

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE SAMBLASTING INTERNO EN  
EL TANQUE 54000-2 DE ECOPETROL EN NEIVA – HUILA**

**DAMILER STIVEN VARGAS CLEVES**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
SEDE CARTAGENA**

**2020**

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE SANDBLASTING INTERNO EN  
EL TANQUE 54000-2 DE ECOPETROL EN NEIVA – HUILA**

**DAMILER STIVEN VARGAS CLEVES**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Industrial

Director  
Rafael Ugarriza Diaz  
Ingeniero Industrial  
Magister Gestión Logística

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
SEDE CARTAGENA**

**2020**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

Cartagena, octubre de 2020

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a **DIOS**, quien nos da la bendición de la vida y me ha permitido culminar este proyecto como etapa fundamental para mi formación como profesional. A mis padres, hermana, esposa por ser ese pilar y norte que me han guiado por el camino hacia el éxito.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que directa o indirectamente han contribuido en la realización del presente trabajo.

Al director del proyecto Ing. Rafael Angel Ugarriza Diaz por sembrar sabiduría, experiencia y entrega que lo caracteriza.

A la Universidad ANTONIO NARIÑO, al igual a los profesionales que hacen parte del cuerpo docente universitario quienes me guiaron y aportaron experiencias y conocimientos esenciales en el recorrido de la carrera profesional.

## CONTENIDO

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
1.1 Antecedentes Del Problema .....	13
1.2 Descripción Del Problema.....	13
1.3 Formulación Del Problema.....	16
2. JUSTIFICACION.....	17
3. OBJETIVOS.....	18
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
4. MARCO REFERENCIAL.....	19
4.1 Antecedentes De La Investigación.....	19
4.1.1 Research Background.....	21
4.2 MARCO TEORICO .....	23
4.2.1 Innovación.....	23
4.2.2 Innovación empresarial .....	23
4.2.3 Innovación tecnológica.....	24
4.2.4 Innovación y creatividad.....	24
4.2.5 Innovación educativa .....	24
4.2.6 Innovación disruptiva .....	24
4.2.7 Gestión de la innovación.....	25
4.2.8 La importancia de la innovación.....	25
4.2.9 Rediseño.....	26
4.2.10 Mejorar la versión original .....	26
4.2.11 Los avances tecnológicos le marcan el paso al rediseño.....	26
4.3 MARCO CONCEPTUAL .....	27
4.4 MARCO LEGAL Y NORMATIVO .....	28
4.4.1 Constitución Política de Colombia.....	28

4.4.2 Ley 9 de 1979 .....	28
4.4.3 Código Sustantivo del Trabajo .....	29
4.4.4 Decreto 1295 De 1994 .....	29
4.4.5 Decreto 1072 del 2015.....	29
5. MARCO ACADÉMICO .....	30
5.1 Relación con las líneas de investigación de la Facultad .....	30
5.1.1 Gestión de la producción .....	30
5.2 Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial.....	30
5.3 Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial .....	30
5.4 Relación con los Objetivos del programa de Ingeniería Industrial.....	30
5.5 Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado .....	31
5.6 Competencias que se demuestran en el desarrollo del trabajo de grado .....	31
6. MARCO METODOLOGICO .....	32
6.1 Tipo de investigación .....	32
6.2 Diseño metodológico.....	32
6.3 Recolección y análisis de datos .....	32
7. RESULTADOS.....	40
8. PRESUPUESTO.....	43
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis de edad	33
Tabla 2. Análisis de conocimiento de los riesgos al estar realizando las actividades de sandblasting dentro de un espacio confinado	34
Tabla 3. Análisis de inspección de equipo suministro de aire	35
Tabla 4. Análisis de conocimiento de suministro adicional que se cuente para salir del espacio confinado, si su principal suministro de aire fallara	36
Tabla 5. Análisis de conocimiento de mecanismos de suministros de aire para salir del espacio confinado, si su principal suministro de aire fallara	37
Tabla 6. Importancia de utilizar estos mecanismos dentro de la ejecución de sus labores.	38



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de proceso de sandblasting	15
Figura 2. Análisis de actividades en espacios confinados	16
Figura 3. Análisis de actividades en espacios confinados	16
Figura 4. Las oportunidades de innovación	25
Figura 5. Análisis de edad	34
Figura 6. Análisis de conocimiento del riesgo	35
Figura 7. Análisis de inspección	36
Figura 8. Análisis de suministro de aire adicional	37
Figura 9. Análisis de conocimiento de mecanismos de suministro	38
Figura 10. Análisis de importancia de utilizar estos mecanismos	39
Figura 11. Esquema de mejora de procesos	40
Figura 12. Evacuación del operario en 3 minutos y 48 segundos.	41
Figura 13. Maniobra de rescate del operario 8 minutos 22 segundos	42

## RESUMEN

**Título: Propuesta de mejora del proceso de sandblasting interno en el tanque 54000-2 de Ecopetrol en Neiva – Huila**

**Autor: Damiler Stiven Vargas Cleves.**

En las actividades que se realizan en las estaciones de Ecopetrol SA, en el área de mantenimiento, encontramos actividades donde mayor exposición de riegos se presenta. La actividad intervención y mantenimiento de tanques de almacenamientos o vasijas dentro de sus diferentes etapas, desde la limpieza de la vasija de material almacenado, actividades metalmecánicas, actividades de sandblasting o granallado y aplicación de recubrimientos, instalación de equipos de medición o instrumentos.

En la ejecución de estas actividades de sandblasting o granallado interno que están enmarcadas dentro de las actividades en espacios confinados, el operario que ejecuta esta actividad cuenta con un método de suministro de aire desde un compresor a un indicador de CO este a un filtro o pulmón que lleva aire hasta su escafandra.

En base a lo mencionado anteriormente se llevó a la evaluación de un diseño para suministrar aire limpio a operario que ejecuta actividades de sandblasting o granallado interno en los tanques vasijas.

Palabras clave: Suministro, filtro, CO, rediseño.

## **ABSTRACT**

**Title: Proposal to improve the internal sandblasting process in the 54000-2 tank of Ecopetrol in Neiva - Huila**

**Author: Damiler Stiven Vargas Cleves.**

In the activities carried out at the Ecopetrol SA stations, in the maintenance area, we find activities where the greatest exposure to risks occurs. The intervention and maintenance activity of storage tanks or vessels within its different stages, from cleaning the vessel of stored material, metalworking activities, sandblasting or shot blasting activities and application of coatings, installation of measuring equipment or instruments.

In the execution of these activities of sandblasting or internal blasting that are framed within the activities in confined spaces, the operator who executes this activity has a method of supplying air from a compressor to a CO indicator to a filter or lung. that carries air to his diving suit.

Based on the aforementioned, an evaluation of a design to supply clean air to the operator who performs sandblasting or internal blasting activities in the vessel tanks was carried out.

**Key words:** Supply, filter, CO, redesign

## **INTRODUCCION**

En el transcurrir del tiempo el aseguramiento de las condiciones de trabajos en las diferentes actividades económicas a tomado un impulso fuerte con el fin de reducir el índice de accidentalidad y mortalidad en el país; siendo esta, la razón de enfoque en el presente proyecto, analizando y mostrando una propuesta de mejora en el proceso de samdblasting interno en el tk 54000-2 de Ecopetrol en Neiva Huila.

Este tema es tratado ya que, en nuestro país, con las modificaciones normativas para trabajos en espacios confinados (Res. 0491 de 2020), viene siendo una puesta en marcha a los diferentes controles que se deben establecer para este tipo de actividades, ya que son catalogadas como de alto riesgo y aún más en la industria de los hidrocarburos

Lo anterior tiene como finalidad proponer una mejora en el sistema de suministro de aire continuo al trabajador que ejecuta las actividades, ya que no se prevé de un suministro en caso de que su fuente principal falle, evitando así lesiones al trabajador.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se propone establecer una mejora en el proceso de suministro de aire a trabajador que realiza actividades de sandblasting interno en el tanque 54000-2 de Ecopetrol en Neiva – Huila, con el fin de garantizar la seguridad e integridad del trabajador si su equipo de suministro principal falla.

### **1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

La ejecución de las actividades en espacios confinados, era un tema de poco interés para algunas organizaciones, ya que no se encontraban reguladas bajo ninguna legislación colombiana vigente; en algunos casos, organizaciones encargadas de suministrar capacitaciones y entrenamiento en otras áreas, empezaron a ver este tema como un nuevo mercado, dando instrucciones básicas y brindando actitudes para realizar trabajos en espacios confinados.

Las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL), quienes en su momento brindaron asesorías para el cumplimiento de algunos requisitos de las regulaciones de la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) 29 CFR 1910.146, quienes son referencia de muchas legislaciones aplicables al territorio colombiano, fueron las encargadas de dar inicio a la centralización de concepto y aplicabilidades dentro de la norma ya vigente para estas actividades en Colombia.

Antes de entrar en circulación la resolución 0491 de 2020, por la cual se establecen requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados; la gran mayoría de empresas no presentaban el grado de convicción hacia los mecanismos de evaluación y control de riesgos a estas actividades; es así que se observa como en algunos casos lo planes de prevención, preparación y respuesta ante emergencia y procedimientos de rescate y disponer con talento humano, recursos técnicos y equipos, necesarios para asegurar la respuesta en eventos de emergencia; son mínimos (Ministerio de Trabajo, 14 febrero 2020).

