgos a los que se encuentran expuestos		1	
La empresa cuenta con auditorías donde se verifique el cumplimiento de normas de seguridad en el uso de productos químicos	1		
La empresa cuenta con indicadores para evaluar el riesgo químico en los trabajadores	1		
La empresa cuenta con documentación actualizada (procedimientos, instructivos) teniendo en cuenta el análisis de auditorías, investigación de accidentes de trabajo		1	
La empresa realiza reuniones para tomar acciones de mejora teniendo como base el riesgo químico		1	
La empresa realiza inspecciones periódicas para garantizar un ambiente de trabajo seguro.		1	
TOTAL		2	NIVEL CRITICO

Fuente: Autor

6.1.2 Fase 2. Análisis de datos.

Los datos obtenidos son analizados, se realizó una descripción de los resultados encontrados, este análisis tiene un enfoque cuantitativo con una prueba estadística en razones y tasas.

Mediante un cuadro de registro de datos se identificaron los mínimos, máximos y el promedio para ser comparados con el límite permisible en el país que es de 35 ppm, como se muestra en la tabla 6 y con cada uno de las tres muestras escenarios de estudio.

Tabla 5 Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de Exposición
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	Anual
		300	24 horas
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	70	Anual
		150	24 horas
SO ₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.031 (80)	Anual
		0.096 (250)	24 horas
		0.287 (750)	3 horas
NO ₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.053 (100)	Anual
		0.08 (150)	24 horas
		0.106 (200)	1 hora
O ₃	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.041 (80)	8 horas
		0.061 (120)	1 hora
CO	ppm (mg/m^3)	8.8 (10)	8 horas
		35 (40)	1 hora

Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL RESOLUCIÓN 601

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

La tabla 6 corresponde a los datos obtenidos en la realización de un proyecto en la planta de un cliente, el cual correspondía al mantenimiento de un tanque de almacenamiento, labor de alto riesgo al tratarse de espacio confinado. Durante 1 hora el promedio de emisiones de CO₂ fue de 45 partes por millón, lo que indica que está por encima del Límite Máximo Permisible según la legislación colombiana, aquí los 5 trabajadores que intervienen en el proceso se ven expuestos, debido a que los gases se acumulan en el recinto.

Tabla 6 Datos obtenidos de emisión de CO frente 1

N° TRABAJADORES EXPUESTOS	5	FRETE DE TRABAJO (CLIENTE 1)
	ZONA DE MEDICIÓN	A
TIEMPO	ELECTRODOS CONSUMIDOS	EMISIÓN DE CO
5 min	1	3 PPM
10 min	3	10 PPM
15 min	5	20 PPM
20 min	9	39 PPM
25 min	10	45 PPM
30 min	13	62 PPM
35 min	15	62 PPM
40 min	17	73 PPM
45 min	18	75 PPM
50 min	20	59 PPM
PROMEDIO		45 PPM
MINIMO		3 PPM
MAXIMO		75 PPM

Fuente: Autor

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

En la tabla 7 se muestran los datos que se hallaron en la operación de soldado de una línea de tubería, en campo abierto donde trabajaban 15 operarios, entre soldadores, mecánicos y ayudantes, aunque dos de los datos tomados superaron el 35 PPM, el promedio durante la hora de trabajo fue 23 PPM, inferior al Límite Máximo permisible, no generando un riesgo de exposición alto para los trabajadores.

Tabla 7 Datos obtenidos de emisión de CO frente 2

N° TRABAJADORES EXPUESTOS	15	FRENTE DE TRABAJO (CLIENTE 2)
	ZONA DE MEDICIÓN	B
TIEMPO	ELECTRODOS CONSUMIDOS	EMISIÓN DE CO
5 min	1	1 PPM
10 min	3	5 PPM
15 min	4	12 PPM
20 min	7	13 PPM
25 min	10	19 PPM
30 min	12	24 PPM
35 min	15	29 PPM
40 min	17	35 PPM
45 min	18	45 PPM
50 min	20	47 PPM
PROMEDIO		23 PPM
MINIMO		1 PPM
MAXIMO		47 PPM

