



**Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura.**

**Carrera de Ingeniería Marítima**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Modalidad Proyecto Técnico**

**TEMA:**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE SANDBLASTING  
PARA LIMPIEZA DE PIEZAS METÁLICAS**

**Autores:**


Hidalgo Barreto Josue Abraham

López Sánchez Frank Joel

**Tutor:** Ing. Folke Zambrano Vera

Manta – Ecuador

2026

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).</b>	<b>CÓDIGO: PAT-04-F-004</b>
	<b>PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	<b>REVISIÓN: 1</b>
		Página 1 de 1

## CERTIFICACION

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **HIDALGO BARRETO JOSUE ABRAHAM**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE SANDBLASTING PARA LIMPIEZA DE PIEZAS METALICAS”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 30 de enero 2026.

Lo certifico,




Firmado electrónicamente por:  
**FOLKE ZAMBRANO VERA**

Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Folke Zambrano Vera

**Docente Tutor**

**Ingeniería, Industria y Arquitectura**

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

## CERTIFICACION

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante LÓPEZ SANCHEZ FRANK JOEL, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE SANDBLASTING PARA LIMPIEZA DE PIEZAS METALICAS”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 30 de enero 2026.

Lo certifico,



Firmado electrónicamente por:  
**FOLKE ZAMBRANO VERA**  
Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Folke Zambrano Vera

**Docente Tutor**

**Ingeniería, Industria y Arquitectura**

## CERTIFICADO DE AUTORÍA

Hidalgo Barreto Josue Abraham, López Sánchez Frank Joel, egresados de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura, de la carrera de Ingeniería marítima, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido de la presente tesis titulada "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE SANDBLASTING PARA LIMPIEZA DE PIEZAS METÁLICAS". Nos corresponde exclusivamente y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

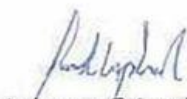
Lugar, 30 de enero de 2026.



Hidalgo Barreto Josue Abraham

C.I.: 1726910654

Estudiante



López Sánchez Frank Joel

C.I.: 1351545338

Estudiante



Ing. Folke Zambrano Vera

C.I.: 1311686537

Docente Tutor

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis a mi familia, por el amor, apoyo y motivación.

Su confianza y acompañamiento fueron necesarias para este logro.

De la misma forma dedico este trabajo a mi novia y su familia por el apoyo, y la cercanía demostrada en este proceso.

**Hidalgo Barreto Josue Abraham**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primer lugar a Dios por darme salud y fortaleza por permitirme llegar a esta última etapa de mi formación profesional.

Mi profundo agradecimiento es a mis padres, Abg. Lexi Barreto e Ing. Cesar Hidalgo por el apoyo, consejos, sacrificios y motivación en el tiempo de formación.

Agradezco a mis hermanos que contribuyeron de manera significativa mi proceso. Expreso un sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, Ing. Folke Zambrano Vera por su orientación, tiempo y conocimiento fundamental para el desarrollo de este proyecto.

Finalmente agradezco a todos los docentes que estuvieron presentes en mi formación profesional, por brindarme de sus conocimientos y experiencias.

**Hidalgo Barreto Josue Abraham**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado principalmente a mi madre Deisy Sánchez por haber sido el pilar más fundamental en todo este proceso, dándome su apoyo, fortaleza, amor incondicional y todas sus enseñanzas hasta el día de hoy, le debo mi mayor respeto y admiración por todo el ejemplo y apoyo que me ha brindado, así mismo se la dedico a mi hermana por todo el apoyo brindado, y finalmente a mi padre y mi perrita por su apoyo.

**López Sánchez Frank Joel**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios por haberme bendecido con salud, vida, fortaleza y por la familia que tengo que me ha servido de apoyo en los buenos y malos momentos, siendo un gran apoyo.

Agradezco a mi madre Deisy Sánchez por haberme acompañado en todo momento, por nunca haberse rendido y haberme enseñado a cómo afrontar la vida, siendo este un logro para ambos. A mi hermana agradezco por la compañía que me ha brindado todo este tiempo, por nunca haberse rendido y así mismo como mi madre, el haber sido un apoyo importante y mi motivo de inspiración a nunca rendirme. A mi padre por todo el apoyo brindado en todo momento y sus enseñanzas. Agradezco a mi perrita Layla por ser mi consuelo en los peores momentos.

A mi tutor de tesis el Ing. Folke Zambrano Vera por la orientación brindada, su tiempo y conocimiento en este proyecto. También agradezco a todos los docentes que me acompañaron en este proceso de formación profesional, por su experiencias y conocimientos, y también a las personas que conocí a lo largo de la carrera.

**López Sánchez Frank Joel**

## RESUMEN

El presente proyecto se basa en la construcción de una cámara de sandblasting para la limpieza de piezas metálicas con la finalidad de mejorar los procesos de preparación de superficies metálicas, así como la eliminación del fenómeno conocido como oxidación, para implementarlo en los talleres de la carrera de Ingeniería Marítima. Este proyecto nació a partir de la falta de equipos para tratamiento de superficies, eliminando de manera eficiente cualquier impureza, pintura u óxido de la pieza, además de garantizar la seguridad y eficiencia en tiempo de trabajo. Teniendo en cuenta el seleccionar materiales adecuados para la construcción y que la cámara esté sellada herméticamente para conseguir un trabajo limpio, seguro y de fácil manipulación, garantizando al usuario un mayor control dentro de la cámara de sandblasting. Siendo el sandblasting la técnica ideal para la preparación de superficies, al ser de las más efectivas para quitar óxido, pintura e impurezas, ya que en el ambiente marítimo existe mucha exposición a la humedad y la salinidad del mar, por lo que las partes o piezas metálicas suelen sufrir mucho de este fenómeno conocido como oxidación, llegando incluso a su destrucción conocida como corrosión. Por lo que es importante realizar un mantenimiento a estas partes o piezas afectadas por el fenómeno para así alargar la vida útil de las mismas, teniendo un control sobre el fenómeno de oxidación y eliminarlo.

**Palabras claves:** *Sandblasting, corrosión, mantenimiento*

## **ABSTRACT**

This project focuses on the construction of a sandblasting chamber for cleaning metal parts. Its aim is to improve metal surface preparation processes and eliminate oxidation, for implementation in the workshops of the Maritime Engineering program. This project arose from the lack of surface treatment equipment, which efficiently removes impurities, paint, and rust from parts while ensuring safety and efficiency. The design prioritizes the selection of appropriate construction materials and ensures the chamber is hermetically sealed to achieve clean, safe, and easy operation, guaranteeing the user greater control within the sandblasting chamber. Sandblasting is the ideal technique for surface preparation, being one of the most effective methods for removing rust, paint, and impurities. In the marine environment, metal parts are frequently exposed to humidity and seawater salinity, making them susceptible to oxidation and even leading to corrosion. Therefore, it is important to perform maintenance on these parts or pieces affected by the phenomenon in order to extend their useful life, having control over the oxidation phenomenon and eliminating it.

**Keywords:** Sandblasting, corrosion, maintenance

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO GENERAL .....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1. CAPÍTULO I: CORROSIÓN .....	4
1.1. Corrosión.....	4
1.2 Tipos de corrosión .....	4
1.3 Materiales afectados .....	9
1.4 Daños de la corrosión en ambientes marinos .....	10
1.5 Efectos .....	12
1.6 Medidas de prevención .....	12
1.7 Normativa .....	13
1.8 Métodos contra la corrosión .....	14
2 CAPÍTULO II: SANDBLASTING .....	17
2.1 Sandblasting.....	17
2.2 Funcionamiento.....	18
2.3 Tipo de materiales abrasivos.....	19
2.4 Aplicaciones más comunes .....	23
2.5 Ventajas más comunes .....	24
2.6 Importancia de uso.....	25
2.7 Normas y Seguridad.....	27
2.8 Seguridad .....	28
2.9 Uso de EPP.....	28
3. CAPÍTULO III. FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	29
3.1 Materiales y componentes.....	30
3.2 Construcción .....	32

3.3	Funcionamiento .....	37
3.4	Mantenimiento .....	42
3.5	Revisión de equipo antes de usar .....	42
3.6	Revisión de equipo después de usar .....	43
3.7	Seguridad para uso .....	44
	CONCLUSIONES .....	48
	RECOMENDACIONES .....	49
	Bibliografía .....	50
	ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Corrosión galvánica .....	6
Ilustración 2 Materiales usados para construcción de sandblaster .....	31
Ilustración 3 Sandblaster.....	34
Ilustración 4 soporte de la cámara .....	35
Ilustración 5 base de la cámara .....	36
Ilustración 6 Cámara de Sandblasting .....	37
Ilustración 7 Limpieza de tubo de hierro negro .....	40
Ilustración 8 limpieza de hierro negro .....	40
Ilustración 9 limpieza de madera.....	40
Ilustración 10 limpieza de acero.....	41
Ilustración 11 limpieza de galvanizado.....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 pruebas con diferentes materiales. ....	38
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1 Manual de Usuario .....</b>	<b>53</b>
<b>Anexo 2 Cámara de Sandblasting .....</b>	<b>59</b>
<b>Anexo 3 Prueba de limpieza en varias piezas .....</b>	<b>60</b>

## INTRODUCCIÓN

Debido al ambiente de trabajo donde se desarrolla la labor de un ingeniero marítimo, es habitual ver piezas oxidadas o incluso corroídas, en especial las partes que están en contacto con el mar lleno de corales u otras especies, siendo importante la limpieza de estos para que puedan seguir en funcionamiento y no llegar a la destrucción de su material, alargando su vida útil y que no requieran reemplazos, dando lugar así a la limpieza de materiales y superficies que es un proceso importante en varias industrias. Tener una buena limpieza permite eliminar todo el óxido, restos de pinturas e impurezas, para así poder adherirle de mejor forma algún recubrimiento o protectores para alargar la vida útil de dichas piezas metálicas afectadas.