### **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El sandblasting o arenado ha sido, desde hace décadas, un importante método utilizado para realizar tareas de limpieza y preparación de superficies, mediante aire comprimido que expulsar partículas abrasivas a alta velocidades sobre una superficie revestida o no revestida. CYM Materiales. Soluciones Industriales (2020).

La ejecución de tareas de sandblasting en el mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, es una actividad con numerosos factores de riesgos, que día a día mediante análisis de riesgos y realización de procedimientos de trabajo se han venido reduciendo.

Como está establecido en la resolución 0491 de 2020 reglamentada por el ministerio

de trabajo;

Artículo 22. Sistemas o equipos de ventilación. Numeral 2 sección b) Combinación de línea de aire con suministro externo de aire respirable a presión positiva con pieza facial de cara completa y un equipo de escape de aire respirable. (Ministerio de Trabajo, 14 febrero 2020).

Artículo 26. Equipos de protección personal y de respiración. Numeral 2. Los respiradores de línea de aire: se usarán para proveer un flujo de aire prácticamente ilimitado para trabajar en atmósferas peligrosas. Estos equipos y sus componentes deben ser certificados acordes a las normas nacionales e internacionales vigentes. (Ministerio de Trabajo, 14 febrero 2020).

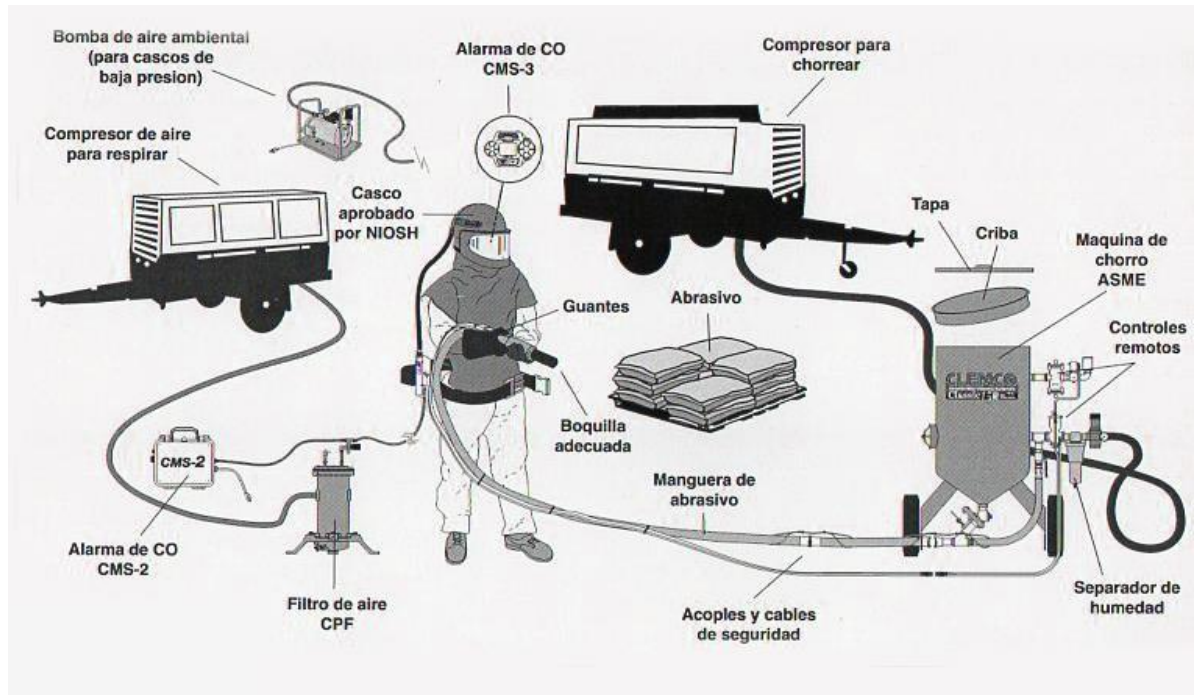
Así mismo como está documentado en el instructivo para trabajo en espacios confinados ECP-DHS-I-84, por Ecopetrol;

Numeral 3. Condiciones generales. 3.4.3.1 Polvos

- Los trabajadores pueden ser potencialmente expuestos a polvos peligrosos de los depósitos, herrumbre, pintura, chorro de arena y aislamiento del recipiente durante la limpieza y operaciones de mantenimiento. Ejemplos de polvo tóxico incluyen, pero no se limitan a, sílice, asbesto, plomo inorgánico, cromato de zinc y polvos orgánicos (Ecopetrol (2013)).
- En el proceso de planeación si se identifica posible exposición a polvos, se deben establecer medidas de control, requisitos de pruebas y procedimientos seguros de trabajo.
- El emisor y las personas que supervisen la entrada deben determinar e implementar las medidas preventivas adecuadas para mitigar y controlar las exposiciones y los requisitos para la protección respiratoria y ropa protectora a ser usados por los trabajadores.
- Una vez se determine el tipo de polvos presentes se deben revisar los límites de exposición permisibles (TLV) para dichas sustancias y con base en ello estimar las medidas preventivas o de protección.

Teniendo en cuenta lo anterior, estas actividades son ejecutadas, como se observa en la Figura 1, se implementan dos compresores de aire; el primero de ellos es el encargado de suministrar aire al indicador de alarma de CO, posteriormente pasa a un filtro de aire o pulmón y luego llevado al casco o escafandra. El segundo compresor es el que alimenta a la máquina de chorro o tolva y luego al operario que manipula la manguera mediante la boquilla (Figura 1).

**Figura 1. Esquema de proceso de sandblasting**



En la realización de las actividades al interior de las vasijas o tanques debe ingresar con su equipo de respiración una persona (Sandblastero), por manholes del cuerpo del tanque con mangueras, escafandra y arnés de seguridad, para subir al andamio hasta el área superior (Figura 2 y 3). Posteriormente en el área externa del tanque una persona designada "Tolvero" abre válvulas de paso del compresor y seguido la de la tolva presurizando el sistema. Seguidamente esté abre válvula de salida de aire de la tolva y regula cantidad de arena según el requerimiento. Se inicia con el proceso de Sandblasting desde el área superior hacia la parte inferior.

Una vez el Sandblastero haya terminado la primera franja de limpieza deberá emitir un sonido con una maceta de bronce, golpea el tanque 3 veces consecutivas para dar a conocer al tolvero que se debe parar la actividad (cerrar válvulas de tolvas y compresor, si es necesario se apaga el compresor) luego sale el samblastero y toma su descanso.

**Figura 2. Análisis de actividades en espacios confinados**



Fuente: elaboración propia

**Figura 3. Análisis de actividades en espacios confinados**



Fuente: elaboración propia

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Se propone establecer una mejora en el proceso de suministro de aire a trabajador que realiza actividades de sandblasting interno en el tanque 54000-2 de Ecopetrol en Neiva – Huila, con el fin de garantizar la seguridad e integridad del trabajador si su equipo de suministro principal falla.



## **2. JUSTIFICACION**

Dentro de los procedimientos de trabajo de sandblasting, es indispensable garantizar la seguridad e integridad de los trabajadores, de esta manera se evalúan los métodos implementados para minimizar lesiones o enfermedades laborales y brinden la garantía apropiada al trabajador

El reconocimiento de estos métodos se debe realizar periódicamente para ajustarlos a las realidades del momento, y de cada tipo de proceso, esto debido a que las condiciones del trabajo o entorno pueden cambiar.

Esta propuesta de mejora surge en virtud de continuar con los objetivos del Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), ayudando a la reducción de exposición de riesgos y enfermedades laborales (Area Metropolitana de Bucaramanga, 2020).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer una mejora en el proceso de suministro de aire a trabajador que realiza actividades de sandblasting, garantizando la seguridad e integridad del trabajador.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar la ejecución de actividades de sandblasting y la funcionalidad del equipo de suministro de aire.
- Identificar cuáles son las consecuencias de la mala operatividad del equipo de suministro de aire.
- Analizar tiempos de respuestas en caso de falla del equipo de suministro de aire.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Nombre del trabajo:

Los Riesgos en Espacios Confinados y su incidencia en la Salud Ocupacional de los trabajadores de la Empresa Industrial Metalmecánica “Talleres Buenaño”

Autor:

Ing. Edgar Leonardo Buenaño Valencia

Año:

Ecuador, 2017

Objetivo de la investigación:

Determinar los riesgos en espacios confinados y su incidencia en la Salud Ocupacional de los trabajadores de la Empresa Industrial Metalmecánica “Talleres Buenaño”.