Fuente: Autor

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

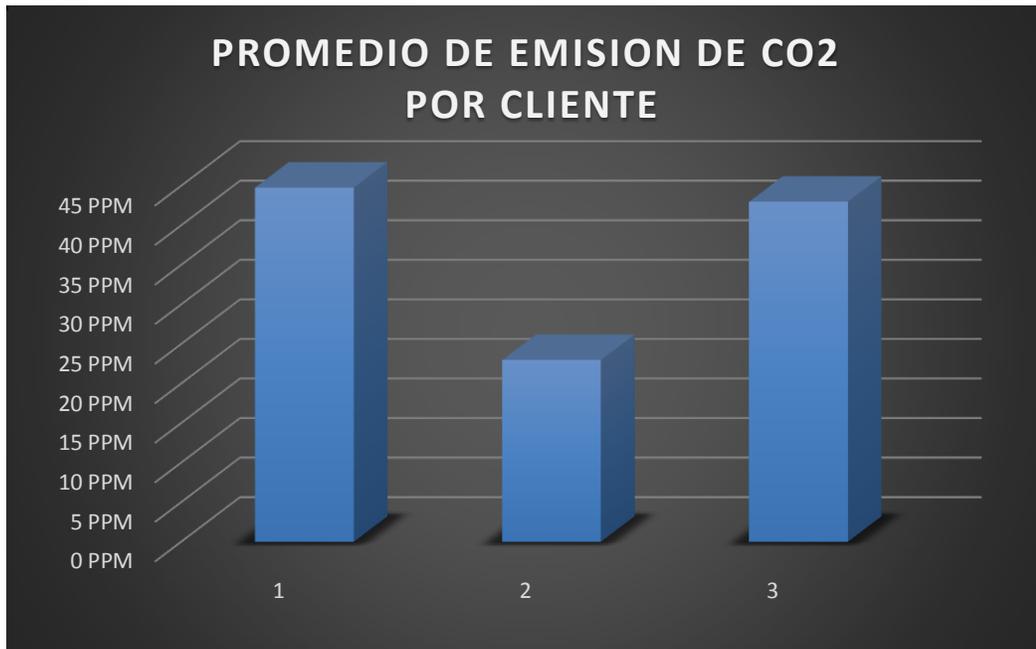
Los datos que se muestran en la tabla 8 fueron tomados en la planta de fabricación de la empresa, durante la ejecución de un proyecto de ensamble de una estructura metálica, donde operaron 10 trabajadores los cuales todos se encontraban expuestos al tratarse de un recinto cerrado, sin embargo, este cuenta con ventanas de ventilación y un área de 300m², lo que hace que las emisiones se disipen gradualmente, pero aun así supera los límites máximos permisibles, en promedio son 40PPM.

Tabla 8 Datos obtenidos de emisión de CO frente 3

N° TRABAJADORES EXPUESTOS	10	FRENTE DE TRABAJO (PLANTA)
	ZONA DE MEDICIÓN	C
TIEMPO	ELECTRODOS CONSUMIDOS	EMISIÓN DE CO
5 min	1	12 PPM
10 min	3	16 PPM
15 min	6	20 PPM
20 min	8	25 PPM
25 min	11	32 PPM
30 min	13	40 PPM
35 min	16	54 PPM
40 min	18	59 PPM
45 min	19	68 PPM
50 min	19	72 PPM
PROMEDIO		40 PPM
MINIMO		12 PPM
MAXIMO		72 PPM

Fuente: Autor

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.



Grafica 1 Emisiones de CO en tres zonas de trabajo.

Fuente: Autor

En el grafico 1 se evidencia claramente que las áreas de trabajo 1 y 3 presentan promedios de emisiones de CO muy altos alcanzando los 45 PPM, esto se debe a que la operación de soldadura se desarrolla en espacios confinados, es decir, en recintos cerrados con poca ventilación generando que se acumulen los gases en el lugar a medida en que el proceso de soldado avanza. Por otro lado, en la zona de trabajo 2 se registra en promedio 25 PPM inferior al nivel máximo permitido a nivel nacional, es gracias a que el trabajo se realiza a cielo abierto donde la ventilación es constante y los gases que se emiten en el soldado se dispersan fácilmente en el ambiente.