Uno de los métodos más conocidos y de lo que se basa este proyecto es el sandblasting, que es una técnica utilizada para la limpieza de piezas metálicas además de quitarles el óxido, pintura o impurezas, haciendo más sencillo el proceso, también sirven para la preparación de las superficies; que en comparación a la lija, a la lima o las amoladoras, esta técnica elimina de manera más eficiente incluso en las partes de más difícil acceso, que son las partes donde dificulta un poco que se pueda llegar manualmente, siendo esta técnica muy eficaz y rápida con el uso de abrasivo que es la arena. Por eso se lo conoce también como chorro de arena y se la usa a alta presión sobre la pieza que se va a limpiar.

La base de este proyecto ha surgido de la necesidad de facilitar la limpieza de piezas oxidadas en los talleres de la universidad de la carrera de Ingeniería Marítima, partiendo de inspiración de prácticas laborales realizadas, donde el

trabajo manual era demasiado largo y agotador, por lo que nació este proyecto el cual partió de la idea que era mejor fabricar una máquina y desarrollar una cámara de arenado funcional para la limpieza de piezas metálicas, que esté disponible, sea segura y accesible para los estudiantes. Para así evitar el trabajo empírico, con la finalidad de darle mejor acabado a las piezas que se deseen limpiar.

Teniendo claro que la sandblasting es uno de los mejores métodos, siendo muy efectivos y rápidos, no solo puede utilizarse en el ámbito marino donde la corrosión y el óxido están más presentes, sino también en las industrias e incluso en necesidades de hogar donde requieran quitar pintura u otros factores, teniendo este proyecto un buen potencial académico por su construcción y por tratar de facilitar un trabajo eficaz a los estudiantes, el buscar materiales adecuados y las normas de seguridad que deberán ejecutarse al momento de utilizar la máquina.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar y construir una cámara de sandblasting para la limpieza de piezas metálicas, por lo que se deberá investigar y seleccionar los materiales adecuadas para la construcción de la máquina de sandblasting y su respectiva cámara, haciendo que esta sea segura y permita un trabajo limpio sin fuga de residuos, así mismo hacerla de fácil manipulación para que los usuarios puedan tener mayor control dentro la cámara.

Al implementar esta máquina en la carrera se fortalecerá como una carrera que utiliza nuevas tecnologías y máquinas aplicadas al mantenimiento marítimo dando beneficios a sus estudiantes.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar y construir una cámara de sandblasting para la limpieza de piezas metálicas

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar y seleccionar los materiales para la construcción de la cámara de sandblasting que se pueda utilizar para limpiar las piezas metálicas oxidadas.
- Diseñar una cámara para la limpieza de metales que este sellada y sea hermética que asegure un trabajo limpio y seguro, sin que existan fugas de residuos.
- Fabricar una cámara de simple manipulación para que permita al usuario mayor control dentro de la cámara de sandblasting.

# 1. CAPÍTULO I: CORROSIÓN

## 1.1. Corrosión

La corrosión marina es una amenaza constante para las industrias de todo el mundo y más para las que están en ambientes corrosivos como las costas, incluidas las plataformas petrolíferas, siendo un problema grave, al estar en las costas por ser un ambiente extremadamente húmedo y el contacto directo con el agua salada provocan una rápida degradación del metal.

La corrosión es la destrucción de materiales metálicos mediante reacciones químicas y electroquímicas, ya que estos materiales pierden continuamente su potencial energético. (Salazar-Jiménez, 2015)

La corrosión galvánica ocurre cuando dos metales diferentes se conectan en presencia de un electrolito, provocando que el más activo se degrade. La corrosión por picaduras es un ataque localizado que forma pequeñas cavidades profundas. La corrosión por grietas se presenta en espacios estrechos donde el oxígeno es limitado, generando condiciones ácidas que aceleran la degradación. Corrosión uniforme afecta toda la superficie del metal de manera constante y generalizada, debilitando progresivamente la estructura. (Evac, 2025).

## 1.2 Tipos de corrosión

La corrosión es un problema que trata sobre el deterioro de materiales, hasta dañarlos gravemente.

Según Evac (2025), la corrosión se deriva en varios tipos y se caracterizan dependiendo tanto de la naturaleza del material y de las condiciones del ambiente, donde se desarrollan. Una forma común de clasificar los tipos de

corrosión es mediante las siguientes cuatro categorías: corrosión generalizada, corrosión localizada, corrosión combinada con un fenómeno físico, y otros tipos, siendo los siguientes:

### 1.2.1 Corrosión generalizada (uniforme)

Según Salazar-Jiménez, la corrosión generalizada, también nombrada corrosión uniforme, ocurre sobre toda la superficie del material de forma homogénea, deteriorándolo completamente. Este tipo de corrosión es el que mayor pérdida de material provoca, pero es relativamente fácil de predecir y controlar, por lo que un accidente producido por este es de rara ocurrencia.

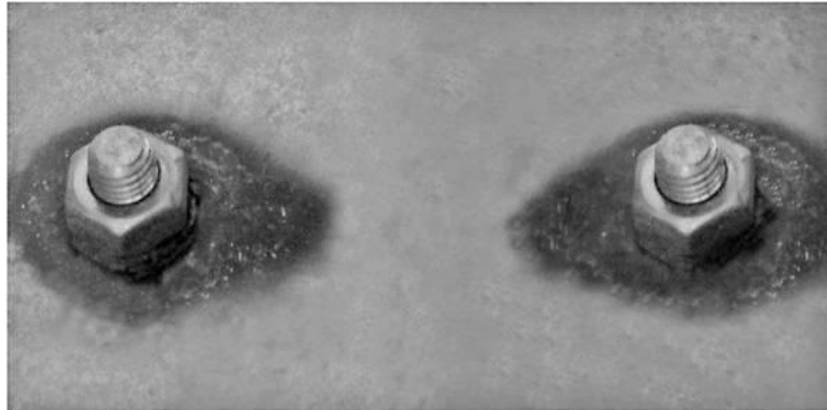
Se puede observar comúnmente en materiales, sobre todo en la industria de la construcción, a base de hierro no aleado con metales inoxidables, como el níquel y el cromo. La velocidad de corrosión para estos casos es altamente influenciada por la existencia de impurezas y fases distintas en el material, ya que estas inducen a una variación en la energía potencial, formando electrodos a pequeña escala, propiciando el proceso de corrosión. (Evac, 2025).

### 1.2.2 Corrosión localizada

Salazar-Jiménez (2015), dice que este tiene un mayor impacto al afectar un material, pero es complicada su detección porque se suele presentar en zonas específicas, este es causado por la forma, lugares de trabajo como el mar que existe mayor salinidad, estando presente en otros tipos como galvánica, por fisura, por picaduras, por cavitación y microbiológica.

### 1.2.3 Corrosión galvánica

La corrosión galvánica ocurre cuando existe una unión, física o eléctrica, entre metales de diferente naturaleza, los cuales, en la presencia de un electrolito, forman una celda electroquímica, donde el material de menor potencial electroquímico es el que se corroe. (Salazar-Jiménez, 2015).



*Ilustración 1 Corrosión galvánica*

*Fuente: (Salazar-Jiménez, 2015).*

#### 1.2.4 Corrosión por fisuras

Para Salazar-Jiménez (2015), la corrosión por fisuras es parecida a la galvánica, y ocurre en zonas muy pequeñas donde la concentración de oxígeno es mucho menor que en el resto del ambiente, por lo que actúa como un ánodo, promoviendo la descomposición en estas zonas.

#### 1.2.5 Corrosión por picaduras (pitting)

Se presenta en materiales debido a sus características geométricas, provocando una acumulación de agentes oxidantes y un incremento del pH del medio, lo que da como resultado que, en zonas específicas del material, este avance como picaduras. (Salazar-Jiménez, 2015).

#### 1.2.6 Corrosión por cavitación

La corrosión por cavitación ocurre en sistemas de transporte de líquidos, en materiales con capas delgadas que fueron inducidas o desarrolladas naturalmente, donde por cambios de presión en el sistema, se producen flujos turbulentos que forman burbujas de aire, las cuales implosionan contra el material del sistema, deteriorando la capa de pasivación, facilitando el desarrollo del proceso de corrosión, de forma similar a la corrosión por picaduras, cuya diferencia se observa, en que el efecto de la cavitación es de mayor tamaño. (Revie, 2008).

Es una forma diferente o especial de erosión-corrosión que se produce por la condensación de burbujas de vapor en un líquido cerca de la superficie metálica. (Martinez-Perez, 2023).

#### 1.2.7 Corrosión microbiológica

Aunque esto no se considera un tipo de corrosión en sí, las bacterias contribuyen a su desarrollo, ya que son los microorganismos más influyentes en este caso. Por lo tanto, también se conoce como corrosión bacteriana y se produce en sistemas de transporte de fluidos, lo que posibilita la corrosión por picaduras. El fluido transportado en estos sistemas promueve la acumulación y proliferación de bacterias, que posteriormente se acumulan, provocando cambios en las concentraciones de sal y oxígeno y dando lugar a otros procesos de corrosión, como la corrosión por picaduras. (Salazar-Jiménez, 2015)

#### 1.2.8 Corrosión combinada con un fenómeno físico

Es un tipo de corrosión localizada, pero la diferencia es que dependen de la presencia de un fenómeno físico que actúa como desencadenante. (Salazar-Jiménez, 2015).

#### 1.2.9 Corrosión – erosión

Este tipo de corrosión se observa en sistema de transportes de fluidos hechos con materiales pasivados, donde existen partículas de mayor dureza que la capa de pasivación. Estas partículas al estar en movimiento erosionan la capa pasivada, permitiendo que el proceso de corrosión se desarrolle. (Javaherdashti, 2008).

#### 1.2.10 Corrosión - tensión

Ocurre cuando un material ya ha sido sometido a esfuerzo de tensión, puede ser en su interior o en su exterior, formándose así pequeñas fisuras, que dan lugar a este tipo de corrosión.

Eso hace que se deteriore de una manera más rápida, haciendo que la corrosión lo deteriore, lo que hace que la tensión tenga mayor impacto, fracturando el material, haciendo que la corrosión crezca más en el material. (Revie, 2008).