Síntesis de la problemática planteada

La problemática en el área de la industria metal mecánica en el Ecuador es evidente puesto que no existe una difusión y aplicación adecuada de la normativa que debe regir en este tipo de actividades, de hecho, se nota un desconocimiento casi a nivel general, sobre todo en las medianas y pequeñas empresas de los efectos provocados por el inadecuado control de los posibles riesgos provocados por los trabajos en espacios confinados

Metodología

Cualitativo y cuantitativo

Resultados y conclusiones más importantes

- Dentro del espacio confinado de los autotankes no existe la suficiente iluminación, para realizar los trabajos de mantenimiento de forma adecuada.
- Los autotankes, no están dotados de mecanismos de sujeción hacia el exterior, que sirvan para detener una caída dentro del espacio confinado y/o permita un salvataje de emergencia.
- Se recomienda a los administradores de la Empresa Industrial Metalmecánica Talleres Buenaño, realizar eventos de capacitación en Prevención de Riesgos Laborales, Salud Ocupacional, Normativa Legal.
- Como resultado final de la presente investigación, se recomienda la implementación de un Protocolo de Seguridad para trabajos de mantenimiento en los espacios confinados de los autotankes en la empresa Talleres Buenaño. (Buenaño Valencia, 2017).

Nombre del trabajo:

Espacios Confinados Investigaciones Realizadas En Colombia De 2013 A 2018

Autores:

Juan Sebastián Taborda Casella; Yurany Lorena Loaiza Gallego

Año:

Cali, 2018

Objetivo de la investigación:

Analizar la documentación existente en Colombia entre los años 2013 y 2018 sobre la prevención y/o reducción de riesgos en trabajos en espacios confinados.

Síntesis de la problemática planteada

El panorama laboral, deja ver como a la hora de trabajar y ante las necesidades económicas por las que pasan los colombianos, muchos de ellos ante la falta de oportunidades y viendo como única opción para su sustento aceptan realizar actividades de alto riesgo y en espacios confinados, labor para la cual en la mayoría de los casos estas personas no tienen ninguna preparación. Además, es de notar que en muchas empresas no se tiene el conocimiento de las medidas de seguridad que se deben tener para desempeñar trabajos en espacios confinados y en donde los tienen se ve con preocupación que el mismo trabajador no tiene la cultura de usarlos en todo momento.

Metodología

Cualitativo

Resultados y conclusiones más importantes

- Está comprobado que toda acción de prevención para evitar accidentes en espacios confinados, reside primordialmente en la capacitación de todo el personal involucrado; además de la elaboración y cumplimiento de los estándares y procedimientos específicos.
- Un correcto análisis de las diferentes características de los espacios confinados por su nivel o clase de riesgo y su identificación en planta, permite un fácil y efectivo control de las medidas preventivas que garanticen el éxito del trabajo.
- Se identificó como resultados que en Colombia se ha hecho grandes esfuerzos para llevar a cabo estrategias para proteger a los trabajadores frente a riesgos y peligros de enfermedades y/o accidentes, y así prevenir los efectos negativos hacia la salud física y mental de los trabajadores; sin embargo, en lo concerniente a trabajos en espacios confinados falta una reglamentación legislativa y/o ministerial que exija requisitos mínimos y una formación previa para la

contratación del personal por parte de las empresas, reduciendo así los accidentes y enfermedades derivadas de esta actividad. (Taborda Casella; Loaiza Gallego, 2018)

#### **4.1.1 Research Background**

Name of the job:

The Risks in Confined Spaces and their impact on the Occupational Health of the workers of the Industrial Metalworking Company "Talleres Buenaño"

Author:

Ing. Edgar Leonardo Buenaño Valencia

Year:

Ecuador, 2017

Research objective:

Determine the risks in confined spaces and their impact on the Occupational Health of the workers of the Industrial Metalworking Company "Talleres Buenaño".

Synthesis of the problem raised

The problem in the area of the metal mechanic industry in Ecuador is evident since there is no adequate dissemination and application of the regulations that should govern this type of activities, in fact there is an almost general ignorance, especially in medium and small companies of the effects caused by inadequate control of possible risks caused by work in confined spaces

Methodology

Qualitative and quantitative

Most important results and conclusions

- Within the confined space of the tank trucks, there is not enough lighting to carry out maintenance work properly.
- Tanks are not equipped with outward-holding mechanisms, which serve to stop a fall within the confined space and / or allow an emergency rescue.
- It is recommended that the administrators of the Empresa Industrial Metalmecánica Talleres Buenaño, hold training events on Occupational Risk Prevention, Occupational Health, Legal Regulations.
- As a final result of this research, the implementation of a Safety Protocol for maintenance work in the confined spaces of the tank trucks at the Talleres Buenaño company is recommended.

Name of the job:  
Confined Spaces Investigations Conducted In Colombia From 2013 To 2018

Authors:  
Juan Sebastián Taborda Casella; Yurany Lorena Loaiza Gallego

Year:  
Cali, 2018

Research objective:  
Analyze the existing documentation in Colombia between 2013 and 2018 on the prevention and / or reduction of risks in work in confined spaces.

#### Synthesis of the problem raised

The labor panorama shows how at the time of work and in the face of the economic needs that Colombians go through, many of them in the absence of opportunities and seeing as the only option for their livelihood they accept high-risk activities and in confined spaces, a task for which in most cases these people have no preparation. In addition, it should be noted that in many companies there is no knowledge of the safety measures that must be taken to carry out work in confined spaces and where they have them it is seen with concern that the same worker does not have the culture of using them at all moment.

#### Methodology Qualitative

#### Most important results and conclusions

- It is proven that any preventive action to avoid accidents in confined spaces resides primarily in the training of all the personnel involved; in addition to the development and compliance with specific standards and procedures.
- A correct analysis of the different characteristics of confined spaces by their level or class of risk and their identification on the floor, allows an easy and effective control of preventive measures that guarantee the success of the work.
- It was identified as results that in Colombia great efforts have been made to carry out strategies to protect workers against risks and dangers of diseases and / or accidents, and thus prevent negative effects on the physical and mental health of workers; However, with regard to work in confined spaces, there is a lack of legislative and / or ministerial regulations that require minimum requirements and prior training for the hiring of personnel by companies, thus reducing accidents and illnesses derived from this activity.

## **4.2 MARCO TEORICO**

### **4.2.1 Innovación**

El concepto de innovación debe su etimología al latín, y se define según el Diccionario de la Real Academia Española de dos modos. Por un lado, se considera innovar a alterar cualquier cosa introduciéndole novedades. Las personas constantemente están innovando y probando alternativas para su trabajo, estudio o en cualquier ámbito de la vida. Sin embargo, la acepción más importante es la que tiene en el ámbito económico: acción de modificar un producto para su introducción en el mercado. Lo fundamental de la innovación es que toma todo lo ya existente y lo reconstruye, lo reorganiza o lo muda agregándole algo nuevo. Si bien la definición primera hace referencia solamente al uso que se hace del término en microeconomía, la innovación ha trascendido el mundo del desarrollo de los productos.

El uso económico del término vino a partir de la intervención de Schumpeter. Una innovación –dijo- “corresponde a una introducción de un nuevo producto, de un nuevo método de producción (no consecuente de un descubrimiento científico), de un nuevo mercado, de una fuente de suministro de materias primas o de una nueva organización de la producción”. Él propuso una distinción entre la invención y la innovación, diferenciando a los inventos (que pueden no comercializarse y permanecer desconocidos) de las innovaciones, que ya han sido socializadas. La diferencia la trae el mercado, ya que el invento no necesariamente tendrá aceptación en el público.

Los requerimientos para la innovación vienen dados por la capacidad creativa de la mente, por la experiencia y por el complemento y el trabajo en equipo de las distintas áreas: marketing, ciencia, desarrollo, publicidad. Sin embargo, hay otros factores que pueden sobrepasar al equipo de trabajo, ya sean internos de la empresa (dedicación de recursos, inversiones) o externos (situación socioeconómica de los países, estrategias regionales).

Alrededor de la innovación se ha desarrollado un mundo que lo investiga y lo analiza. Seguramente las empresas (y los países) que tengan mayor capacidad de innovación sean los que tengan la tecnología y los productos de punta, de modo que resulta eficaz crear un indicador de innovación, para comparar la dinámica de la innovación según el lugar del que provenga. Se ha desarrollado, por otro lado, una variedad de software que fomenta la innovación, digitalizando y simplificando parte del proceso (JoseArias83-IEARM, 2015).

### **4.2.2 Innovación empresarial**

**En el mundo empresarial, la innovación es uno de los elementos que se tienen en cuenta a la hora de tener éxito comercial. El concepto de innovación empresarial**

puede hacer referencia a la introducción de nuevos productos o servicios en el mercado y también a la organización y gestión de una empresa. En ocasiones los productos o servicios comercializados no suponen un cambio en sí, ya que la novedad puede consistir en un nuevo enfoque a productos ya existentes. La innovación empresarial puede suponer una renovación de productos o de la propia empresa, generalmente actualizándose a las demandas del mercado. En muchos casos, el éxito de una empresa depende del grado de innovación, debido a que esta característica puede ser el rasgo distintivo que le haga tener éxito.

### **4.2.3 Innovación tecnológica**

El campo de la tecnología se caracteriza por un continuo avance. La innovación, por lo tanto, es una de las características de la tecnología que supone la creación de nuevos dispositivos en muchos casos a partir de la modificación de elementos ya existentes. La introducción de nuevos cambios permite la creación de nuevos productos. Algunos ejemplos de innovación tecnológica pueden ser algunos dispositivos electrónicos como los teléfonos móviles de última generación.

