



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**TEMA:** “IMPLEMENTACIÓN DE LA CABINA DE SANDBLASTING  
CON SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN EN LA EMPRESA “ESPEND”  
ESPECIALISTAS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, INSPECCIÓN  
Y OVERHAUL CERTIFICACIÓN DGAC TMAE-N-018-ESPEND”

**AUTOR:** CHICAIZA BERRONES PEDRO ANDRÉS

**DIRECTOR:** ING. MISE JUAN

LATACUNGA

2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**CERTIFICADO**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **CHICAIZA BERRONES PEDRO ANDRÉS**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

**ING. MISE JUAN**  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, Mayo del 2015

# **UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**

## **UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

### **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CHICAIZA BERRONES PEDRO ANDRÉS**

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “IMPLEMENTACIÓN DE LA CABINA DE SANDBLASTING CON SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN EN LA EMPRESA “ESPEND” ESPECIALISTAS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, INSPECCIÓN Y OVERHAUL CERTIFICACIÓN DGAC TMAE-N-018-ESPEND”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la biografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de grado en mención.

Latacunga, Mayo del 2015

---

**CHICAIZA BERRONES PEDRO ANDRÉS**  
C.C.: 1722550637

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **CHICAIZA BERRONES PEDRO ANDRÉS**

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “IMPLEMENTACIÓN DE LA CABINA DE SANDBLASTING CON SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN EN LA EMPRESA “ESPEND” ESPECIALISTAS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, INSPECCIÓN Y OVERHAUL CERTIFICACIÓN DGAC TMAE-N-018-ESPEND”, cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Mayo del 2015

---

**CHICAIZA BERRONES PEDRO ANDRÉS**

C.C.: 1722550637

## DEDICATORIA

Primero a Dios, por brindarme la oportunidad de terminar satisfactoriamente mi carrera y seguir cumpliendo mis metas.

A mi padre **Fausto Rosalino Chicaiza Guanoluisa** que desde el cielo está pendiente y rezando por mí, a mi madre **Irma Raquel Berrones Flores** que a pesar de todas las situaciones adversas siempre ha estado apoyándome y brindándome fuerza para no rendirme.

**A mis hermanos** por estar conmigo y siempre apoyarme en las buenas y en las malas, en especial a mi hermano **Luis Ramón Chicaiza Berrones** que sin el apoyo de él esto no hubiera sido posible.

## AGRADECIMIENTO

Al culminar una etapa muy importante de mi vida profesional agradezco a todas las personas que compartieron algún momento conmigo, es muy grato utilizar este espacio para agradecer por todo lo brindado.

Como primer punto y el más principal agradezco a la UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE, ya que me brindó la oportunidad de formar parte de su institución.

También agradezco a la empresa Esped y a su Gerente **Ing. Milton Villareal**, ya que brindaron todo el apoyo necesario y requerido para poder dar por completado este trabajo de graduación.

Finalmente a todas las personas cercanas, amigos en especial a **Luis Fernando Pérez** que ayudo en la elaboración de este proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
CERTIFICADO.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACION.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xv
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
1.1 ESPEND S.A.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	6
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	8
1.6 ALCANCE.....	9
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
2 MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 DEFINICIÓN.....	10
2.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.....	10