#### 1.2.11 Corrosión - fatiga

Este proceso se desarrolla en materiales, sujetos a esfuerzos externos, similar al de tensión, con la diferencia de que estos esfuerzos son cíclicos o fluctuantes. De igual forma que con el proceso de tensión, el material se deteriora en mayor medida mediante la combinación de los dos fenómenos, comparado a cada uno por separado. (Salazar-Jiménez, 2015).

Según Salazar-Jiménez (2015), existen otros tipos de corrosión, que no entran en la clasificación anterior y estos pueden ser los siguientes:

- Desaleación

Actúa sobre aleaciones metálicas, proceso en el cual uno de los elementos con mayor afinidad al oxígeno, lo separa de la mezcla, dejando así una estructura porosa haciendo que pierda propiedades y el material quede con los restos de los elementos que lo conforman. (Revie, 2008).

- Filiforme

Actúa en ambientes con mucha humedad y en materiales que tengan pinturas, que cuando estos son rayados, hace que la corrosión empiece como filamentos delgados. (Revie, 2008).

- Oxidación

Se presenta en altas temperaturas, sin factores que cause la oxidación como oxígeno, azufre y elementos halógenos, este tipo solo se basa en procesos químicos, sin ningún factor extra. (Salazar-Jiménez, 2015).

### **1.3 Materiales afectados**

#### **1.3.1 Acero**

Material que tiene aleación de hierro y otros metales en cantidades residuales, teniendo 2,1% de carbono. Este material es muy utilizado por su dureza, puede ser altamente mecanizado y es de bajo costo, pero su desventaja es que es uno de los materiales más afectados por la corrosión, por lo general cuando se expone el material al primer año tiene índices altos de corrosión, pero disminuyen con el pasar de los años esos índices. (Roberge, 2000).

Hay aceros de bajo y moderado carbono que son más resistentes a la corrosión, siendo ideales para soldaduras y mecanizados, que son propiedades importantes que se toman en cuenta para la construcción de estructuras, pero no tienen resistencia a ataques de químicos agresivos, pero si se usa la protección necesaria, este material puede usarse en ambientes salinos o corrosivos y debajo del agua. Cabe recalcar que en aceros al carbono sufren mayor desgaste en las costas o industrias a diferencias de sitios secos y en zonas rurales. (International, 2000).

### 1.3.2 Aluminio

Este material es de los más abundantes. Tiene propiedades como conductividad térmica y eléctrica, baja densidad, es elástico y resistente a la corrosión, hace que sea un material utilizado mucho en diferentes áreas de la industria. (Menjívar Benítez, 2014).

Este material es muy firme en ambientes oxidantes, pero puede oxidarse rápido por la capa delgada que se forma de óxido de aluminio, creciendo en la superficie del metal cuando se expone al oxígeno o algún otro factor que aumente la oxidación, haciendo que sea consumida por la oxidación. (Hatch, 1984).

## **1.4 Daños de la corrosión en ambientes marinos**

Como bien sabemos la corrosión es un fenómeno que afecta altamente a un material, en ocasiones destruyendo dicho material, en un ambiente marino la corrosión es mucho más alta por la sal del mar, la humedad constante, temperatura e incluso hasta por organismos que se encuentren en el mar, siendo el ambiente marino uno con ataques más agresivos de corrosión.

Según Toyo (2023), los mecanismos de falla causados por la corrosión pueden tener un efecto adverso significativo en las estructuras y equipos utilizados en los sectores energético y otros sectores industriales. Comprender estos desarrollos es crucial para garantizar la importancia del control de daños y la integridad de la infraestructura marina.

Para Toyo (2023), estos son los diferentes daños que causa la corrosión en una embarcación.

- **Debilitamiento de estructuras y equipos**

En entornos marinos se puede ver más afectado de una manera lenta pero siempre latente, que con el tiempo estando en el ambiente, estos pierden su resistencia y pueden causar fallas estructurales, comprometiendo la seguridad y la funcionalidad de los edificios.

- **Reducción de la vida útil de las infraestructuras**

La exposición constante al agua salada y a los ambientes marinos, se acelera el proceso de corrosión. Esto puede acortar significativamente la vida útil de las estructuras marinas, lo que conlleva un aumento de los costos de reparación, reemplazo y mantenimiento.

- **Impacto económico**

Esto tiene un impacto económico significativo. Según un estudio de la Asociación Internacional de la Industria del Acero, las pérdidas anuales por corrosión en la infraestructura marítima pueden ascender a entre el 3% y el 5% del producto interior bruto (PIB) mundial. Esto incluye los costes de reparación, la pérdida de productividad y el tiempo de inactividad.

## **1.5 Efectos**

Estos tipos de corrosión tienen efectos perjudiciales en estructuras o equipos que están en ambientes corrosivos, siendo importante entender y saber por qué para poder abordar estos daños. Las estructuras y equipos se debilitan con el tiempo por perder sus propiedades al corroerse, lo que causa un impacto en la parte económica, ya que implica costos de reparación y mantenimiento. (Toyo, 2023).

Siendo este un fenómeno que puede afectar grandes industrias si no es tratado como se debe, porque puede provocar la destrucción total de un material o un equipo, haciendo que básicamente deje de servir dicho aparato.

## **1.6 Medidas de prevención**

Existen varios métodos de prevención. Uno de ellos es el aplicar recubrimientos protectores, o películas para ambientes corrosivos como lo es el ambiente marino, por lo que se implementan técnicas de protección catódica y anódica.

Protección catódica.

Según Toyo (2023), esta medida es muy efectiva para prevenir la corrosión, ya que desvían los electrones de los metales a través de ánodos de sacrificio o corrientes externas, siendo esto una protección para el caso de una embarcación y los equipos.

Para alargar la vida útil de las estructuras se necesita escoger el material adecuado como acero inoxidable, aleaciones de aluminio o materiales que tengan un buen grado de recubrimiento anticorrosivo, además se necesita

realizar inspecciones y mantenimiento regular, para detectar corrosiones tempranas y realizar las acciones correctivas rápidas.

## **1.7 Normativa**

Existe la norma ISO 12944 donde establece directrices internacionales para la protección contra la corrosión de estructuras de acero mediante recubrimientos y pinturas. Aplicada a entornos atmosféricos, sumergidos y enterrados, excluyendo superficies como hormigón o materiales no metálicos.

### **1.7.1 Corrosividad, ambientes y categorías**

Los entornos se clasifican en varias categorías, con recomendaciones que cubren la exposición atmosférica, la inmersión en agua dulce y salada, y las superficies enterradas. Esta norma trata sobre criterios básicos para el diseño de estructuras de acero que deben recubrirse para evitar la corrosión prematura del sustrato. (HEMPEL, 2018).

En cambio, para la preparación de la superficie la norma tiene como objetivo minimizar el riesgo de falla prematura del sistema de recubrimiento utilizado. (HEMPEL, 2018).

Por otra parte, en sistemas de pintura protectora utilizado dependerá del entorno en el que se vaya a utilizar y de la durabilidad prevista, y la norma ISO 12944 cubre este aspecto. (HEMPEL, 2018).

Además, los métodos y condiciones de prueba se detallan en la norma ISO 12944. Las pruebas deben ayudar a los usuarios a decidir qué sistema de recubrimiento se debe utilizar y, por lo tanto, estandarizan las pruebas para permitir pruebas más precisas y comparables que actúen como guía (pero no

como información exacta) para determinar la durabilidad en un entorno determinado. (HEMPEL, 2018).

Conjuntamente como era de esperar, la norma también aborda cómo se ejecuta y supervisa el recubrimiento de estructuras de acero, ya sea en obra o en taller incluyendo métodos de pretratamiento y aplicación de pintura. (HEMPEL, 2018).

La norma también aborda el desarrollo de especificaciones para la protección de estructuras de acero contra la corrosión mediante sistemas de recubrimiento. Estas normas también se aplican a la protección de componentes individuales y abarcan las nuevas obras y el mantenimiento, tanto en obra como en taller. (HEMPEL, 2018).

### **1.8 Métodos contra la corrosión**

Como bien se sabe este problema puede traer varias pérdidas a una industria por lo que se debe tener en cuenta varias medidas de protección para prevenir ser afectados por este fenómeno.

Según Toyo (2023), las medidas de para prevenir este fenómeno son:

- Selección de materiales resistentes a la corrosión

Es necesario usar materiales que sean resistentes a la corrosión y más en ambientes salinos como son los mares, estos materiales podrían ser aceros inoxidable, aleaciones de aluminio y usar además recubrimientos para estos ambientes para reducir un poco el impacto de la corrosión y así alargar la vida útil de los materiales utilizados.

- Recubrimientos protectores

Aplicar recubrimientos como pinturas, antifouling o anticorrosivos de buena calidad, ya que estos forman una barrera física que protege a los metales separándolos un poco a la exposición del ambiente, además hay algunos con inhibidores de corrosión que sirven como protección adicional.

- Protección catódica

La implementación de sistemas de protección catódica es una medida efectiva para prevenir la corrosión. Estos sistemas desvían la corriente eléctrica de los metales a través de ánodos sacrificiales o corriente externa, protegiendo así las estructuras y equipos.

- El mantenimiento regular y el monitoreo de corrosión.

Realizar inspecciones periódicas, evaluaciones del sistema monitoreando la corrosión, incluyendo limpieza y mantenimiento adecuados para estructuras y equipos expuestos a ambientes corrosivos para identificar tempranamente cualquier signo de aparición y tratarlo de manera rápida. El mantenimiento periódico incluye la eliminación de recubrimientos desgastados, la limpieza de superficies y el tratamiento anticorrosivo, si es necesario.

Además, para prevenir otro problema que afecta a la embarcación, más bien a las hélices.

Según Martínez-Perez (2023), son:

- Utilizar aleaciones resistentes desde el punto de vista mecánico con capas protectoras fuertemente adherentes como aleaciones de acero Cr-Ni, bronce de aluminio y metal Monel.

- Evite el uso de hierros de fundición actuales.
- Opere los rotores y el impulsor a la máxima carga de presión posible para evitar la formación de burbujas.
- Evite las turbulencias.
- Eliminar sólidos en suspensión.
- Emplear sustancias pasivas como cromatos y dicromatos y protección catódica.
- Cubrir superficies con caucho, porcelana o resinas especiales.