Para la clasificación de las zonas de trabajo se consideró lo establecido en la resolución 601 de 2006, de la siguiente manera:

- Riesgo bajo: menor a 15 PPM
- Riesgo Medio: entre 15 y 40 PPM
- Riesgo Alto: mayor a 40 PPM

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

Tabla 9 Clasificación de las Zonas de Trabajo y Trabajadores.

ZONA DE TRABAJO	TRABAJADORES EXPUESTOS	EMISIÓN DE CO (PROMEDIO)	NIVEL DE RIESGO
A (Espacio confinado)	5	45 PPM	Alto
B (Campo Abierto)	15	23 PPM	Bajo
C (Planta de Fabricación)	10	40 PPM	Medio

Fuente: Autor

6.1.3 Etapa 3. Elaboración de la propuesta.

Con el análisis de los resultados en la medición de los gases CO en los campos de trabajo y el diagnóstico del sistema de control del riesgo químico con que la empresa cuenta, se determinó que el control más efectivo es adquirir los sistemas de extracción y ventilación de gases para la operación de soldadura. Es una propuesta que requiere de un costo para la empresa, por ello fue estudiada por las directivas para su adquisición y puesta en marcha del sistema, aunque puede llegar a ser una inversión alta los resultados que se obtienen se ven reflejados en el bienestar del trabajador, en la reducción de paldas por ausentismo, pago de incapacidades y aumento en el rendimiento y por ende en la producción.

La propuesta que se desarrolló fue la creación de un sistema de control de riesgo químico para el proceso de la soldadura eléctrica con electrodo revestido, que emite CO, basado en medidas de prevención fundamentado en el principio que el riesgo se debe controlar en primera instancia en la fuente, seguido del medio y por último en el individuo, este sistema se divide en 4 etapas:

1. **Control en la fuente:** las posibilidades más conocidas a nivel industrial para mitigar este impacto en el soldador son:
 - a. *la eliminación de contaminantes en la pieza a soldar:* muchas de las emisiones de CO aumentan porque la pieza o el material contienen elementos que ocasionan que se emitan mayor cantidad de monóxido de carbono, para controlar que esto suceda es necesario realizar previo al proceso de soldado una limpieza de la pieza donde que elimine cualquier sustancia que pueda aumentar estas emisiones.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

b. El cambio de procesos de soldado: el proceso de soldado base de esta investigación -soldadura eléctrica con electrodo revestido- es la que mayores emisiones contaminantes genera. En grandes compañías estos procesos son automatizados, es decir, utilizan robot que operan el equipo reemplazando al ser humano, pero este cambio implica una inversión muy alta para una MIPYME, surge otra alternativa que consiste en cambiar el proceso actual por otro que cumple la misma función y rendimiento, pero con menos emisiones como el proceso MIG o MAG, que es lo que se empleó en algunas operaciones de la empresa.

2. **Sistema de extracción y ventilación:** como se había mencionado anteriormente, se determinó que es el mecanismo con mayor incidencia en la prevención y control del riesgo higiénico. Se necesitó la implementación, en los espacios confinados, de la extracción focalizada, debido a que el lugar cambia de escenarios frecuentemente y esto es el riesgo más alto que arrojó el análisis de la investigación, en el frente de trabajo A, donde estaban expuestos 5 trabajadores. El otro sistema utilizado fue la ventilación y extracción general, es decir en toda el área de trabajo, se instaló en la planta el sistema ya que este un riesgo medio y se veían expuestos 10 trabajadores.