### **4.2.4 Innovación y creatividad**

En muchos casos, la innovación está fuertemente unida a la creatividad, el descubrimiento y la invención. Para realizar un cambio que suponga introducir algo nuevo es necesario un proceso creativo. En ocasiones, la creatividad representa una variación de algo ya existente. Puede producirse, por ejemplo, mediante una asociación de ideas. Los conceptos de innovación y creatividad se dan en diversos ámbitos como en la industria, la empresa, la educación y el arte.

### **4.2.5 Innovación educativa**

La innovación dentro del área de la educación supone introducir cambios novedosos en esta área para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. La innovación educativa puede afectar a varios elementos como los recursos materiales utilizados (por ejemplo, la introducción de dispositivos interactivos como las pizarras digitales en el aula), las actividades, la temporalización o los métodos de evaluación. En ocasiones, los cambios que se introducen afectan a todo el proceso. Por ejemplo, los procesos formativos de educación a distancia suponen una innovación educativa que conllevan cambios a todos los niveles.

### **4.2.6 Innovación disruptiva**

El concepto de 'innovación disruptiva' se utiliza especialmente en el área empresarial. Significa un proceso de cambio innovador orientado a un público minoritario y que se convierte con rapidez en una realidad con gran demanda comercial. La innovación disruptiva se da cuando nuevas empresas presentan nuevos productos, servicios o modelos de negocio que superan en el mercado a



empresas líderes del mismo sector. Un ejemplo puede ser Skype, que supuso una innovación y un éxito en el mercado de las telecomunicaciones. (Significados, 2020).

#### 4.2.7 Gestión de la innovación

La gestión de la innovación no es más que los pasos o estrategias que se siguen para llegar a obtener un resultado dramático: la innovación.

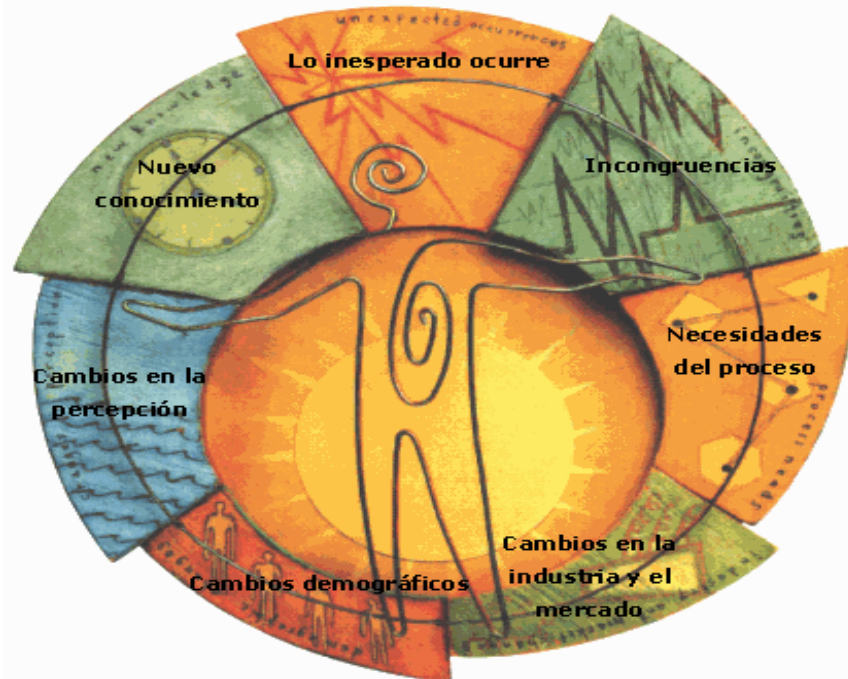
Existen muchas formas de gestionar la innovación. Pero primero debe definirse porque se desea innovar, se establecer objetivos claros y cuál es el impacto que se espera. Todo esto ayuda a definir el tipo de innovación que se quiere lograr. (Manzano Polo, 2020).

#### 4.2.8 La importancia de la innovación

En tanto, en todos los órdenes de la vida y en los diversos ámbitos es posible poner en práctica la innovación y también es imprescindible que se haga en algún momento, porque con ello se podrán introducir cambios, mejoras, que terminen por hacer crecer un espacio, un ámbito o a una persona, entre otros.

La innovación debemos dejar en claro que jamás implicará un paso para atrás en algo, la involución sino muy por el contrario, la innovación supone mejorar y crecer en algún aspecto o sentido y siempre será muy bienvenida donde sea. (Velásquez, Chacón, González, Contreras, 2017).

Figura 4. Las oportunidades de innovación



Fuente: Drucker (2002, agosto) "The Discipline of Innovation".

### **4.2.9 Rediseño**

Re es uno de los prefijos más utilizados a instancias de nuestra lengua y que usamos delante de algunas palabras para indicar la repetición de una acción. En este caso entonces un rediseño refiere a la acción de volver a diseñar algo.

El diseño es la actividad creativa a través de la cual una persona idea objetos y elementos útiles, y con una determinada impronta estética, para luego ser fabricados en serie y comercializados en un mercado.

### **4.2.10 Mejorar la versión original**

El rediseño de un objeto, de un elemento o lo que fuere se puede efectuar con varias intenciones, una alternativa puede ser mejorar la versión original de ese objeto, hacerlo más atractivo, más actual, incorporarle nuevas funciones si es que ha quedado obsoleto, por ejemplo. Y también el rediseño puede deberse a la insatisfacción que el creador tiene sobre su diseño y entonces decide reelaborarlo de cero.

### **4.2.11 Los avances tecnológicos le marcan el paso al rediseño**

La revolución que vivió la industria a partir del siglo XIX y que permitió fabricar en serie muchos productos y también los constantes avances que propone la tecnología que no para de avanzar hacia mejores opciones, ha generado que muchos bienes materiales sean objeto del rediseño.

Pensemos en un automóvil, uno de los bienes más demandados en el mundo entero, suele ser plausible de un rediseño por parte de la compañía que lo fabrica y comercializa si es que se enfrenta a razones de peso para hacerlo. Muchas veces se lanzan propuestas al mercado que finalmente no cumplen las expectativas ni satisfacen las necesidades de los usuarios, entonces, éstos se lo hacen saber a los diseñadores a través de sus críticas, y la empresa fabricante, para no perder espacio en el mercado, decide rediseñar el automóvil.

Algunos reclamos comunes suelen darse en aquellos modelos populares, es decir, aquellos que son los más baratos del mercado, y están vinculados especialmente a cuestiones de confort que obviamente les faltan a los mismos y que terminan siendo molestas para el cliente.

También el rediseño puede aplicarse sobre intangibles

Pero no solamente objetos tangibles pueden ser objeto del rediseño también el rediseño puede aplicarse sobre cosas no palpables, como ser una estrategia de marketing o de comunicación.

Entonces, es muy importante el rediseño porque gracias a él se pueden reelaborar objetos y cosas que no satisfacen al consumidor (Definición ABC, 2020).

### **4.3 MARCO CONCEPTUAL**

**SANDBLASTING:** la palabra "sandblast" proviene de los vocablos en Inglés "sand" que significa arena y "blast" que significa presión, por lo que el término hace referencia a la técnica llamada "arena a presión" o comúnmente conocido como "chorro de arena" o "arenado".

Sin embargo esta técnica no necesariamente utiliza arena para su funcionamiento ya que existen diferentes abrasivos como sustituto, tales como:

- Arena sílica
- Óxido de aluminio
- Carburo de silicio
- Bicarbonato de sodio
- Granate
- Escoria de cobre
- Perla de vidrio
- Abrasivo plástico
- Granalla de acero, entre otros.

Para la realización de este proceso se utiliza aire comprimido para propulsar partículas abrasivas a altas velocidades por medio de una boquilla, esta técnica en general se realiza en el acero, la fundición y las aleaciones metálicas en general, y también, en otros materiales como por ejemplo: madera, vidrios, cerámicas, piedras, losas, losetas, acrílicos y mármoles, tanto para el uso en la industria mecánica como en la construcción, con el fin de limpiar estructuras metálicas y protegerlas de la oxidación, preparar materiales para la aplicación de recubrimientos, remover oxidación e impurezas, quitar pinturas y otros acabados, retirar impurezas de soldadura, renovar partes de maquinaria, equipo y engranes, remover placas de concreto y dar acabados en madera, acero, resina y plástico (Russel Couoh, 2019).

**ESPACIO CONFINADO:** definición según la OSHA "OSHA 29 CFR 1910.146."

Un espacio confinado tiene aperturas de entrada y salida limitadas, es lo suficientemente grande para un empleado entrar y trabajar y no está designado para la ocupación de trabajo continuo. Espacios confinados incluyen bóvedas subterráneas, tanques, recipientes de almacenaje, registros, pozos, silos, bóvedas de servicio subterráneas y tuberías de distribución.

Definición según la NIOSH

Un "espacio confinado" hace referencia a un espacio que por su diseño tiene un número limitado de aberturas de entrada y salida, cuenta con una ventilación natural desfavorable que podría contener o generar peligrosos contaminantes del aire, y no

está destinado para una presencia continua de empleados. Los espacios confinados, (Sura, 2020). incluyen, entre otros, tanques desengrasadores, tanques de reacción, calentadores o calderas, ductos de ventilación y escape, alcantarillas, túneles, instalaciones subterráneas de servicios y tuberías.