## 2 CAPÍTULO II: SANDBLASTING

### 2.1 Sandblasting

Para Industrial (2024), este proceso de sandblasting, que también es conocido como granallado o chorreado de arena, es una técnica industrial utilizada para limpiar, o preparar superficies. Se basa en proyectar partículas abrasivas a alta velocidad mediante aire comprimido sobre una superficie para limpieza de diferentes contaminantes que existan sobre la misma. Este método es crucial en numerosas industrias como la automotriz, la construcción, la naval, entre otras, debido a su eficacia y versatilidad.

Su efecto se asemeja a la de la utilización de procesos manuales como el de papel de lija, la diferencia es que proporciona un mejor acabado sin problemas en las zonas de más difícil acceso como las esquinas o grietas. Hoy en día son infinitas las labores de corte industrial donde se aplica el sandblasting, aunque también, se utiliza para limpieza o preparación de superficies ante un proceso de pintura. Por ejemplo, en carpintería se emplea para darle a la madera un efecto avejentado. O bien, en herrería, para matizar y pulir metales opacos. (Amerquip, 2019).

Según Gracia (2025), este proceso que se produce con aire comprimido a presión empujando arena sobre una superficie, por lo que al impactar modifica la superficie donde fue empleada, siendo este método adaptado en el área industrial primero por el inventor estadounidense Benjamin Chew Tilghman, quien patentó el proceso en octubre de 1870, dando un paso más con el uso de esta nueva técnica que ha sido aplicada hasta el día de hoy.

La técnica se desarrolló hasta ser incorporada en diferentes industrias tales como la naval, construcción y metalurgia, por la capacidad que tiene al remover óxido, pintura y otros contaminantes de manera eficaz y más rápida que los métodos tradicionales, permitiendo obtener un mejor acabado superficial en materiales como vidrio, metal y hormigón. Dependiendo del material de arenado utilizado, puede ser un decapado agresivo o una limpieza suave. (Gracia, 2025).

## **2.2 Funcionamiento**

Este sistema consiste en la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado expulsado por aire comprimido a través de una boquilla. La limpieza con sandblasting es ampliamente usada para remover óxido, escama de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies preparándolas para la aplicación de un recubrimiento. (QuimiNet, 2012).

Este sistema garantiza superficies más limpias y un mejor acabado, comparado con la forma manual de usar lijas, da mejores resultados.

Este proceso funciona al impactar arena con una superficie. Este sistema consta de un compresor, haciendo que el aire comprimido ingrese a un tanque con el abrasivo (arena), para que luego esta mezcla recorra una manguera y finalmente salga por una boquilla la cual se apunta para dirigirla hacia la superficie que se desee limpiar el óxido, haciendo que impacte. (Gracia, 2025).

Para Gracia (2025), están son las partes que conforman una máquina sandblasting:

- Medios

- **Compresor de aire:**  
Provee aire comprimido a presiones altas o la adecuada que soporte el tanque de almacenamiento de aire y arena.
- **Recipiente a presión:**  
Contiene la arena o el granallado a utilizar y regula su flujo con el aire comprimido.
- **Manguera de chorro:**  
En la manguera recorre el aire comprimido mezclado con el granallado y se dirige hasta la boquilla.
- **Boquilla de chorro:**  
Es donde sale expulsada la arena o el granallado hacia el material a limpiar, las boquillas se deben seleccionar de acuerdo con la cobertura, velocidad y el impacto.
- **Filtro/separador de humedad:**  
Quita humedad en el sistema y el filtro hace que no exista aglomeración de arena garantizando así un flujo uniforme y constante.
- **Equipo de protección:**  
Son necesarios equipos de EPP para la seguridad del usuario, siendo los básicos como guantes, mascarillas, protección para ojos y mangas para evitar contacto con el abrasivo.

### **2.3 Tipo de materiales abrasivos**

Según Winoa (2023), existen varios tipos de granallas utilizados para el sandblasting que suelen ser metálicas, arenas y otros tipos, que como se ha mencionado anteriormente por la ayuda de un compresor, expulsan aire y el

abrasivo para que impacte sobre la superficie que se desee limpiar para darle un mejor acabado o remover el óxido, incluso eliminar capas no deseadas, dejando el material listo para un nuevo recubrimiento. Cada abrasivo es diferente en sus características y propiedades, por lo que se debe seleccionar el adecuado, pero se debe tener en cuenta factores como la superficie del material a tratar, los contaminantes a eliminar, la rugosidad que se quiere conseguir y la durabilidad del abrasivo.

Existen diferentes tipos de granallado, siendo mayormente conocidos los siguiente:

### 2.3.1 ABRASIVOS METÁLICOS

Para Winoa (2023), en los abrasivos metálicos se encuentran los siguientes tipos:

- Granalla de Acero: Este abrasivo es de los más utilizados por sus propiedades y su capacidad de limpieza, siendo de las ideales para limpiar óxido, pintura vieja y otros contaminantes en acero y concreto, además de que es reutilizable a largo plazo, su duración para su reemplazo es de 3000 ciclos.
- Granalla de Acero Inoxidable: Es ideal en aplicaciones que requieran un alto grado de limpieza y que se requiera una rugosidad baja en el material, es resistente a la corrosión y también se utiliza donde se requiera altos niveles de higiene ya sea en industrias alimenticias o farmacéuticas.
- Granalla de Aluminio: Se caracteriza por ser ligero y no ferroso, siendo ideal donde se necesite evitar contaminación con sus partículas, es

utilizado para eliminar óxido, pintura y otros contaminantes en superficies delicadas como lo es el aluminio, el cobre y el vidrio.

### 2.3.2 ABRASIVOS CERAMICOS Y ECOLÓGICOS

Para Winoa (2023), encontramos los siguientes abrasivos:

- Escoria de Cobre o Silicato de Hierro: siendo este un subproducto de procesos de refinación del cobre, teniendo propiedades como ser dura y angular, lo que lo hace ideal para la aplicación de limpieza y preparación de superficies como acero y concreto, generando poco polvo y químicamente inerte.
- Escoria de Carbón o Silicato de Aluminio: es reciclado de las quemas de carbón, su abrasividad es media por lo que es utilizado para limpieza y preparación de superficies de acero y es comúnmente utilizada en barcos, tanques, estructuras con acero, ferrovías y equipos, y puentes.

### 2.3.3 ABRASIVOS MINERALES

Para Winoa (2023), en los abrasivos minerales se da la siguiente clasificación:

- Arena Silica o Silica Sand: Es triturado de sílice y tiene buena dureza, por lo que es buena para la limpieza y preparación de superficies en diversas áreas industriales, siendo recomendada para uso abierto. Este abrasivo no es reciclable.
- Granate o Garnet: Natural y no tóxico, se puede reutilizar hasta 5 veces, destaca por su alta dureza y resistencia.

- Diamante: Elemento más duro del planeta, pero en abrasivos es utilizado como polvo para corte y pulido de materiales como cerámica, vidrios y metales duros.

#### 2.3.4 ABRASIVOS RECICLADOS

Según Winoa (2023), en abrasivos reciclados se pueden usar los siguientes tipos:

- Abrasivo Plástico: Es suave y ligero, ideal para remoción de pinturas y para superficies suaves como lo son el aluminio, latón, plásticos o fibras de vidrios y sin dañar el material.
- Granalla de Acero Reciclada: Este tipo es de acero que se recupera, se acondiciona y se vuelve a empacar, da una limpieza excelente, genera menos polvo y su vida útil es similar a la granalla nueva. Entra a la clasificación para cumplir con las normas SAE.

#### 2.3.5 ABRASIVOS DE INGENIERIA

Winoa (2023), redacta que en los abrasivos de ingeniería los más comunes son:

- Granalla de Carburo de Silicio: Destaca su dureza haciéndolo ideal para usar en materiales que requieran alta remoción, como eliminar capas gruesas de pintura o recubrimientos que sean difíciles de remover: Es eficaz para superficies duras; por ejemplo, piedras, cerámicas y vidrios.
- Granalla Cerámica: Su composición es cerámica de alta calidad como lo son alúmina o circonio, haciéndolo muy resistente al desgaste y duradero, ideal para limpieza de superficies y preparación en materiales ya sean

delicados o muy duros como lo son el acero inoxidable, aleaciones metálicas y cerámicas.

- Perla de Vidrio: Compuesta por microesferas de vidrio reciclado o virgen haciéndolo un abrasivo suave y no tóxico, tiene uso ideal para limpiar y precondicionar las superficies de materiales sin causar daños en materiales delicados como acero inoxidable, aluminio y plásticos.
- Óxido de Aluminio o Corindón: Usada para la limpieza de materiales y metales duros, como suelen ser el acero, hierro fundido y piedra, por ser un abrasivo compuesto de cristales puros de alúmina.

### 2.3.6 ABRASIVOS NATURALES

Según Winoa (2023), existe el siguiente abrasivo natural:

- Cáscara de Nuez o Walnut Shell: Su uso es ideal para limpiar grasas, aceites, carbón y óxido, un ejemplo de uso más frecuente sería la de motores eléctricos, moldes, pulido de relojes y joyerías.

Para seleccionar un abrasivo es recomendable que primero se deba conocer el material al cual se la aplicara la técnica, por lo que es necesario consultar con algún experto en el uso de esta técnica para usar el material abrasivo correcto o realizar las investigaciones correspondientes.

## 2.4 Aplicaciones más comunes

Para Gracia (2025), estas son las aplicaciones más comunes:

- Eliminación de óxido y corrosión de superficies:  
Uno de los usos más comunes es la remoción de óxido y corrosión, porque son problemas que siempre están presentes en zonas costeras o

salinas en materiales metálicos, al estar bajo ese fenómeno puede debilitarse el material y con el tiempo llegar a destruirse por completo, por lo que el uso del sandblasting es el más ideal para eliminarlo, ya que elimina el fenómeno dejando el material como nuevo y alarga la vida útil del mismo, siendo importante para la limpieza en equipos o estructuras expuestas a ambientes marinos.