2.3 CLASIFICACIÓN EQUIPOS SANDBLASTING .....	12
2.3.1 POR SUCCIÓN .....	12
2.3.2 POR PRESIÓN.....	13
2.4 TIPOS DE ABRASIVOS .....	14
2.5 APLICACIONES DE SANDBLASTING .....	24
2.6 CORROSIÓN .....	26
2.6.1 CORROSIÓN EN LA AVIACIÓN .....	26
2.8 TIPOS DE CORROSIÓN.....	29
2.8.1 ATAQUE QUÍMICO DIRECTO .....	29
2.8.2 ATAQUE ELECTROQUÍMICO.....	31
2.9 FORMAS DE CORROSIÓN .....	34
2.9.1 CORROSIÓN POR OXIDACIÓN.....	34
2.9.2 CORROSIÓN SUPERFICIAL UNIFORME .....	35
2.9.3 CORROSIÓN POR PICADURAS.....	35
2.9.4 CORROSIÓN INTERGRANULAR.....	36
2.9.5 CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN.....	37
2.9.6 CORROSIÓN GALVÁNICA.....	38
2.9.8 CORROSIÓN POR ESFUERZO .....	38
2.9.9 CORROSIÓN POR DESGASTE .....	39
2.10 AIRE COMPRIMIDO .....	40
2.11 COMPRESORES .....	41
2.11.1 COMPRESORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.....	43
2.11.1.1 COMPRESORES ROTATIVOS DE LÓBULOS.....	44
2.11.1.2 COMPRESORES ROTATIVOS DE TORNILLO.....	44
2.11.1.3 COMPRESORES ROTATIVOS DE PALETA.....	46



2.11.2 COMPRESORES ALTERNATIVOS.....	47
2.11.3 COMPRESORES DINÁMICOS.....	47
2.11.3.1 COMPRESORES CENTRÍFUGO.....	48
2.11.3.2 COMPRESORES AXIALES .....	48
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>50</b>
3.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	50
3.1.1 CÁLCULOS VOLUMEN .....	51
3.1.1.1 VOLUMEN TAMBOR .....	51
3.1.1.2 VOLUMEN DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL .....	52
3.2 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	53
3.2.1 ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN .....	54
3.3 CONSTRUCCIÓN .....	55
3.3.1 ESTRUCTURA DE LA CABINA PRINCIPAL.....	55
3.3.1.1 CORTE LAMINA ASTM A36 .....	56
3.3.1.2 SOLDADURA .....	57
3.3.2 AGUJERO PARA INTRODUCCIÓN DE MANOS Y VISOR.....	60
3.3.3 ILUMINACIÓN.....	61
3.3.4 PARTE INFERIOR DE LA CABINA.....	63
3.3.5 SISTEMA DE PRESIÓN DIRECTA.....	67
3.3.6 TOLVA.....	70
3.3.7 SISTEMA DE EXTRACCIÓN .....	71
3.3.8 PINTURA Y PROTECCIÓN .....	72
3.3.9 DIMENSIONES CABINA DE SANDBLASTING .....	73
3.4 DIAGRAMAS DE CONSTRUCCIÓN, ENSAMBLE Y MONTAJE.....	75
3.4.1 CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS .....	75