**SUMINISTRO DE AIRE:** un sistema de suministro de aire comprende la generación de aire comprimido mediante compresores, así como la preparación de aire. El resultado es la provisión de aire comprimido en cantidad y calidad definidas) Knorr-Bremse, 2020).

**ESCAFANDRA:** este es el dispositivo al que en lengua española se llama genuinamente «escafandra», el Diccionario de la Real Academia, por ejemplo, define la palabra refiriéndose únicamente a este dispositivo, destinado a deambular bajo las aguas. Consiste en un casco de metal conectado a la superficie mediante una manguera por el que se suministra el aire que el buzo respira durante su inmersión. La impermeabilidad al agua se obtiene mediante un traje de lona recubierta de caucho que se une herméticamente a la parte baja del casco y que mantiene seco el cuerpo del buzo en todo momento (de la cabeza a los pies el buzo está en contacto directo con el aire proporcionado por la superficie, y no por el agua que rodea su escafandra).

**FILTRO:** material o dispositivo que se usa para limpiar de impurezas un fluido o para separar sustancias. Al material poroso o al dispositivo a partir del cual se hace transitar un fluido determinado con el objetivo de limpiarlo de impurezas o con la misión de separar ciertas sustancias que se hallan en él se lo denomina filtro. Filtro para el café, filtro de la pileta, filtro de aceite, entre otros (Definición ABC, 2020).

Los filtros pueden ser papel, tal es el caso de los que se usan para preparar café en las máquinas, de plástico o de acero, que son los que se usan mayormente para colar el arroz o los fideos. También pueden usarse otros elementos como algodón, arena, o lana de vidrio.

## **4.4 MARCO LEGAL Y NORMATIVO**

### **4.4.1 Constitución Política de Colombia**

**ARTÍCULO 25.** El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas; (Constitución Política de Colombia, 1991).

### **4.4.2 Ley 9 de 1979**

**ARTICULO 84.** Todos los empleadores están obligados a:

a) Proporcionar y mantener un ambiente de trabajo en adecuadas condiciones de higiene y seguridad, establecer métodos de trabajo con el mínimo de riesgos para la salud dentro del proceso de producción. (Ley 9 de 1979).

#### **4.4.3 Código Sustantivo del Trabajo**

Artículo 348. Medidas de Higiene Y Seguridad. Todo empleador o empresa están obligados a suministrar y acondicionar locales y equipos de trabajo que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores; a hacer practicar los exámenes médicos a su personal y adoptar las medidas de higiene y seguridad indispensables para la protección de la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores a su servicio; de conformidad con la reglamentación que sobre el particular establezca el Ministerio del Trabajo (Código Sustantivo del Trabajo, Art. 348).

#### **4.4.4 Decreto 1295 De 1994**

Artículo 56. Responsables de la Prevención de Riesgos Profesionales. La Prevención de Riesgos Profesionales es responsabilidad de los empleadores.

Artículo 58. Medidas Especiales de Prevención. Sin detrimento del cumplimiento de las normas de salud ocupacional vigentes, todas las empresas están obligadas a adoptar y poner en práctica las medidas especiales de prevención de riesgos profesionales. (Decreto 1295 de 1994).

#### **4.4.5 Decreto 1072 del 2015**

Artículo 2.2.4.6.8. Obligaciones de los empleadores. El empleador está obligado a la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, acorde con lo establecido en la normatividad vigente (Decreto 1072 de 2015).

#### **4.4.6 Resolución Número 0491 de 2020**

Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan otras disposiciones. (Resolución 0491 de 2015).

## **5. MARCO ACADÉMICO**

### **5.1 RELACIÓN CON LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD**

#### **5.1.1 Gestión de la producción**

La gestión de producción es la aplicación de los métodos y de las técnicas con el fin de cumplir la transformación de materias en productos acabados. Se resume en la combinación de recursos, entre los cuales los medios materiales (máquinas), los medios humanos (equipo por calificación) y las materias (materias primas, materias consumibles) en un plano que tiene como objetivo asegurar la fabricación del producto en calidad y en cantidad definidas (INFAIMON, 2018)

Dentro de este conjunto de tareas y responsabilidades la aplicación de la gestión de producción en el presente proyecto se justifica en la evaluación y rediseño de uno de las medidas dentro del proceso de las actividades de sandblasting, logrando optimización y asegurando de que no existan conflictos ni roces de ningún tipo entre los distintos departamentos de una empresa. La misión es que todo funcione en armonía y que cada división tenga delimitado su margen de acción y de responsabilidad (SIMCORE (2019).

### **5.2 RELACIÓN CON LA MISIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Como ingeniero industrial, las habilidades y destrezas adquiridas, no llevan a contribuir al desarrollo y mejora de los procesos o necesidades que se puedan evidenciar dentro de la sociedad o de ambientes laborales, brindando soluciones y garantizando la optimización de los recursos. Es así como se toma este proceso de mejora en la realización de actividades de sandblasting.

### **5.3 RELACIÓN CON LA VISIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Los aportes académicos que realiza la universidad a los estudiantes son puntos fundamentales para la formación en sus diferentes áreas, ya que las mismas se ajustan a las necesidades de la sociedad, logrando un posicionamiento empresarial e intelectual gracias a la formación de sus graduandos. En virtud a ello, el aporte que se realiza con este proceso investigativo y de mejora exaltará todos esos valores que son formados por la universidad.

### **5.4 RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Como parte formativa de los ingenieros industriales, la optimización de los sistemas productivos, contribuyendo al mejoramiento de calidad de vida; siendo este uno de los factores principales en el desarrollo de este proceso de mejora en las actividades de sandblastig, tomando como objeto la prevención y aplicación de soluciones

relacionadas con la ingeniería industrial.

### **5.5 ASIGNATURAS DEL PROGRAMA APLICADAS EN EL TRABAJO DE GRADO**

Dentro del plan de estudios establecido por la universidad, las asignaturas que brindan el desarrollo y realización de este proyecto son

- Procesos industriales
- Organización y métodos
- Producción I
- Producción II
- Gestión de la producción

### **5.6 COMPETENCIAS QUE SE DEMUESTRAN EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO**

Como Ingeniero Industrial, es un profesional con competencias necesarias para planificar, analizar e interpretar, diseña, estandariza, implementa, evalúa, investiga, y toma decisiones para brindar soluciones a necesidades que se presentan, considerando el beneficio en los consumidores, clientes y en la sociedad, teniendo en cuenta la respectiva área de trabajo. A través de la innovación, estandarización y el mejoramiento continuo de los procesos y productos con pensamiento analítico, creativo y crítico, espíritu emprendedor y capacidad de liderar equipos altamente productivos contribuyendo con el desarrollo socioeconómico y cultural del país teniendo en cuenta las actuales tendencias. (Universidad Libre 2020).



## **6. MARCO METODOLOGICO**

### **6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Tipo de Estudio: Investigación Cuantitativa

### **6.2 DISEÑO METODOLÓGICO**

Diseño: Analítico descriptivo

### **6.3 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

Las fuentes de recolección primaria utilizadas fueron estudios de casos, observación y encuesta

La población objetivo ubicada en la ciudad de Neiva.

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

- Evaluación de casos en actividades de las actividades de sandblasting
- Observación de ejecución de actividades de sandblasting
- Establecer las necesidades
- Diseñar la encuesta
- Aplicar la encuesta
- Analizar los resultados
- Implementar estrategias de acuerdo a los mismos

En el proceso evaluativo de las actividades de sandblasting, se observa que ya es muy rutinario y se torna un ambiente muy neutral dentro de los que desarrollan esta actividad; a pesar que se cuentan con diferentes ayudas para evaluación de riesgo y procedimiento de actividades siempre hay algunas cosas que en el ámbito laboral suelen cambiar o que no está establecido como en los documentos. Temas relacionados como el cargue o descargue de algunos equipos y herramientas, o como la ubicación de los mismos, que son actividades que se denotan dentro del área del trabajo y muchas veces estos documentos son redactados en las oficinas administrativas.

Así mismo dentro de los factores inherentes a las actividades, la monotonía de la ejecución de las mismas, desarrolla un grado de confianza para todos, es así como se realiza una evaluación de cada uno de los pasos en estas prácticas; donde se cataloga un factor ante respuesta de alguna eventualidad como uno de los puntos más importantes dentro del aseguramiento de la integridad y la salud del operario del chorro abrasivo. El suministro de aire respirable hacia el operario del chorro abrasivo, es un suministro continuo que es enviado al indicador de alarma de CO,

posterior mente pasa a un filtro de aire o pulmón y luego llevado al casco o escafandra. El segundo compresor es el que alimenta a la máquina de chorro o tolva y luego al operario que manipula la manguera mediante la boquilla (Grafico 1). Para algunas actividades solo implementan un solo compresor donde realiza las dos funciones.

Este mecanismo de suministro de aire, cuando se presente una falla del compresor es insuficiente para que el operario que está trabajando en el espacio confinado pueda salir del mismo con el aire suficiente, ya que estos compresores al momento de apagados su sistema de descompresión de seguridad es activado automáticamente, dejando al operario sin suministro de aire.

Es así como se ve la necesidad de realizar un proceso de mejora en este punto, donde pueda proporcionar un soporte al momento de alguna falla del equipo de suministro de aire.