- **Eliminación de contaminantes y limpieza de superficies:**  
Sirve también para eliminar grasas, aceites, residuos químicos e incluso con soldadura, eliminando contaminantes, además de que el sandblasting en áreas como petróleo y gas es utilizado para limpiar maquinarias, tuberías, tanques de almacenamiento con el objetivo de evitar que se acumulen residuos que afecten seguridad y rendimiento.
- **Aplicación de acabado cosmético y texturizado:**  
Es utilizado además para decorativos y estéticos, haciendo que por la presión que ejerce se puedan hacer diferentes texturas o moldes. Haciéndose presente en diseño de interiores, arquitecturas y grabados de vidrios.

## **2.5 Ventajas más comunes**

Según Industrial (2024), el uso de esta técnica puede presentar ventajas como:

- *Eficiencia de Limpieza: Remueve rápidamente contaminantes difíciles de la superficie.*
- *Preparación de Superficies: Ideal para preparar superficies antes de aplicar pintura o recubrimientos.*

- *Versatilidad: Puede utilizarse en una amplia gama de materiales como metal, madera, vidrio, y concreto.*
- *Control de Profundidad: Permite controlar la profundidad de abrasión según el tipo de material y la aplicación.*
- *Mantenimiento Preventivo: Ayuda a prolongar la vida útil de las estructuras y equipos al remover corrosión y óxido.*

## **2.6 Importancia de uso**

En toda industria se ha conocido problemas como la corrosión, por lo que se requiere o se necesita el uso de técnicas para prevenirlo, una de esas técnicas es la que se trata en el presente proyecto, que es el sandblasting.

Según GRAMET (2014), el uso de la sandblasting trae beneficios, además, contribuye significativamente a mantener estándares de calidad en la producción, garantizando que las instalaciones funcionen de manera óptima y minimizando el riesgo de paradas no programadas, por lo que juega un papel importante en las industrias por las siguientes razones:

- **Prevención de corrosión:** La remoción de óxido y contaminantes previene la corrosión, extendiendo la vida útil de los equipos.
- **Mejora de la adhesión:** La superficie tratada se vuelve más rugosa, lo que mejora la adhesión de pinturas y recubrimientos protectores por su limpieza profunda.
- **Seguridad operacional:** Mantener equipos limpios ayuda a prevenir fugas y fallas que podrían resultar en accidentes.

Según Gracia (2025), además de prevenir la corrosión, al momento de dejar limpios los materiales estos se pueden revisar para ver si existen posibles grietas que provoquen fugas, y dando un mejor acabado a las mismas.

Según Cubingecol (2024), el uso de la técnica ofrece los siguientes beneficios de su aplicación.:

- Limpieza Eficaz

Técnica eficaz para la limpieza de superficies, eliminando con rapidez el óxido, pintura antigua y residuos de soldadura, además de otras impurezas que afecten la calidez del material, dejándola lista para los tratamientos que requieran usar después como nuevo pintado o nuevos recubrimientos.

- Preparación de Superficies

Ideal para dejar un mejor acabado en superficies para así aplicar nuevo pintado, recubrimientos o sellados. El sandblasting crea capas rugosas en el material para que tengan mayor adherencia y sea más duradero y de alta calidad.

- Versatilidad

Aplicado para varios materiales como metales, madera, vidrio e incluso hasta hormigón, siendo esencial en varias áreas industriales desde construcción hasta fabricación de componentes industriales.

- Eficiencia y Rapidez

Esta técnica es muy eficiente y rápida, ya que los trabajos de remoción y preparación de superficies se dan en menor tiempo a comparación de métodos manuales, ahorrando tiempo y costos en empresas.

- Reducción de Residuos Tóxicos

Sin usar abrasivos tóxicos, esta técnica es una opción ecológica para la seguridad de trabajadores y para el medio ambiente.

Por los puntos abarcados, da a entender que el sandblasting es demasiado eficaz cuando se trata de limpiar impurezas en un material que lo pueda afectar destructivamente como es la corrosión, siendo utilizada en diferentes tipos de materiales para su uso en la industria, ya que el usarlo es demasiado rápido y eficiente, además de que reduce costos para las empresas y que es una técnica ecológica que ofrece mayor seguridad a los trabajadores y sin afectar al medio ambiente.

## **2.7 Normas y Seguridad**

Existen varias normativas que regulan el buen uso de una máquina de sandblasting como, ISO 14001, o la directiva 2008/50/CE (UE).

La ISO 14001 es aquella que implementa un sistema de gestión ambiental, sirve para que las empresas puedan tener una certificación que las beneficie, funciona como un ciclo de PDCA que es planificar, hacer, verificar y actuar lo cual demuestra que las empresas están comprometidas con el medio ambiente generando confianza competitiva.

Esta norma evita o controla las emisiones de gases nocivos, derrame de sustancias tóxicas, y uso de productos no aptos para el ser humano y planeta.

## **2.8 Seguridad**

Los residuos del sandblasting son altamente contaminantes lo cual requiere implementar una seguridad que consiste en el uso de técnicas, equipos de protección u otros sistemas como una cámara de arenado.

La aspiración es una técnica que usa filtros para retener el polvo generado por sandblasting, solo que se limita a un área cerrada ya que en un área abierta se necesita una planificación para evitar los residuos de arena en el área de trabajo. Para una recolección manual se aplica el uso de herramientas como escobas, palas o similares para la recolección de residuos. Además, se requiere el uso de EPP para proteger al personal que este expuesto al polvo.

Por lo anterior se da a entender que los filtros son una de las soluciones más efectivas para contener dichos residuos en la cámara de sandblasting ayudando así a controlar la contaminación en caso de fugas.

## **2.9 Uso de EPP**

Los equipos de EPP clave que se utilizan son: casco, guantes y prendas resistentes, respiradores, calzado de seguridad.

Estos equipos son cruciales en casi todos los tipos de trabajos industriales y sus diferentes áreas para evitar lesiones a corto y largo plazo.

Para S.A.S (2024), existen tres tipos de máscaras y visores:

- Respiradores de Partículas

También conocidos como mascarillas desechables, ofrecen protección básica contra polvos y partículas no tóxicas.

- Respiradores de Media Cara o Cara Completa con Filtros

Los respiradores de media cara o cara completa con filtros ofrecen una mayor protección que las mascarillas desechables. Los filtros se seleccionan según el tipo de contaminante, como filtros para partículas, filtros para gases y vapores, o filtros combinados.

- Respiradores Autónomos (SCBA)

Los sistemas de suministro de aire, como las líneas de aire o los respiradores autónomos (SCBA), proporcionan aire limpio y respirable al usuario, aislándolo de la atmósfera contaminada. Son la opción más segura para el sandblasting con abrasivos tóxicos, como la arena de sílice, o en ambientes con altas concentraciones de polvo o gases peligrosos.

### **3. CAPÍTULO III. FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

Para este capítulo se abarcará la construcción de la máquina de sandblasting y su cámara de arenado, con la finalidad de poder construir una cámara para la limpieza de piezas metálicas, seleccionar los materiales para su construcción,

hacerla sellada herméticamente para que su aplicación sea limpia y segura, y que le permita una fácil manipulación al usuario, permitiendo más control dentro de la cámara.

Además, incluye parte del mantenimiento que se realizará a la máquina y su cámara, para alargar su vida útil, por lo que se detallarán actividades a realizar para así asegurar su funcionamiento. Se darán recomendaciones para su uso, tanto antes como para después del uso.

### **3.1 Materiales y componentes**

Este apartado nace con la finalidad de poder seleccionar los materiales adecuados para la construcción de la máquina y de la cámara, a continuación, se detallan los materiales usados para crear la máquina de sandblasting:

- Tanque de acero inoxidable de 6,34 galones
- 2 accesorios de tubería tipo de T  $\frac{3}{4}$ ,
- 2 accesorios de tubería tipo de T de  $\frac{1}{2}$
- Manómetro de máximo 150 psi
- 1 tapón de  $\frac{1}{2}$ , 1 tapón  $\frac{1}{4}$  y 1 tapón  $1 \frac{1}{2}$
- Válvula de emergencia  $\frac{1}{4}$
- ruedas 1"
- Tubo redondo  $1 \frac{1}{2}$  112cm y 2 tubos  $1 \frac{1}{2}$  x  $\frac{3}{4}$  46cm
- reductores de unión de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{4}$
- Manguera de presión
- Pistola sandblasting
- Válvula  $\frac{3}{4}$

- 1 acople  $\frac{3}{4}$
- reductor de unión  $\frac{3}{4}$  a  $\frac{1}{4}$



*Ilustración 2 Materiales usados para construcción de sandblaster*

*Fuente: propia*

Cabe recalcar que la mayoría de los elementos utilizados para la elaboración de la máquina de sandblasting, como el tanque, los acoples, entre otros materiales, son de acero inoxidable por su ya conocida resistencia a la corrosión y sus propiedades mecánicas, siendo uno de los materiales más utilizados para diferentes tipos de aplicaciones.

Ahora los materiales utilizados para la cámara de arenado que se construyó son los siguientes:

- 3 chapas metálicas galvanizadas de 1,20 m x 2,40 m
- 3 tubos galvanizados
- 2 ángulos 30 cm x 4 cm x 6 cm
- Vidrio templado 80x50 cm
- Guantes sandblaster

- Acoples rápidos hembra
- 4 garruchas
- Luz led
- Ventilador
- Pulsador marcha y paro

### **3.2 Construcción**

Este apartado se basará en el desarrollo de la construcción de la máquina y la cámara, empleando los materiales que se seleccionaron y detallar su procedimiento hasta construir la máquina.

Para la máquina de sandblasting como punto principal se empleó un tanque de 24 litros, para contener la arena, el cual con la ayuda de un compresor se impulsará la arena hacia el elemento que desee limpiar.

Por lo que se realizaron dos orificios en el taque, destinado uno para entrada de aire y otro de salida para la mezcla de aire-arena. En el lado superior se acoplaron tubos  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{4}$  por soldadura para la entrada de aire, garantizando una unión hermética sin fugas que afecten la eficiencia de la máquina. Así mismo se implementó 1 acople rápido de  $\frac{1}{4}$  al sistema. También se agregó un manómetro de  $\frac{1}{4}$  de pulgada y de 150 psi máx., para visualizar la presión del aire que tenga el tanque dando un mayor control durante la operación de la máquina.