3. **Elementos de Protección Personal:** para evitar el riesgo así se cuente con la implementación de las anteriores etapas es indispensable que el trabajador cuente con el elemento de protección respiratoria, se dotó al empleado con mascarillas para humos metálicos con filtros de material particulado, sobre todo en lugares donde no se tenga instalado los sistemas de ventilación y extracción como sucede ocasionalmente, en el análisis se detectó que estos sitios al aire libre se presenta un nivel bajo pero debe ser controlado con este mecanismo.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

4. **Mejores Prácticas en la Soldadura.** En esta etapa es cuando se trabaja con la sensibilización del trabajador y es donde el responsable del sistema juega un papel muy importante para comunicar y motivar al trabajador para que aplique las practicas correctas para realizar el proceso de soldadura:

- a. Sensibilización al personal: por medio de avisos y carteles se comunica y divulga a todo el personal sobre la prevención del riesgo químico de la soldadura, solicitando que se realice una inspección inicial al equipo de soldadura, que determine si el proceso se puede cambiar por uno menos contaminante, que verifique que los controles contra la emisión de CO estén en buen estado, que se debe realizar las mediciones periódicas de concentraciones de CO en el área de trabajo, por último, recordando que debe reducir la exposición a estas emisiones.
- b. Exámenes Médicos Ocupacionales: Al profesigramas de la empresa se le cambió la frecuencia de los exámenes, pasando de 1 anual 1 cada semestre, se adicionó a su vez el examen de espirometría para los 30 empleados que laboran en planta.

6.1.4 Etapa 4. Implementación del sistema de control

Para la implementación del sistema de control se desarrolló una matriz de identificación de peligros, evaluación y control del riesgo en el proceso de soldadura, con el fin de generar los lineamientos de intervención en la operación, basados en la GTC 45 (icontec internacional, 2010)

En la primera fase se identificó el peligro y se estimó el riesgo en cuanto al impacto en el trabajador.

Tabla 10 Identificación del Peligro y Estimación del Riesgo.

REQUISITOS GENERALES				FACTORES RELACIONADOS CON EL INDIVIDUO						
PROCESO/CARGO	RUTINARIA	NO RUTINARIA	PELIGRO	RIESGO	Nº Trabajadores expuestos (Ponderación)	Tiempo de Exposición (Repercusión)	Comportamiento frente al riesgo	¿Se ha presentado el riesgo?	VALORACIÓN TOTAL	
OPERATIVOS: Desarrollo de labores de fabricación y montaje de tanques, soldadura, mecánica, oxicorte, corte y biselado de tubería y accesorios, cortes de material, aislamiento térmico, recibo de materiales, mensajería, entregas de documentos y correspondencia, entre otras.	SI		Químico Humos Metalicos en el ambiente	Afectación Pulmonar (enfermedad laboral)	12	8	4	1	25	ALTO
				Intoxicación por inhalación de humos metalicos(Accidente de Trabajo)	10	8	4	1	23	ALTO
				Deficiencia de Oxigeno (Accidente Mortal)	8	5	6	1	20	ALTO

Fuente: Autor.

En la segunda fase se valorizó el riesgo siguiendo lo establecido en la GTC-45, dando como resultado, en los dos primeros riesgos definidos un nivel alto, en el tercero que se identificó en los espacios confinados cuando se presenta deficiencia de oxígeno menor al 19.5%, el nivel es Medio, debido a que la probabilidad es baja por el espacio y el tipo de soldadura implementada.

Tabla 11 Valoración del Riesgo

VALORACIÓN						CONTROLES EXISTENTES			Criterios para establecer controles		
Valoración AT					Grado de peligrosidad	Valoración de la EP	FUENTE	TRABAJADOR	MEDIO	No expuestos	Peor consecuencia
Exposición	Deficiencia	Probabilidad	Consecuencia	Grado de Riesgo							
4	6	24	10	240	Alto	ALTO	NINGUNO	ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL	NINGUNO	30	Enfermedad Laboral
4	6	24	10	240	Alto	ALTO					Muerte
4	2	8	10	80	Medio	ALTO	NINGUNO	ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL	ALMACENAMIENTO O SEGURO		Muerte <i>Fuente: Autor</i>

En la tercera fase se establecieron las medidas de intervención y las recomendaciones para mantener y cumplir el sistema.