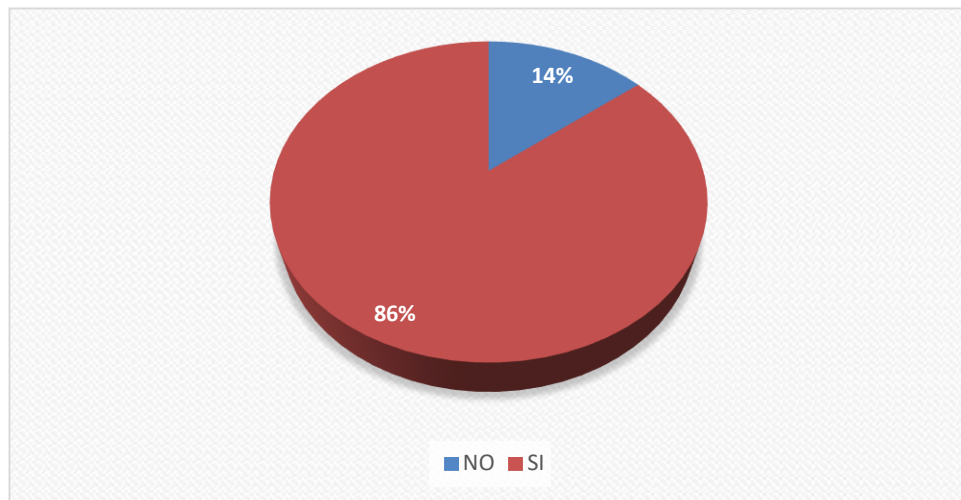
Adicional a la evaluación se realizó una prueba de encuesta de 6 preguntas, para las personas que ejecutan las actividades de sandblasting, o operarios de chorro abrasivo de la ciudad de Neiva. De la cual se analizaron las muestras y arrojó unos resultados.

**Tabla 1. Análisis de edad**

<b>Edad</b>	<b>Número de Personas</b>	<b>Porcentaje</b>
16-24 años	0	0%
25-33 años	2	14%
34-42 años	4	29%
43-51 años	5	36%
52-60 años	3	21%
Total	14	100%

Fuente: elaboración propia

**Figura 5. Análisis de edad**



Fuente: elaboración propia

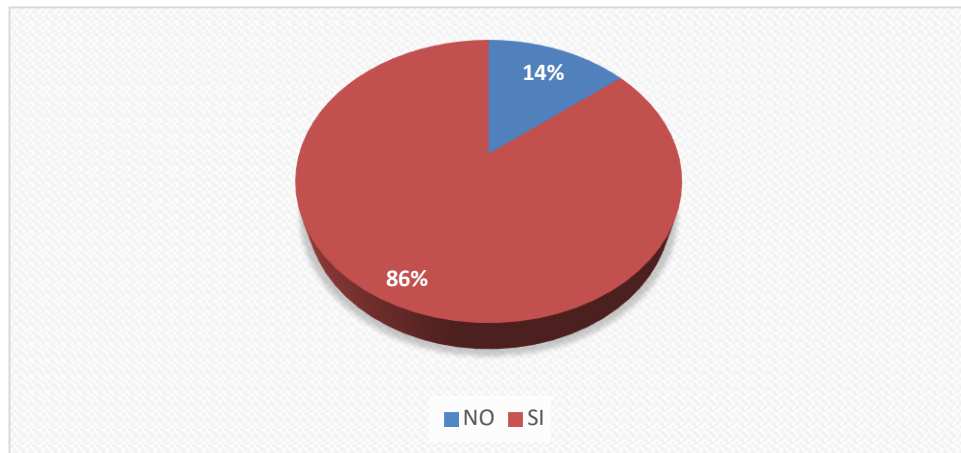
**Análisis:** Según el dato de la tabla 1, podemos ver que el 57% de la población de Neiva que fueron encuestados están entre los 43 y los 60 años, lo cual muestra el interés de las personas con mayor experiencia en el sector, por saber y conocer sobre la importancia de tomar y utilizar una medida de prevención. Y el 43% es una población más joven igualmente interesada por saber y conocer sobre la importancia de tomar y utilizar una medida de prevención.

**Tabla 2. Análisis de conocimiento de los riesgos al estar realizando las actividades de sandblasting dentro de un espacio confinado**

Análisis De Riesgos		
Respuesta	Número De Personas	Porcentaje
SI	14	100%
NO	0	0%
Total	14	100%

Fuente: elaboración propia

**Figura 6. Análisis de conocimiento del riesgo**



Fuente: elaboración propia

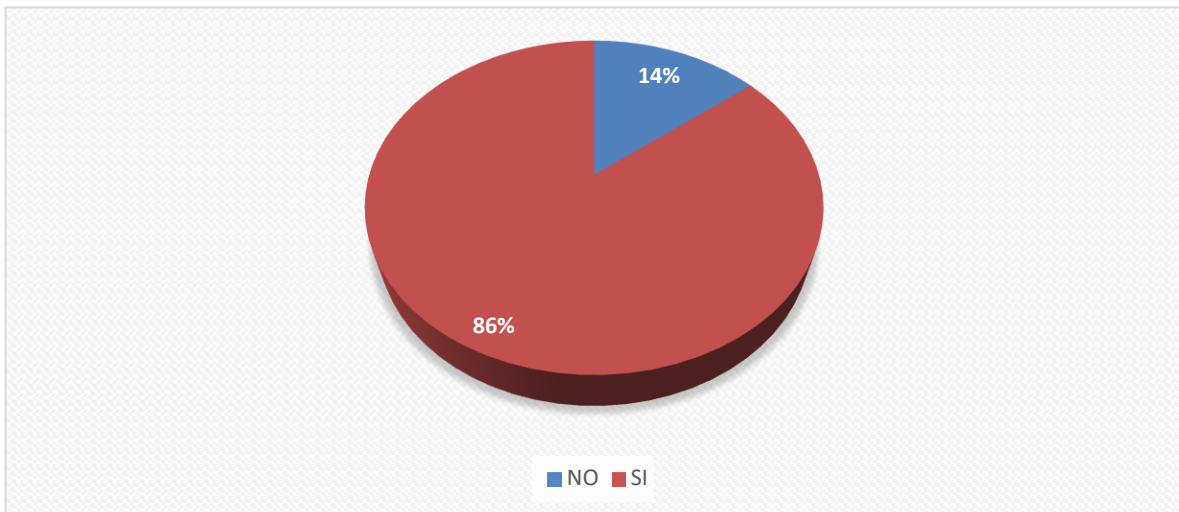
**Análisis:** Según el dato de la tabla 2, podemos ver que el 100% de las personas encuestadas conocen los riesgos al estar realizando las actividades de sandblasting dentro de un espacio confinado

**Tabla 3. Análisis de inspección de equipo suministro de aire**

Análisis de Inspección		
Respuesta	Número De Personas	Porcentaje
Cada salida de descanso (aprox 30-40 min)	2	14%
Solo al iniciar la jornada de trabajo	9	64%
No lo revisa	3	22%
Total	14	100%

Fuente: elaboración propia

**Figura 7. Análisis de inspección**



Fuente: elaboración propia

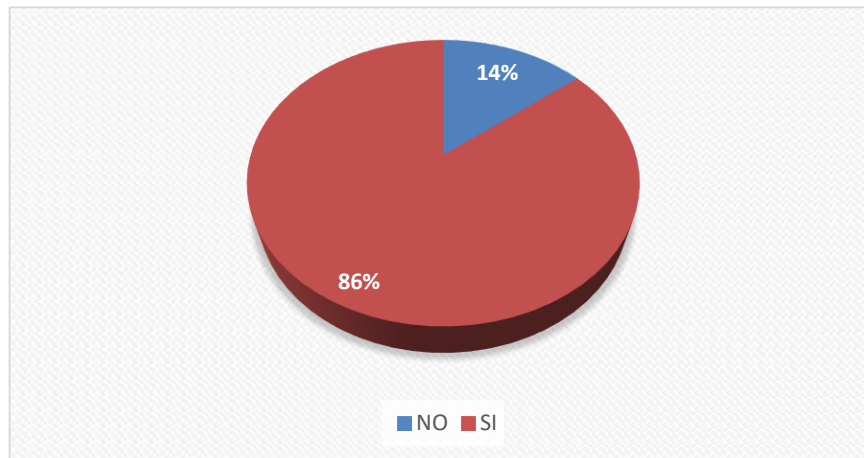
**Análisis:** Según el dato de la tabla 3 podemos observar que es alto porcentaje de los operarios que realizan solo la inspección al iniciar la jornada laboral.