Por consiguiente, para la conducción de la arena se utilizaron mangueras de alta presión debido a su resistencia al desgaste y a la abrasión que se genera por el flujo continuo de arena. Se añadió una pistola de sandblasting para ensamblarlo todo en el tanque.

Con la finalidad de mejorar y facilitar el desplazamiento de la máquina, se le implementó a la base 4 ruedas de 1 pulgada, para así mejorar el traslado de la máquina facilitando su desplazamiento, reduciendo así el esfuerzo físico y haciendo más práctico su uso.

Para el sistema de salida de aire-arena en el orificio inferior. Se le acopló la válvula de  $\frac{3}{4}$  de pulgas, a las cuales se le agregaron mangueras de alta presión; para obtener un sistema más estanco se le agregó teflón a las conexiones de los acoples y la válvula para evitar la pérdida de aire comprimido.

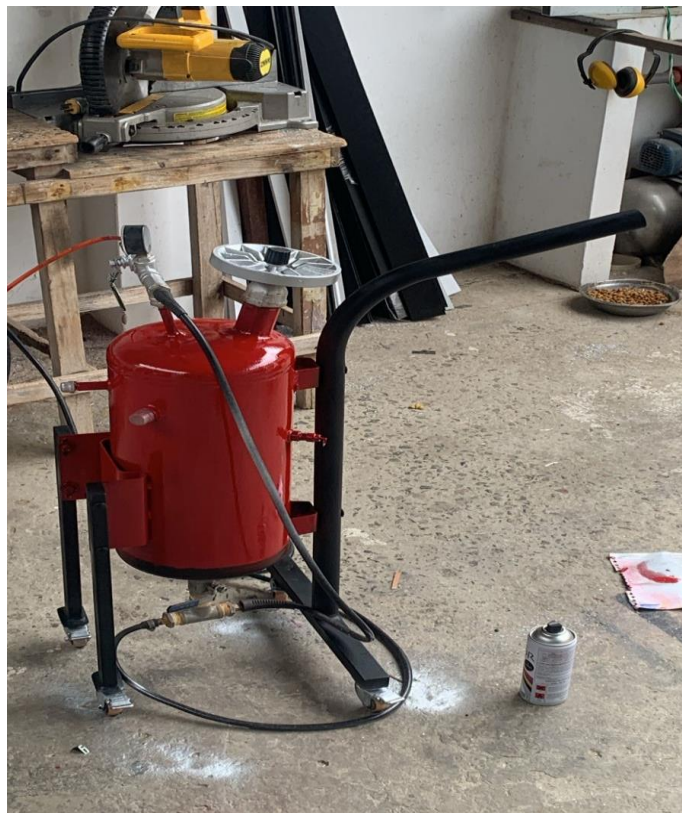
En la parte superior se diseñó una tapa para cargar la arena, pero se debe evitar llenar el tanque por completo, por lo que se recomienda llenar un 50%-70%. Llenar el tanque por completo puede provocar incrementos en la presión y disminuir el paso de la mezcla haciendo menos eficiente la máquina.

Esta máquina tiene como finalidad operar en áreas abiertas por lo que se recomienda usar gafas y mascarilla como principales EPP para evitar que el usuario tenga riesgo de sufrir un accidente.

La soldadura que se utilizó al momento de soldar las partes de la máquina fue 6011 y E308.

Kywi redacta que la soldadura 6011 es un electrodo de acero suave con revestimiento de potasio alto en celulosa, lo que asegura una alta penetración en la soldadura, es ideal para trabajos de soldadura con poca escoria. Ideal para reparaciones en general con excelentes resultados en metales sucios o con óxido.

Según disensa, la soldadura E308 se usa para materiales que requieran resistencias a la corrosión y calor, además de que se mantiene resistente a ambientes corrosivos. Se puede utilizar en diferentes posiciones de soldadura, siendo recomendado para usos en estructuras inoxidables como tanques, tuberías, componentes de maquinaria, superficies expuestas a humedad, entornos de higiene como industria alimentaria o médica, y para reparaciones de superficies oxidadas.



*Ilustración 3 Sandblaster*

*Fuente: propia*

A continuación, se detallará el proceso de construcción de la cámara de arenado:

Para este proceso lo primero que se realizó fue la base para sostener la cámara. Se empezó cortando el soporte con 4 patas de 81cm, las cuales se soldaron para darle forma de soporte para la cabina. Se soldaron todos los puntos para así darle forma a la cabina, luego las planchas galvanizadas se usaron para recubrir la base y darle forma, para unir las se usó un taladro con broca y remaches 1/8, las cuales se empezaron a colocar en cada esquina y luego con una distancia de 10 cm cada una.



*Ilustración 4 soporte de la cámara*

*Fuente: propia*

Ya habiendo colocado las planchas sobre la base de la cámara, en la parte frontal se cortó con la amoladora, primero para la parte del visor del vidrio de una medida de 70x40 cm, así mismo se cortaron las aberturas para que el operador pueda ingresar sus manos a la cabina con un diámetro de 160 mm, con unas mangas para mayor comodidad.



*Ilustración 5 base de la cámara*

*Fuente: propia*

La vista frontal de la cámara, en la parte derecha se le implementó una puerta, a la que se le soldaron bisagras para que ese cumpliera su función de poder ingresar los materiales a limpiar, luego ya teniendo la forma de la cámara y habiendo soldado todas sus partes, en la parte inferior dentro de la cámara se colocó una malla para que la arena usada dentro de la cámara se deslice hacia la tolva para que se pueda recoger y volver a utilizar en caso de poderse. También se agregó un cerrojo para sostener la puerta. Cabe recalcar que la soldadura utilizada para este proceso fue 6011.

Se añadió el visor para que el usuario tenga mayor visualización dentro de la cámara durante su funcionamiento. Se cosieron guantes largos para darle más comodidad al usuario y se los colocaron en los huecos de 160 mm.

Dentro de la cámara se instaló una luz led para mayor visualización y un extractor, para el polvo generado durante el uso de la cámara. Se hicieron huecos para colocar mangueras y la pistola sandblaster, se pintó la cámara de

color rojo, las patas de negro y el interior de blanco, se recalca que antes del pintado, toda la cámara fue fondeada.

En la parte eléctrica, se usó un selector de 3 posiciones, donde solo usamos una posición para el encendido de la luz led, el foco y el extractor, dejando el otro auxiliar libre.

Este sistema va conectado directamente a corriente, dejando todo lo cableado por una manguera colocadas en grapas, para un mayor orden dentro de la cámara.



*Ilustración 6 Cámara de Sandblasting*

*Fuente: propia*

### **3.3 Funcionamiento**

Este apartado abarcará pruebas de funcionamiento que se realizaron a diferentes tipos de materiales oxidados y con diferentes espesores, para

demostrar que el proyecto cumple con su función de preparación y limpieza de superficies metálicas.

Cabe recalcar que la presión utilizada fue de 110 psi, ya que el máximo del tanque es de 120 psi.

Tabla 1 pruebas con diferentes materiales.

Material	Espesor	Presión	Tiempo	Observaciones
Hierro negro (tubo)	4 cm	110	1 min en limpiar todo el tubo	El óxido del material fue limpiado de manera eficiente, tardando 15 segundos aproximados en cada lado
Hierro negro (10x10)	5 mm	110	30 seg una cara	El óxido del material fue removido de manera eficiente y uniforme, pero al principio no removía de manera adecuada por la presión que no era la adecuada
Madera (9x23)	20 mm	110	1 min una cara	Este material tomo un minuto por lo largo que tenía 23 cm, aunque se tuvo que regular el paso de la arena y de ahí la limpieza fue eficiente, cabe recalcar que se le removió pintura y no oxido
Acero (5.5x7)	7 mm	110	5 seg cara	Al ser un cuadrado pequeño la limpieza no tomo mucho tiempo, pero fue eficiente y abarcaba casi toda el área a limpiar

Galvanizado (5x10)	1 mm	110	10 seg una cara	Limpio de manera eficiente y uniforme, a pesar de ser un espesor mínimo, la presión fue la adecuada.
-----------------------	------	-----	-----------------	--

*Fuente: propia*



*Ilustración 7 Limpieza de tubo de hierro negro*

*Fuente: propia*



*Ilustración 8 limpieza de hierro negro*

*Fuente: propia*



*Ilustración 9 limpieza de madera*

*Fuente: propia*



*Ilustración 10 limpieza de acero*

*Fuente: propia*



*Ilustración 11 limpieza de galvanizado*

*Fuente: propia*

Estas pruebas se realizaron con diferentes materiales para verificar si la limpieza era uniforme, en el cual se evaluó si la presión era adecuada o si causaba un mínimo de deformación en ellos, por lo que se concluyó que no demostraba ningún cambio los materiales al impacto abrasivo que se tenía sobre ellas, dejando un resultado y removiendo de manera adecuada el óxido y la pintura que se encontraba sobre ellas, para ello se llevó un control en el tiempo que tomaba limpiar cada material y usando la misma presión para todos. Además de que la cámara es adecuada para su uso, siendo hermética y cumpliendo su función.

### **3.4 Mantenimiento**

Se basará en el mantenimiento aplicado a la sandblasting, para alargar su vida útil y se detallarán actividades a realizar para así asegurar que su funcionamiento sea eficiente y seguro.

El plan de mantenimiento será una serie de pasos a seguir para realizar un tipo de mantenimiento preventivo al sandblasting, teniendo como finalidad alargar su vida útil y que está siempre rinda de manera eficiente, llegando a todos sus componentes que fueron utilizados para su creación:

### **3.5 Revisión de equipo antes de usar**

Es necesario realizar siempre una inspección del equipo antes de usar ya que pueden ocurrir accidentes debido a la presión del equipo. Se verifica que se encuentre sin golpes, juntas dañadas, acoples en buen estado, mangueras sin fisuras o en buen estado.