Tabla 12 Medidas de Intervención

Medidas intervención					RECOMENDACIONES Y SEGUIMIENTO	
Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia	Equipos/ EPP		
Limpieza del material a soldar, para eliminar sustancias contaminantes	Cambio del Proceso de soldado	1. Sistema de extracción de Gases y Humos metálicos 2. Ventilación 3. Mantenimiento en los equipos de soldadura.	1. Carteles informativos en los puestos 2. Sensibilización de Mejores Practicas del soldador. 3. Capacitació	Elementos de Protección Respiratoria Certificados	Gestionar el cumplimiento y mantenimiento de los controles establecidos	Se deben realizar inspecciones Periódicas a los sitios de trabajo donde se verifiquen la efectividad de los controles, mínimo una vez por semana.
				F: MANTENER FICHAS TOXICOLÓGICAS DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS PARA CASOS DE EMERGENCIAS. M: ESTABLECER SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO SEGURO, MANTENER ELEMENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS. T: UTILIZAR ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, MANTENER BUENOS HÁBITOS DE HIGIENE Y ASEO PERSONAL.		

6.1.4.1 Efectividad de la implementación.

Se ve claramente con el desarrollo del proyecto de investigación que existe un riesgo químico por emisión de gases y humos metálicos en la operación de soldar con electrodos revestidos, desarrollados en el proceso operativo de la empresa metalmecánica Artec S.A.S.

Se puede evidenciar en el estudio de campo que a medida que aumenta el consumo de electrodos y el tiempo de trabajo aumenta las emisiones de CO, registrando niveles superiores a los permisibles que están establecidos en Colombia de 35 PPM para una hora de operación, según la resolución 601 de 2006.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Cabe resaltar que la contaminación del ambiente de trabajo mejora a medida que este cuenta con canales de ventilación adecuado o que el espacio se amplió donde se disperse fácilmente los gases y humos, se vuelve crítico si el sitio es cerrado y o cuenta con mecanismos que permitan la entrada de aire ya sea naturalmente o mecánicamente.

Con la implementación de las medidas de intervención planteadas inicialmente, se redujo notablemente el riesgo químico en este proceso de soldado, se realizó una toma de datos en la planta de fabricación después de entrar en funcionamiento todo el sistema de control, donde se obtuvieron que la emisión de CO pasó de 40 PPM a 15 PPM en promedio durante el mismo tiempo de operación, reduciendo el nivel a bajo.

Además, se pudo evidenciar el cambio de operación de los trabajadores, en una visita a campo se observó que todos contaban con sus EPP y realizaban el proceso según lo indicado en los carteles informativos, esto es quizás el mayor avance puesto que es la manera de prevención más efectiva en cualquier sistema de control.

7 Discusión de los Resultados

No basta con suministrar elementos de protección personal a los trabajadores para controlar el riesgo, se requiere -si se quiere notablemente el riesgo ya que eliminar el peligro es imposible- implementar un sistema de protección colectiva, es decir, que ataque directamente al medio con la incorporación de mecanismos de ventilación y extracción mecánica a la operación. Este control propuesto se ha logrado gracias a la investigación que se realizó indagando las recomendaciones de los fabricantes y del gremio de la soldadura.

Es indiscutible que los resultados generados con la implementación del sistema de control de riesgo químico en la empresa Artec, es un gran logro para la prevención de enfermedades respiratorias ocupacionales, ocasionadas por la emisión de gases y humos inflamables de la soldadura, gracias a la reducción de estas emisiones a más del 50% y reduciendo el riesgo a un nivel bajo.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

8 Conclusiones

Antes de la implementación del sistema, la compañía realizaba control solo en el individuo es decir, dotaba a sus trabajadores con elementos de protección personal -mascarilla con filtros para humos metálicos- que en gran parte mitiga el efecto perjudicial para la salud del trabajador, pero esta medida no garantiza un control efectivo del riesgo químico al que se ven expuestos, durante la ejecución del proceso. Se realizó una investigación de los métodos utilizados comúnmente en las industrias y las recomendaciones de las industrias fabricantes de los equipos, materiales y consumibles de soldadura, en ello se pudo determinar que se requiere utilizar equipos de extracción - ventilación mecánica que se instalan en el área de soldar cerca de donde se origina el humo- para realizar un control en el medio, brindándole al trabajador un ambiente de trabajo sano.