**Tabla 4. Análisis de conocimiento de suministro adicional que se cuente para salir del espacio confinado, si su principal suministro de aire fallara**

Análisis De Suministro De Aire Adicional		
Respuesta	Número De Personas	Porcentaje
No Se	2	14%
Si Sabe	1	7%
No Se Cuenta	11	79%
Si Se Cuenta	0	0%
Total	14	100%

Fuente: elaboración propia

**Figura 8. Análisis de suministro de aire adicional**



Fuente: elaboración propia

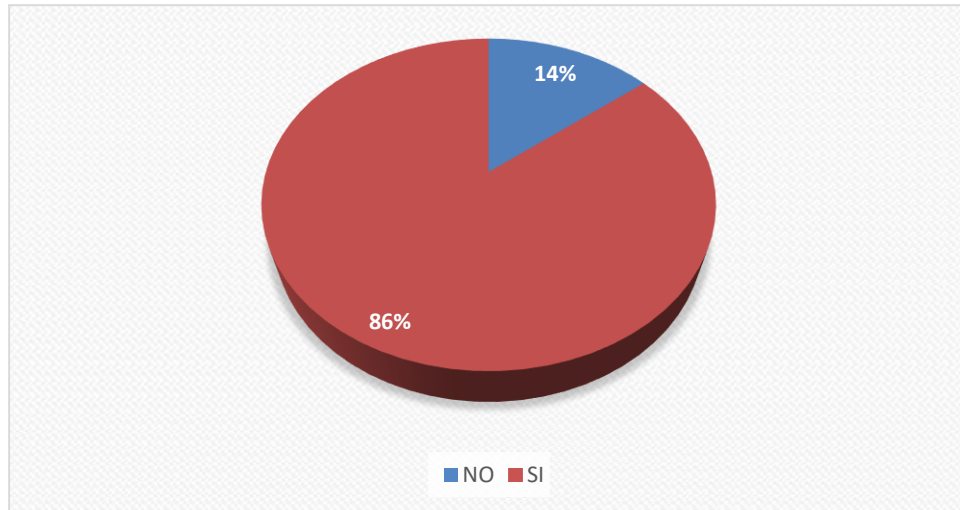
**Análisis:** Según el dato de la tabla 4 podemos observar que es alto porcentaje de ausencia de un suministro de aire adicional para este tipo de actividades.

**Tabla 5. Análisis de conocimiento de mecanismos de suministros de aire para salir del espacio confinado, si su principal suministro de aire fallara**

<b>Análisis de Conocimiento de Mecanismos de Suministros</b>		
<b>Respuesta</b>	<b>Número De Personas</b>	<b>Porcentaje</b>
No Se	6	43%
Si Sabe	8	57%
Total	14	100%

Fuente: elaboración propia

**Figura 9. Análisis de conocimiento de mecanismos de suministro**



Fuente: elaboración propia

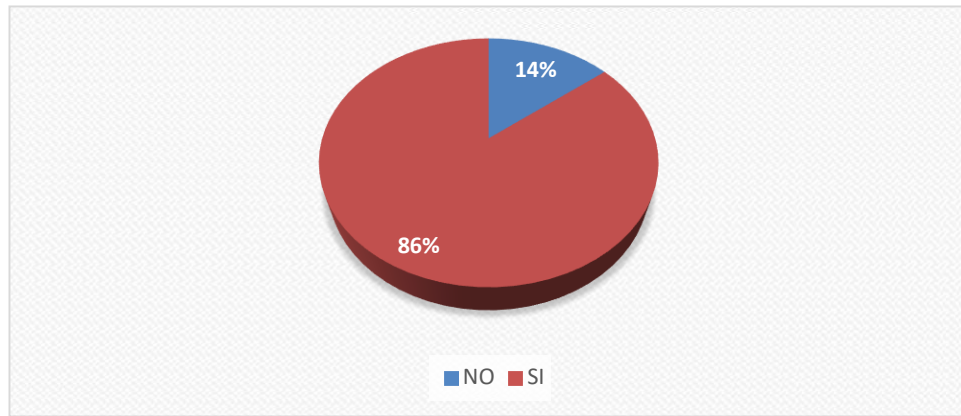
**Análisis:** Según el dato de la tabla 5 podemos observar que el 57% de operarios conocen de mecanismos, pero no los aplican por temas de elevados costos, mientras el 43% desconocen de la existencia de estos mecanismos.

**Tabla 6. Importancia de utilizar estos mecanismos dentro de la ejecución de sus labores.**

ANÁLISIS DE IMPORTANCIA DE UTILIZAR ESTOS MECANISMOS		
RESPUESTA	NUMERO DE PERSONAS	PORCENTAJE
NO	2	14%
SI	12	86%
TOTAL	14	100%

Fuente: elaboración propia

**Figura 10. Análisis de importancia de utilizar estos mecanismos**



Fuente: elaboración propia

**Análisis:** Según el dato de la tabla 6 podemos observar que el 86% de operarios consideran importante la utilización de estos mecanismos, para salvar guardar su integridad en la ejecución de estas actividades.

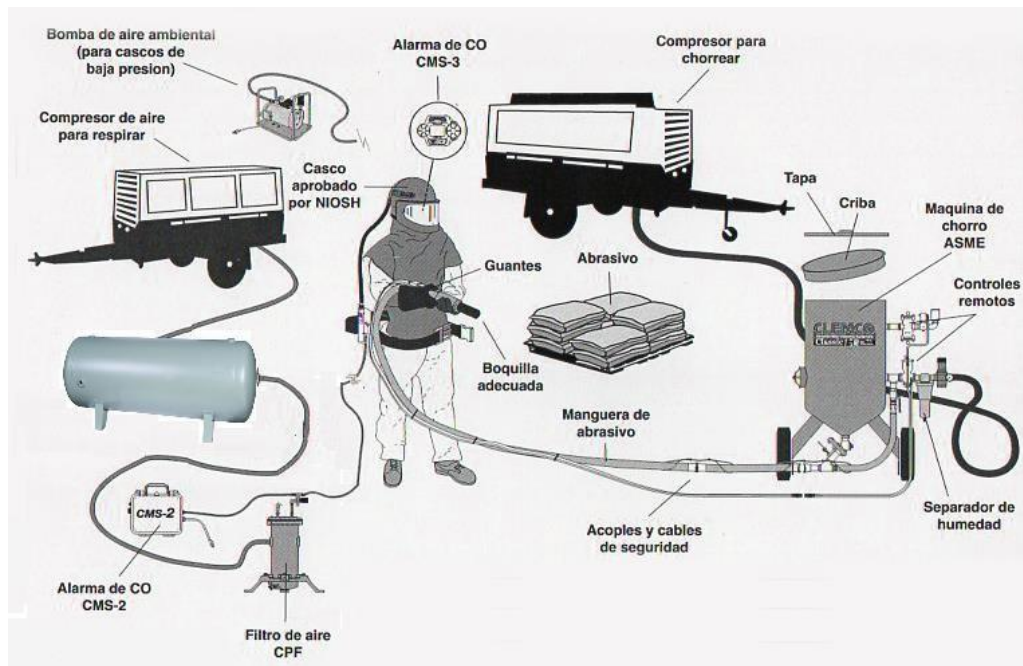


## 7. RESULTADOS

Establecer una mejora en el proceso de suministro de aire a trabajador que realiza actividades de sandblasting, garantizando la seguridad e integridad del trabajador.

Después de analizar los resultados de la encuesta, se concluye como mejora la instalación de un tanque de reserva de aire a la salida del compresor que dará suministro de aire al sistema de respiración del operario si el equipo llegase a fallar, con el fin que el operario tenga aire limpio mientras realiza el retiro o evacuación del interior del tanque o vasija (Figura 10).

**Figura 11. Esquema de mejora de procesos**



- Analizar la ejecución de actividades de sandblasting y la funcionalidad del equipo de suministro de aire.

En este análisis se verificó como han venido realizando las actividades y métodos utilizados, donde se evidencia el factor de estudio del presente proyecto y la mejora que se plantea realizar.

En la ejecución de estas actividades se implementan dos compresores de aire; el primero de ellos es el encargado de suministrar aire al indicador de alarma de CO,

posterior mente pasa a un filtro de aire o pulmón y luego llevado al casco o escafandra. El segundo compresor es el que alimenta a la máquina de chorro o tolva y luego al operario que manipula la manguera mediante la boquilla (Grafico 10).

- Identificar cuáles son las consecuencias de la mala operatividad del equipo de suministro de aire.

Las consecuencias de la mala operatividad de los equipos de suministro de aire en la ejecución de actividades de sandblasting en espacios confinados, según los factores que se pueden presentar en el recinto como lo son el polvo; y al no tener suministro constante de aire, la persona puede presentar inicialmente disnea o problemas para respirar, por la hermeticidad de su equipo de protección (escafandra). Esto puede llevar a que la persona pueda presentar una lipotimia, así mismos síntomas de asfixia que se va agravando conforme se disminuye el porcentaje de oxígeno que se recibe.

Se resalta que el porcentaje de oxígeno en el aire es de 21%.

- Analizar tiempos de respuestas en caso de falla del equipo de suministro de aire.

Se realizó simulacro de evacuación en dos escenarios, el primero es la evacuación del operario desde la parte superior de andamio interno con su equipo de suministro de aire que ha presentado una falla, se retira hasta la parte externa en un tiempo de 3 minutos y 48 segundos (Figura 12); El segundo escenario se realiza con la ayuda del rescatista, donde el operario queda sin suministro de aire y pierde el conocimiento, realizando una maniobra de rescate con un tiempo de evacuación de 8 minutos y 22 segundos (Figura 13).

**Figura 12. Evacuación del operario en 3 minutos y 48 segundos.**



Fuente: elaboración propia

**Figura 13. Maniobra de rescate del operario 8 minutos 22 segundos**



Fuente: elaboración propia

En cada uno de los casos se evidencia la importancia de contar con el suministro de aire, para salvaguardar la integridad del operario.