3.4.2 CODIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS .....	75
3.4.3 SIMBOLOGÍA Y PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA.....	76
3.4.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA.....	78
3.4.5 DIAGRAMA DE PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO. .....	80
3.4.6 DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN. ....	82
3.4.7 DIAGRAMA DE UNIÓN DE LAS PARTES.....	84
3.5 FUNCIONAMIENTO.....	85
3.6 ELABORACIÓN DE MANUALES.....	87
3.6.1 TIPOS DE MANUALES .....	87
3. 7 ESTUDIO ECONÓMICO .....	93
3. 7.1 PRESUPUESTO .....	93
3. 7.2 ANÁLISIS DEL COSTO.....	93
3.7.2.1 COSTOS PRIMARIOS .....	94
3.7.2.1.1 COSTOS POR MANO DE OBRA.....	95
3.7.2.1.2 TOTAL COSTOS PRIMARIOS.....	95
3.7.2.2 COSTO TOTAL DEL PROYECTO .....	97
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>98</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	98
4.1 CONCLUSIONES.....	98
4.2 RECOMENDACIONES .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: NOBLEZA DE LOS METALES.....	32
TABLA 2: PROPIEDADES MECÁNICAS DE ACEROS .....	53
TABLA 3: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SANDBLASTING POR SUCCIÓN Y POR PRESION .....	54
TABLA 4: DIMENSIONES DE CABINA.....	73
TABLA 5: CODIFICACIÓN DE MAQUINA .....	75
TABLA 6: CODIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS.....	76
TABLA 7: SIMBOLOGÍA.....	77
TABLA 8: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL CABINA.....	79
TABLA 9: PROCESO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	81
TABLA 10: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA DIRECTO .....	83
TABLA 11: CODIFICACIÓN DE MANUALES .....	88
TABLA 12: COSTOS PRIMARIOS.....	94
TABLA 13: COSTOS MANO DE OBRA .....	96
TABLA 14: TOTAL COSTOS PRIMARIOS .....	96
TABLA 15: COSTOS SECUNDARIOS.....	97
TABLA 16: COSTO FINAL PROYECTO .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:ARDROX 2865.....	3
FIGURA 2:AROS PRINCIPALES AVIÓN A-320.....	4
FIGURA 3:SANDBLASTING POR SUCCION.....	13
FIGURA 4:SANDBLASTING POR PRESIÓN .....	14
FIGURA 5:ARENA SILICA .....	18
FIGURA 6:ESCORIA DE COBRE .....	19
FIGURA 7:ABRASIVOS AGRÍCOLAS .....	20
FIGURA 8:ÓXIDO DE ALUMINIO .....	21
FIGURA 9:CARBURO DE SILICIO .....	22
FIGURA 10:GRANALLA DE ACERO .....	23
FIGURA 11:MEDIA PLÁSTICA .....	24
FIGURA 12:AMBIENTE SALINO .....	27
FIGURA 13:ÁREA DE BATERÍAS.....	30
FIGURA 14:ATAQUE ELECTROQUÍMICO.....	31
FIGURA 15:ÓXIDO EN SUPERFICIES DE METAL.....	34
FIGURA 16:CORROSIÓN SUPERFICIAL UNIFORME .....	35
FIGURA 17:CORROSIÓN POR PICADURA.....	36
FIGURA 18:CORROSIÓN INTERGRANULAR .....	37
FIGURA 19:CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN .....	37
FIGURA 20:CORROSIÓN GALVÁNICA .....	38
FIGURA 21:CORROSIÓN POR FATIGA .....	39
FIGURA 22:CORROSIÓN POR DESGASTE.....	40
FIGURA 23:COMPRESOR DE LÓBULOS.....	44
FIGURA 24:COMPRESOR ROTATIVO DE TORNILLO .....	45
FIGURA 25:COMPRESOR ROTATIVO DE PALETAS .....	46
FIGURA 26:COMPRESOR ALTERNATIVO.....	47
FIGURA 27:COMPRESOR CENTRÍFUGOS .....	48
FIGURA 28:COMPRESOR AXIALES.....	49

FIGURA 29: DIVISIÓN AREAS .....	51
FIGURA 30: SOPORTE INFERIOR .....	56
FIGURA 31: TIPOS DE SOLDADURA.....	58
FIGURA 32: PROCESO DE SOLDADO DE ESTRUCTURA.....	59
FIGURA 33: ALDABA DE LA PUERTA Y SEGURO DE CAUCHOS .....	60
FIGURA 34: AGUJEROS PARA MANOS .....	61
FIGURA 35: CIRCUITO ELÉCTRICO .....	62
FIGURA 36: INSTALACIÓN CIRCUITO ELÉCTRICO .....	63
FIGURA 37: CILINDRO DE GAS .....	64
FIGURA 38: DURALON .....	65
FIGURA 39: PROCESO DE INSTALACIÓN DEL DURALON.....	66
FIGURA 40: PROCESO DE INSTALACIÓN CILINDRO A LA ESTRUCTURAL ...	67
FIGURA 41: INSTALACIÓN SISTEMA DE PRESIÓN .....	70
FIGURA 42: TOLVA .....	70
FIGURA 43: INSTALACIÓN DEL EXTRACTOR .....	72
FIGURA 44: PROCESO DE PINTURA .....	73
FIGURA 45: PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO.....	86