La revisión puede garantizar la seguridad del usuario y la eficiencia de la máquina, siendo esta revisión parte de un mantenimiento preventivo para así prevenir roturas que provoquen accidentes, además de que el lugar de trabajo debe mantenerse limpio y ordenado por motivos de seguridad. Se recomienda revisar que el equipo de protección este completo para el uso de la máquina.

Revisar la estructura de toda la cámara y asegurarse de que no cuente con fisuras, no tenga golpes, revisar que las tapas cierren de manera correcta y les dé el sellado correspondiente, la ventana de observación siempre debe estar limpia, revisar que no esté rayado, roto o este suelto.

Para los guantes se recomiendan revisar que no tengan agujeros o no se encuentren desgastados, también se debe asegurar que estén sujetos de manera adecuada; es necesario revisar las mangueras que no tengan fugas y estén bien colocadas para así evitar posibles accidentes, se debe comprobar que la boquilla o pistola este limpia y que no tenga nada que impida el paso de la arena o abrasivo.

Revisar que el compresor tenga la presión adecuada para su trabajo, comprobar que no tenga fugas y que este mismo funciona de manera adecuada sin excedente de vibraciones. También hay que asegurar que los acoples estén limpios y colocados correctamente, verificar si el ruido es normal, ya que el flujo del aire debe ser constante.

### **3.6 Revisión de equipo después de usar**

Una vez acabado el proceso de limpieza de materiales, se debe realizar una serie de pasos para garantizar la seguridad de los usuarios, de la máquina y así mismo alargar la vida útil de dicha máquina. Siendo este procedimiento de rutina cada que se termine de utilizar el equipo.

Al terminar el uso del equipo. Se debe apagar y despresurizar, cerrando la válvula por donde pase el aire comprimido del compresor para que este vaya perdiendo presión que se haya quedado dentro del tanque, con el objetivo de prevenir descargas accidentales y hasta proteger la misma máquina de que se produzca desgastes de piezas antes de tiempo.

Seguido de esto se debe limpiar el lugar del trabajo, así mismo con la cabina, quitando toda la arena residual, limpiar válvulas, boquilla o mangueras. También

se debe realizar inspecciones visuales a la pistola, ya que puede presentar desgaste por la fricción al momento de expulsar la arena, se revisan las mangueras y todas las conexiones, para prevenir grietas o riesgos de fugas.

Finalizado todo lo anterior. Se deberá revisar la máquina de manera visual y limpiar todo lo relacionado a la misma abarcando desde sus EPP, para así cambiarlos cuando acabe su tiempo de vida útil.

Estos pasos son importantes para alargar la vida útil de la máquina, para prevenir y reducir fallas que conlleven al parón absoluto de la máquina, así mismo para garantizar la seguridad de la persona que esté operándola.

### **3.7 Seguridad para uso**

El equipo debe ser seguro y contar con las medidas de seguridad adecuadas para el operador que use la máquina en ese momento por lo que se deben seguir ciertos requisitos.

Según LegalClarity (2025), el granallado abrasivo (arenado) utiliza aire comprimido o agua para impulsar el material abrasivo contra una superficie para limpiarlo, alisarlo o prepararlo. Esta operación genera peligros importantes, incluidos altos niveles de polvo, ruido y escombros voladores, que pueden herir gravemente a los trabajadores. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) exige estándares de seguridad específicos para proteger a los trabajadores de estos peligros. Estas regulaciones se centran en proteger el sistema respiratorio del operador y controlar el entorno de trabajo.

Por lo que se comprende que este tipo de trabajo además de ser eficiente y rápido es también algo peligroso por si no se toma las medidas adecuadas al

momento de aplicar la técnica del sandblasting, por lo que también se debería valorar el área donde se va a trabajar.

Las operaciones de preparación de superficies presentan un riesgo significativo de exposición de la piel, los ojos y las vías respiratorias a sustancias químicas tóxicas y corrosivas, así como riesgo de quemaduras, cortes y laceraciones. Las operaciones de preparación de superficies a menudo requieren el uso de equipos de protección respiratoria. Los empleadores deben cumplir con el estándar de respiradores de OSHA (Administration, s.f.).

Es decir, se debe preparar de manera adecuada el lugar de trabajo e incluso la indumentaria del operador que debería llevar mascarillas, guantes y alguna otra protección que le evite alguna lesión o quemadura, incluso los cortes ya que esta técnica tira arena a presión y este puede causar heridas graves.

Según LegalClarity (2025), existen estándares de seguridad para el uso de la sandblasting hecho por la OSHA que abarca EPP obligatorios, control de peligros, prohibiciones de material y reglas de ventilación.

### 3.7.1 Materiales prohibidos

El principal peligro en el granallado abrasivo es la sílice cristalina respirable, que puede provocar enfermedades pulmonares incurables como la silicosis. Se recomienda encarecidamente a los empleadores que sustituyan los materiales con alto contenido de sílice por alternativas más seguras, como escoria de carbón, granate, arena de acero o vidrio triturado, para minimizar el riesgo de daño pulmonar grave y mantener los niveles de contaminantes en el aire por debajo del límite de exposición permitido.

### 3.7.2 Normas de protección respiratoria

Los operadores de voladuras abrasivas deben usar protección respiratoria especializada.

Según Administration (s.f.), los respiradores protegen los pulmones y el tracto respiratorio superior del polvo, la niebla, los humos y los vapores asociados con los limpiadores y los residuos. La enfermedad del trabajador puede deberse a:

- Exposición por inhalación a productos químicos tóxicos o corrosivos
- Exposición a atmósferas deficientes en oxígeno
- Exposición al polvo (como sílice, plomo y cromato)

### 3.7.3 EPP necesario

Deberá usarse guantes que protejan al operador durante el uso de la máquina, también mangas largas para la protección de los antebrazos, incluso se podría agregar unos tapones de uso personal para la protección contra el ruido del compresor.

### 3.7.4 Requisitos de área de trabajo y ventilación

Los empleadores deben implementar controles de ingeniería para contener el polvo y los residuos generados por el granallado abrasivo. Para operaciones realizadas en una estructura permanente, los recintos de limpieza de explosiones deben estar equipados con sistemas de ventilación por extracción.

### 3.7.5 Normas de seguridad operativa y de equipos

Todo el sistema de voladura, incluidas las mangueras y las conexiones, debe inspeccionarse y mantenerse de forma rutinaria para garantizar la integridad y evitar fallas bajo alta presión. Todas las conexiones de mangueras deben asegurarse con dispositivos de seguridad, a menudo llamados controles de látigo, para evitar una desconexión repentina que podría causar lesiones graves.

## CONCLUSIONES

- La construcción de la máquina de sandblasting y su cámara dejó como resultado un equipo funcional, para su uso en la carrera, siendo capaz de limpiar todo óxido visible en las piezas.
- El seleccionar materiales adecuados para su construcción permitió tener un proyecto adecuado y eficiente para desarrollar su trabajo, reduciendo la mano de obra en comparación con la lima y lija, además de que la máquina está sellada de tal manera que impide fugas y brinda seguridad al usuario, haciendo que el riesgo sea menor por trabajar con arena a presión.
- El incorporar guantes para el operador dentro de la cámara, siendo como un EPP, hace que el operador tenga menos riesgos a daños por fricción por las partículas abrasivas, brindando mayor seguridad y comodidad al usuario.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar inspecciones visuales al equipo en general para determinar que siga en buen estado, sobre todo en el sellado, pistola, mangueras, para prevenir alguna fuga.
- El uso de EPP es obligatorio para evitar alguna lesión o algún tipo de daño que pueda generarse al usuario, ya que es un abrasivo que trabaja a presión y podría causar algún tipo de lesión al operador.
- Al usar la máquina de sandblasting es recomendable que sea en un espacio abierto y con uso de mascarillas para evitar contaminación en vías respiratorias por la arena que expulsa a presión.
- Cambiar la manguera donde pasa la arena porque en ocasiones cuando se abre la llave de paso, esta suele quedarse tapada, por lo que se recomienda una manguera de 5/8.
- El circuito eléctrico es algo básico, por lo que se podría en un futuro cambiar con contactores, un tablero, agregar una luz piloto, para que la cámara tenga una visión más industrial.

## Bibliografía

- Administration, O. S. (s.f.). *OSHA eTools*. Obtenido de <https://www.osha.gov/etools/shipyard/general-requirements/ppe/ppe-selection/surface-preparation>
- Amerquip. (13 de 08 de 2019). *Amerquip S.A.S*. Obtenido de Amerquip S.A.S: <https://www.amerquip.com/sand-blast-la-tecnica-de-mayor-auge-en-la-industria/>
- Cubingecol. (31 de 07 de 2024). *Cubingecol*. Obtenido de Cubingecol: <https://cubingecol.com.co/que-es-el-sandblasting/>
- Disensa, E. (sf de sg de sf). *Disensa Holcim*. Recuperado el 11 de enero de 2026, de <https://disensa.com.ec/producto/soldadura-inoxidable-308l-16-r-60-1-8-aga/>
- Evac. (26 de 03 de 2025). *EVAC*. Obtenido de <https://evac.com/blog/what-is-ship-corrosion-a-beginners-guide-to-understanding-corrosion-and-its-impact/>
- Gracia. (31 de 03 de 2025). *Made Aria*. Obtenido de Made Aria: <https://www.madearia.com/es/blog/sandblasting-surface-finish-explained/>
- GRAMET. (01 de 09 de 2014). *GRAMET*. Obtenido de GRAMET: <https://gramet.com.mx/servicios-de-sand-blast-en-la-industria-petroquimica/>
- Hatch, J. E. (1984). *Aluminium: Properties and Physical Metallurgy*. Metals Park, Ohio, EE. UU.: ASM International (American Society for Metals).
- HEMPEL. (12 de 2018). Obtenido de <https://www.hempel.com/es-es/-/media/Files/Local/EU/Brochures/ES/ISO-booklet-ES.pdf>