## 8. PRESUPUESTO

<b>Recursos</b>					
		<b>Cantidad semanal</b>	<b>Total semanal</b>	<b>Valor semanal</b>	<b>Valor estimado del proyecto</b>
<b>Recursos humanos</b>					
1	Horas hombre semanales (investigación)	3 h	2 semanas	90.000	180.000
2	Horas hombre semanales (elaboración de informe)	3 h	15 semanas	40.000	1.680.000
3	Soldador, pailero	1	16	80.000	160.000
<b>Recursos materiales</b>					
1	Energía eléctrica	51 h	287 kw/h	14637	14.637
2	Conexión estable a internet	30 h	1000 h	30.000	30.000
3	Computador	1 uni	0	0	0
4	Herramientas informáticas (paq Office)	1	0	0	0
5	Tubo api 24"	1 m		779.680	
6	Cap std 24"	1	448360	2	896.720
7	Valvula bola 1/2	1	15800	2	31.600
8	Cheque globo 1/2	1	68280	1	68.280
9	Regulador de presion 1/2	1	18200	1	18.200
10	Válvula de seguridad	1	85000	1	85.000
11	Manometro	1	90000	1	90.000
<b>Recursos financieros</b>					
		Valor		Valor estimado del	
1	Visita a área de tk 54000-2	40.000		40.000	
2	Visita a área de tk 54000-2, análisis de actividades	40.000		40.000	
3	Encuesta con sandblasteros	15.000		15.000	
4	Encuesta con sandblasteros	15.000		15.000	
5	Realización primer simulacro toma De tiempos	40.000		40.000	

6	Realización segundo simulacro Toma de tiempos	40.00 0	40.000
Valor total estimado			<b>4.224.117</b>

## 9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA PROYECTO DE GRADO		AGOSTO				SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
ACTIVIDADES	Recolección de información, planteamiento de problema	5																					
	Visita a área de tk 54000-2		12																				
	justificación, objetivos			19																			
	marco de referencia				25																		
	Entrega primer avance				28																		
	Visita a área de tk 54000-2, análisis de actividades					1																	
	Encuesta con sandblasteros						8																
	Encuesta con sandblasteros						9																
	Digitación y análisis de encuesta						12																
	Realización primer simulacro toma de tiempos							14															
	Realización segundo simulacro toma de tiempos							15															
	Segundo informe de avance								21														
	Presentación comité de trabajos de grados								25														
	Realización bosquejo de la mejora									30													
	Formalización y digitación del documento del proyecto										x												
	Formalización y digitación del documento del proyecto											x											
	Informe final: entrega del trabajo de grado terminado												16										
	Revisión jurados													19	.	6							
	Correcciones																6...1						
	Sustentaciones																3						
																16	.					2	

Fuente: elaboración propia

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Area Metropolitana de Bucaramanga. (2020). Objetivos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo Recuperado de <https://www.amb.gov.co/objetivos-del-sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Buenaño Valencia, E. L. (2017). *Los riesgos en espacios confinados y su incidencia en la salud ocupacional de los trabajadores de la empresa industrial metalmeccánica Talleres Buenaño*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial. Tesis Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental. Recuperado de [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24657/1/Tesis\\_t1204mshi.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24657/1/Tesis_t1204mshi.pdf)
- Buenas practicas HSE; Guías de apoyo de aseguramiento de comportamientos; Ecopetrol; Recuperado de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/GruposInteres/GestionDeAbastecimiento/Gestioncontractual/BuenaspracticasyAspectosHSE>
- Código Sustantivo del Trabajo. Artículo 348. Recuperado de [https://leyes.co/codigo\\_sustantivo\\_del\\_trabajo/348.htm](https://leyes.co/codigo_sustantivo_del_trabajo/348.htm)
- Congreso de Colombia (24 de enero de 1979). Ley 9 de 1979. Diario Oficial 35308. Santafé de Bogotá. Recuperado de [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf)
- Constitución Política de Colombia (1991). Actualizada con los Actos Legislativos a 2016 Edición especial preparada por la Corte Constitucional Consejo Superior de la Judicatura Centro de Documentación Judicial– CENDOJ Biblioteca Enrique Low Murtra -BELM-el-sandblasting-o-chorro-de-arena. Recuperado de <https://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>
- CYM Materiales. Soluciones Industriales (2020). ¿Qué es el Sand Blasting o Arenado? Recuperado de <https://cym.com.ar/faqs/que-es-el-sandblasting/>
- Definición ABC. (2020). Rediseño. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/general/redisenio.php>
- Definición ABC. (2020). Definición de Filtro. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/general/filtro.php#:~:text=Al%20material%20poroso%20o%20al,%C3%A9l%20se%20lo%20denomina%20filtro.>

- Drucker (2002, Agosto). The Discipline of Innovation. Recuperado de <http://concepto.de/innovacion/>,<sup>3</sup><http://www.significados.com/innovacion/>,<sup>4</sup><http://www.definicionabc.com/general/innovacion.php>
- Ecopetrol (2013). Instructivo para trabajo en espacios confinados. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/241437161/Instructivo-Para-Trabajo-en-Espacios-Confinados>
- JoseArias83-IEARM (2015). Actividades concepto inventos de innovación. Recuperado de <https://josearias83-iearm.webnode.com.co/a9/actividades/avtivida-3/>
- KNORR- BREMSE (2020). Suministro de aire. Recuperado de <https://www.knorr-bremse.es/es/railvehicles/products/brakingsystems/airsupply/airsupply.jsp?print=1>
- INFAIMON (2018). La gestión de la producción como una parte angular de la empresa. Recuperado de <https://blog.infaimon.com/la-gestion-de-la-produccion-como-una-parte-angular-de-la-empresa/>.
- Manzano Polo, W. A. (2020). *La gestión de la innovación como herramienta para la competitividad*. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos34/innovacion-y-competitividad/innovacion-y-competitividad.shtml>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (Junio 22 de 1994). Decreto 1295 de 1994. Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales. Diario Oficial. 41.405. Recuperado de <http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Decreto%20ley%201295%20de%2094%20Sistema%20General%20de%20Riesgos%20Profesionales.pdf>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (Mayo 26 de 2015). Decreto 1071 de 2015. Decreto Unico Reglamentario del Sector Trabajo. Diario Oficial 49.523. Recuperado de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/50711/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+Abril+de+2017.pdf/1f52e341-4def-8d9c-1bee-6e693df5f2d9>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (Febrero 24 de 2020). Resolución 0491 de 2020. Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan otras disposiciones.. Diario Oficial 49.523. Recuperado de [https://sidn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/TEXTOS\\_COMPLETOS/8\\_RE\\_SOLUCIONES/RESOLUCIONES%202020/MT%20Resoluci%C3%B3n%20491de%202020%20\(Seguridad%20en%20trabajos%20en%20espacios%20confinados\).pdf](https://sidn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/TEXTOS_COMPLETOS/8_RE_SOLUCIONES/RESOLUCIONES%202020/MT%20Resoluci%C3%B3n%20491de%202020%20(Seguridad%20en%20trabajos%20en%20espacios%20confinados).pdf)



- Presidencia de la República de Colombia. Ministerio del Trabajo. (24, febrero 2020). Resolución 0491 de 2020. Requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados. Recuperado de <https://safetya.co/wp-content/uploads/2020/02/resolucion-0491-de-2020-espacios-confinados.pdf>
- Resolucion 0491 del 24 febrero del 2020; Ministerio de Trabajo; Requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan disposiciones. Recuperado de <https://ccs.org.co/wp-content/uploads/2020/02/Resolucion-0491del-2020-REGLAMENTO- TRABAJO-SDEGURO-EN-ESPACIOS-CONFINADOS.pdf>
- Russel Couoh (2019). ¿Qué es y para qué sirve el Sandblasting o chorro de arena? Recuperado de <https://blog.laminasyaceros.com/blog/qu%C3%A9-es-y-para-que-sirve>
- Significados. (2020). Significado de innovación. Recuperado de <https://www.significados.com/innovacion/>
- SIMCORE (2019). Gestión de producción. Recuperado de <https://www.simcore.fr/es/gestion-de-flujos/gestion-de-produccion/>
- Sura (2020). Generalidades - Espacios confinados. Recuperado de <https://www.arlsura.com/index.php/304-espacios-confinados-tar/3856-generalidades-espacios-confinados>
- Taborda Casella, J. S.; Loaiza Gallego, Y. L. (2018). Espacios confinados investigaciones realizadas en colombia de 2013 a 2018. Universidad Católica De Manizales Facultad Ciencias de la Salud. Tesis Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo. Cali. Recuperado de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/2176/Juan%20Sebasti%C3%A1n%20Taborda%20Casella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad Libre (2020). Competencia laboral. Recuperado de <http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/index.php/competencia-laboral5>
- Velásquez, J.; Chacón, J.E.; González, G.; Contreras, J. G. (2017). Importancia de la innovación tecnológica como fuente de Transformación de una organización. El caso de una empresa en Piedras Negras, Coahuila. V Congreso Virtual Internacional sobre Transformación e innovación en las organizaciones Diciembre 2017. Recuperado de <https://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2017/innovacion/24-importancia-de-la-innovacion-tecnologica.pdf>
- Wikipedia (2020). Escafandra. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Escafandra>

## ANEXOS