## RESUMEN

Este presente proyecto tiene como finalidad la implementación de la cabina de SANDBLASTING, esta investigación se dividió en cuatro capítulos, el primero de ellos indica la relevancia de realizar una implementación de la CABINA DE SANDBLASTING en la empresa ESPEND (ESPECIALISTAS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS), en el segundo capítulo se recopila la información necesaria para plantear métodos de limpieza de partes aeronáuticas; se realizó una transcripción de procesos del manual de mantenimiento de GOODRICH CORPORATION. Además se utilizó el manual de NEUMAC, ellos son fabricantes de estas máquinas, esta información se dividió en dos partes, la primera describe la forma y dimensiones de la cabina y la segunda parte describe el funcionamiento del sistema directo de presión. En el tercer capítulo se realiza la fase del diseño, construcción e implementación del sandblasting. La fase de implementación de la maquina sandblasting fue basada en la importancia de observar el funcionamiento de un sistema continuo de presión y su funcionamiento, la construcción se lo realizo en la empresa ESPEND, el funcionamiento del sistema directo de presión fue resuelto por la teoría del efecto Venturi, constando el sistema de presión directa de una unidad de mantenimiento, válvulas reguladoras, mangueras de alta presión, boquilla de vidia y de la estructura de la cabina, todos estos funcionan con aire neumático. En el último capítulo se encuentran las conclusiones y las recomendaciones que nacen de este trabajo de titulación.

### PALABRAS CLAVES

- **CABINA SANDBLASTING**
- **EMPRESA ESPEND**
- **GOODRICH CORPORATION**
- **SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN**
- **EFEECTO VENTURI**

## **ABSTRACT**

This project is aimed to implement the SANDBLASTING CABIN, this research is divided into four chapters, the first one states the importance of implement the SANDBLASTING CABIN in the ESPEND company (NON DESTRUCTIVE TESTING SPECIALISTS) the second chapter collects information necessary to consider cleaning methods for aeronautical parts, the GOODRICH COORPORATION maintenance manual processes was transcribed. Also the NEUMAC manual was used, they manufacture these machines. This information is divided into two parts, the first describes the cabin shape and dimensions and the second part describes the direct pressure system. The third chapter defines the design, construction and implementation stage of sandblasting cabin. The sandblasting machine implementation phase was based on the importance to observe the operation of a continuous pressure system; the construction was performed at ESPEND Company, the direct pressure system functioning was met by the Venturi effect theory, the direct pressure system comprises maintenance unit, control valves, high pressure hoses, vidia nozzle, and cabin structure, all of them operate with pneumatic air. The last chapter has the conclusion and recommendations.

### **KEY WORDS:**

- **SANDBLASTING CABIN**
- **ESPEND ENTERPRISE**
- **GOODRICH COORPORATION**
- **DIRECT PRESSURE SYSTEM**
- **VENTURI EFFECT**

---

**Legalized by: MSc. Rosa E. Cabrera T.**

## **CAPÍTULO I TEMA**

### **“IMPLEMENTACIÓN DE LA CABINA DE SANDBLASTING CON SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN EN LA EMPRESA “ESPEND” ESPECIALISTAS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, INSPECCIÓN Y OVERHAUL DE HÉLICES CERTIFICACIÓN DGAC TMAE-N-018-ESPEND”**

#### **1.1 ESPEND S.A.**

Espend es una compañía de ensayos no destructivos especializado en inspecciones en el ámbito aeronáutico e industrial. Nació en el año 2009, asociado mayormente con las compañías vigentes en el Ecuador e inmediatamente se asoció con las compañías aeronáuticas vigentes en ese año.