Con la implementación del sistema de control de riesgo químico causado por las emisiones de soldadura para la empresa Artec S.A.S., como resultado de esta investigación, se logró reducir las emisiones contaminantes en el proceso de soldado, optimizando el bienestar y calidad de vida de los empleados.

Con la etapa inicial de la investigación, consulta de referencias bibliográficas, se logró identificar los componentes químicos del electrodo revestido y las emisiones contaminantes más relevantes que produce el proceso de soldado con este elemento.

En la prueba experimental, obtención de los datos y análisis de la información se clasificó las zonas de trabajo con mayor cantidad de emisiones de CO y los trabajadores con mayor exposición, para así determinar los niveles de riesgo de cada área de operación, de acuerdo a la resolución colombiana 601 de 2006, la cual establece que el nivel máximo permitido durante una hora de exposición es de 35 ppm.

Se dio por cumplido los objetivos planteados inicialmente al definir las medidas de intervención para controlar el riesgo efectivamente, los resultados son los deseados, el sistema planteado e implementado redujo notablemente el riesgo.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

Como resultado final y el entregable de la última etapa del diseño metodológico del proyecto, se elaboró la matriz de identificación de peligros, valoración y control de riesgo químico para la empresa Diseños y Montajes Industriales Artecg S.A.S.

Se aprueba la hipótesis, después de estudiar y analizar la propuesta las directivas de la empresa ARTECG S.A.S decidieron implementar el sistema de control de riesgos para dar prioridad e importancia a la salud de los empleados, al mitigar la ocurrencia de enfermedades labores y accidentes de trabajo, que a su vez se generan beneficios económicos y de productividad para empresa

No se garantiza la salud y seguridad de los trabajadores expuestos a emisiones de gases y humos metálicos, pero si se reduce el riesgo a un nivel mínimo y se mejorará el ambiente de trabajo.

9 Recomendaciones

Para que el proyecto de la implementación de un sistema de control de riesgo químico en el proceso de soldadura en la empresa diseños y montajes industriales Artecg S.A.S. se mantenga es recomendable cumplir lo siguiente:

- Mantener el sistema, con la gestión continua del responsable del sistema de seguridad y salud en el trabajo de la empresa.
- Manejar eficientemente los presupuestos y recursos
- Implementar el uso OBLIGATORIO de los elementos de protección personal como mascarilla con filtros.
- Mantenimiento periódico a los equipos de ventilación mecánica para reducir la emisión de contaminantes al medio ambiente.
- Capacitar y formar habitualmente tanto a los trabajadores como a la parte gerencial dimensionando la importancia de la evaluación de riesgos químicos.
- Realizar los exámenes médicos ocupacionales según el profesigrama.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS - CONVOCATORIAS		Código: FR-IN-031 Versión: 01	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 13-Abr-2012	Fecha de versión: 13-Abr-2012	

10 Referencias Bibliográficas

- Castillo, J. O. (2011). *Riesgos higiénicos existentes en las operaciones de soldadura*. España.
- Díaz, J. M. (2007). *TÉCNICAS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Seguridad e higiene del trabajo*. Madrid: Tébar.
- F, G. C. (2013). *Soldadura en atmósfera natural*. Madrid: Paraninto.
- Icontec Internacional. (15 de 12 de 2010). *Instituto Distrital de Recreación y Deporte*. Recuperado el 15 de 03 de 2016, de <http://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- IFES MCA. (2009). *Guia de prevención de prevención de riesgo en la soldadura*. Madrid, España.
- Ministerio de Ambiente de Colombia. (4 de Abril de 2006). *Ministerio de Ambiente*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/59-Resoluci%C3%B3n%20601%20de%202006%20-%20calidad%20del%20aire.pdf>
- Rojas, J. M. (2009). *EL SOLDADOR Y LOS HUMOS DE SOLDADURA*. España: OSALAN, Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales.
- Segovia, S. (2012). *MANUAL DE SOLDADURA EJERCICIOS PRÁCTICOS DE SOLDADURA DE ARCO. ELECTRODO REVESTIDO*. Madrid: AMV.
- Vallverdú, J. (2005). La evolución de la Toxicología: de los venenos a la evaluación de riesgos. . *Revista Toxicol* 22, 153 - 161.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.