- Industrial, V. (02 de 11 de 2024). *VVA Industrial*. Obtenido de VVA Industrial: <https://www.scribbr.es/citar/generador/folders/4ouEYgPA25rYoVz3T08cEC/lists/7CCm5gU73CMvlse0xJ812R/>
- International, A. (2000). *Corrosion: Understanding the Basics*. Materials Park, Ohio, EE. UU.: ASM International.
- Javaherdashti, R. (2008). *Microbiologically Influenced Corrosion: An Engineering Insight*. London, UK: Springer London.
- KYWI. (sf de sf de sf). *KYW Tienda en Línea*. Recuperado el 11 de enero de 2026, de KYW Tienda en Línea: KYW Tienda en Línea
- Lansing, T. C. (1982). *Review of corrosion causes and corrosion control in a technical facility*. Oak Ridge, Tennessee, EE. UU.: U.S. Department of Energy, Office of Scientific and Technical Information.
- LegalClarity, E. d. (11 de 12 de 2025). *LegalClarity*. Obtenido de LegalClarity: <https://legalclarity.org/osha-sandblasting-requirements-and-safety-standards/>
- Martinez-Perez, F. (13 de Marzo de 2023). Scielo. Obtenido de Scielo: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542023000200010&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542023000200010&script=sci_arttext)
- Menjívar Benítez, C. E. (2014). *Corrosión del acero al carbono y del aluminio en diferentes tipos de atmósferas de El Salvador*. Barcelona: Universitat Ramon Llull, IQS School of Engineering.
- Palencia, I. M. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá: Ediciones de la U en Bogotá, Colombia.
- Pinzón, C. (sn de enero de 2023). *CMMSHere*. Obtenido de CMMSHere: <https://cmmshere.com/wp-content/uploads/2023/01/art-CMMSHere-tipos-mantenimiento.pdf>

- QuimiNet. (24 de 01 de 2012). *QuimiNet*. Obtenido de QuimiNet:  
<https://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-del-sand-blast-o-chorro-de-arena-2668536.htm>
- Revie, R. W. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 8ª ed.* New York: McGraw-Hill.
- Rivas, J. (2020). *Desalinización del agua*. Obtenido de Infomontevideo:  
<https://escasezdeagua.com/desalinizacion-del-agua/>
- Roberge, P. R. (2000). *Handbook of Corrosion Engineering*. New York, NY, EE. UU.: McGraw-Hill.
- Salazar-Jiménez, J. A. (30 de Abril de 2015). Scielo. Obtenido de Scielo:  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0379-39822015000300127](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822015000300127)
- Salinas, S. (2021). *Seawater Reverse Osmosis Desalination*. IWA Publishing.
- Toyo, M. (22 de 05 de 2023). *INSPANET*. Obtenido de  
<https://inspenet.com/articulo/mecanismos-de-corrosion-en-ambientes-marinos/>
- Winoa. (04 de 08 de 2023). *W abrasivos*. Obtenido de Winoa: <https://shop-mx.wabrasives.com/blog/post/guia-definitiva-de-abrasivos-industriales-para-tus-aplicaciones-de-granallado>

## **ANEXOS**

### ***Anexo 1 Manual de Usuario***

#### **INTRODUCCIÓN**

Este manual tiene como finalidad presentar lo necesario y lo básico para la operación de la maquina sandblaster y la cámara de sandblasting que se construyeron en este proyecto, con la finalidad de poder obtener un uso más eficiente para esta máquina donde el usuario tenga mayor seguridad y el equipo funcione de manera eficaz y segura.

Permitiendo al usuario poder seguir una serie de pasos para tener el conocimiento adecuado para el uso de las maquinas, permitiendo realizar el proceso adecuado para su correcto funcionamiento.

#### **DESCRIPCIÓN**

El equipo fue diseñado con la finalidad de limpiar piezas metálicas, tanto como superficies llenas de pintura, oxido u otro factor, para darle un mejor acabado a estas piezas, usando como abrasivo principalmente la arena. Estando conformado por una sandblaster de 21 litros donde se deposita la arena dentro y la expulsa por una pistola a presión con la ayuda de un compresor. La cámara está compuesta de una estructura cubierta de plancha galvanizada, siendo de una altura total de 1,80 m, con visor de vidrio, iluminación led y un ventilador dentro de la misma, con guantes incorporados y un compresor.

#### **SEGURIDAD**

Por le general para todo proceso es recomendable el uso de EPP, también para el uso del arenado, para la cámara están ya incorporados los guantes

como protección, además de usar una mascarilla de uso personal. Además, se debe revisar los sellos de la cámara para que no existan fugas

Para la maquina sandblaster también es recomendable el uso de EPP como guantes, mascarillas de uso personal, un visor para evitar el contacto de la arena con los ojos, además de que se recomienda usarla en área amplia, que no sea un espacio cerrado por la cantidad de arena que expulsa la máquina.

Cabe recalcar que a ambas cosas se le implementaron arruchas para facilitar su traslado.

## **REVISIÓN DE EQUIPO ANTES DE USAR**

Es necesario realizar siempre una inspección del equipo antes de usar ya que pueden ocurrir accidentes debido a la presión del equipo. Se verifica que se encuentre sin golpes, juntas dañadas, acoples en buen estado, mangueras sin fisuras o en buen estado.

La revisión puede garantizar la seguridad del usuario y para que la maquina tenga un funcionamiento eficiente, siendo esta revisión parte de un mantenimiento preventivo para así prevenir roturas que provoquen accidentes, además de que el lugar de trabajo debe mantenerse limpio por motivos de seguridad, orden y que no tenga obstáculos, se debe revisar que el equipo de protección para el uso de la máquina este completo.

Se debe revisar la estructura de toda la cámara y asegurarse de que no cuente con fisuras, no tenga golpes, revisar las tapas cierren de manera correcta y les dé el sellado correspondiente, se debe limpiar la ventana de observación, revisar que no esté rayado, roto o este suelto.

Se debe revisar los guantes que no tengan agujeros o no se encuentren desgastados, también se debe asegurar que estén sujetos de manera adecuada; es necesario revisar las mangueras que no tengan fugas y estén bien colocadas para así evitar posibles accidentes, se debe comprobar que la boquilla o pistola este limpia y que no tenga nada que impida el paso de la arena o abrasivo.

Revisar que el compresor tenga la presión adecuada para su trabajo, comprobar que no tenga fugas haciendo uso del oído y que este mismo funciona de manera adecuada sin excedente de vibraciones. También hay que asegurar que los estén limpios y colocados correctamente, verificar si el ruido es normal, ya que el flujo del aire debe ser constante.

## **REVISIÓN DE EQUIPO DESPUÉS DE USAR**

Una vez acabado el proceso de limpieza de materiales para la máquina se debe seguir una serie de pasos para poder garantizar la seguridad de los usuarios de la máquina y alargar la vida útil de dicha máquina. Siendo este procedimiento de uso constante siempre que se termine de utilizar el equipo.

Finalmente, al terminar el uso se debe apagar el equipo y despresurizar la máquina, cerrando la válvula por donde pase el aire comprimido del compresor y así este vaya perdiendo la presión que tiene por dentro, con el objetivo de prevenir descargas accidentales y hasta proteger la misma máquina de que se produzca desgastes de piezas antes de tiempo. Seguido de esto se debe limpiar el lugar del trabajo, así mismo con la cabina, quitando toda la arena, si no se realiza esto después de su uso, esto podría cortar el flujo de arena en un

siguiente uso ya sea en válvula, en la boquilla o en las mangueras, reduciendo su rendimiento.

También se debe realizar inspecciones visuales a la pistola ya que puede presentar desgaste por la fricción al momento de expulsar la arena por la pistola, se revisan las mangueras y todas las conexiones, para revisar si existen grietas o fugas.

Luego de todo esto, se debe revisar toda la máquina de manera visual y limpiar todo lo utilizado de la maquina hasta sus equipos de protección, para así revisarlos y cambiarlos cuando acabe su tiempo de vida útil.

Estos pasos son importantes para alargar la vida útil de la máquina, para prevenir y reducir fallas que conlleven al parón absoluto de la máquina, así mismo para garantizar la seguridad de la persona que esté operándola.

Basándose estos procesos antes y después como un mantenimiento diario o de rutina que se debe seguir al usar la máquina.

## **PROCEDIMIENTO DE USO**

### **CÁMARA**

1. Como primer paso es revisar que todo esté en orden, limpio y seguro
2. Abrir la puerta, colocar la pieza que se desee limpiar y cerrar la puerta.
3. Encender la luz led y el ventilador.
4. Ajustar el compresor a la presión adecuada
5. Presionar la pistola para expulsar arena y limpiar el material.

6. Luego de limpiar la pieza, antes de abrir la puerta esperar que el polvo baje para poder retirar la pieza.

Nota: La cámara y la sandblaster van juntas al momento del uso de este diseño.

## **SANDBLASTER**

1. Primer paso ver todo en orden mangueras, pistola para ver que esto sea seguro para trabajar, además de trabajar en un área abierta y revisando que haya suficiente arena en el tanque o si en tal caso no hay suficiente, se debe rellenar máximo un 70% el tanque.
2. Encender el compresor y esperar que la presión del manómetro sea de 90-110 psi
3. Abrir las llaves de paso e ir regulando mediante expulsa la arena accionando con la pistola
4. Apuntar la pistola a la pieza que requiera limpieza de óxido o pintura
5. Una vez acabado el proceso de limpieza, se cierran las llaves de paso, se apaga el compresor, se revisan las mangueras, el manómetro y se procede a ver la pieza limpia.

Nota: Este procedimiento se lleva a cabo en caso de que se haya separado la sandblaster de la cámara, teniendo un uso en áreas abiertas.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar inspecciones visuales al equipo en general para determinar que siga en buen estado, sobre todo en el sellado, pistola, mangueras, para prevenir alguna fuga.

EL uso de EPP es obligatorio para evitar alguna lesión o algún tipo de daño que pueda generarse al usuario, ya que es un abrasivo que trabaja a presión y podría causar algún tipo de lesión al operador.

Al usar la máquina de sandblasting es recomendable que sea en un espacio abierto y con uso de mascarillas para evitar para evitar contaminación en vías respiratorias por la arena expulsa a presión.

## Anexo 2 Cámara de Sandblasting



**Anexo 3 Prueba de limpieza en varias piezas**