Espend es una compañía legalmente constituida en el país, que provee servicios de ensayos no destructivos mediante los métodos de inspección visual, tintes penetrantes, partículas magnéticas, corrientes inducidas, ultrasonido y radiografía industrial en los diferentes sectores de la industria, sea esta aeronáutica, petrolera, naviera y metalmecánica en general, con la finalidad de garantizar el control de calidad en los materiales inspeccionados.

#### **1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

EL sistema SANDBLASTING 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, corrosión y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies, preparándolas para la inspección y posteriormente la aplicación de un recubrimiento.

El primer antecedente del sandblasting, se conoce en Inglaterra Reino Unido, donde se inventó la primer máquina para soplete con chorro abrasivos, ya que la necesidad de facilitar la limpieza de superficies metálicas era de suma importancia, obteniendo como resultado una superficie más limpia y en menor tiempo que al realizarlo de forma manual.

Implementándose en la aviación ecuatoriana en los años de 1930 – 1931, utilizado en la limpieza de estructuras, piezas, aros de llantas, entre otras superficies metálicas.

A medida que transcurre el tiempo se ha ido implementando nuevas actualizaciones en distintas partes de la máquina, en su primera etapa cabinas simples hasta llegar a la actualidad con cabinas de presión directa y cabinas portables.

### **1.2.1 UTILIZACIÓN DE REMOVEDOR QUÍMICO**

Muchos de estos procesos de inspección requieren directa o indirectamente, el uso de removedor químico para la limpieza y posteriormente la ejecución de la inspección. Para esto en la actualidad se dispone del removedor ARDROX 2865, que en momentos de limitado tiempo es un problema ya que es necesario esperar que el removedor actúe, sometiéndolo primero a una temperatura estándar para que se agilite el proceso de decapado, además

sometiendo al técnico a un ambiente contaminado, teniendo como consecuencia el retardo en las entregas de las partes inspeccionadas que en la mayoría de veces deben ser inmediatas.

Además se detectó que uno de los factores que impide tener una buena disponibilidad de tiempo es que el removedor en la mayoría de los casos no contribuye con la limpieza total de las superficies, ya que en momentos es necesario volver a colocar la superficie una o dos veces más con removedor para que se logre obtener una superficie completamente limpia.



**FIGURA 1: ARDROX 2865**

**Elaborado por: Andrés Chicaiza**

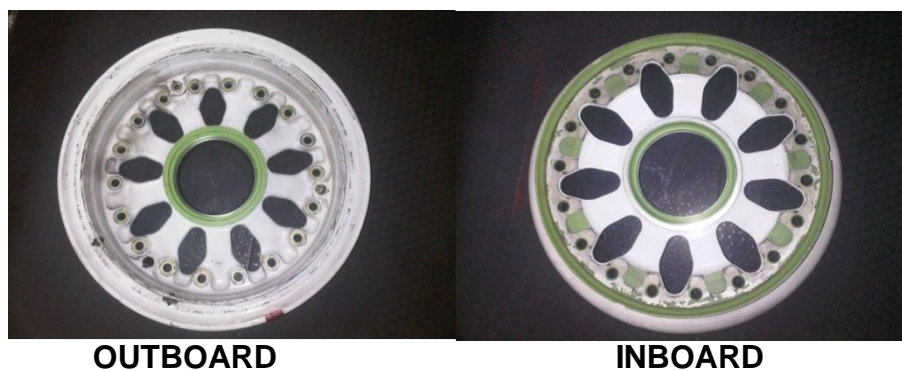
### **1.2.2 PREPARACIÓN SUPERFICIAL**

Frecuentemente se realiza la pintura o recubrimiento superficial en los aros de las llantas de los aviones A-320 de Aerogal.

Además la pintura utilizada para el primer y el pintado en la aviación es muy diferente de la que se encuentra en el mercado normal, en este caso se trabaja con el primer EPOXI HARDENER EH-11 y con la pintura AXONHENTZEN AXPG-6-G36 G2 Aerospace, que tienen como característica el de evitar los procesos de oxidación.

En el caso de los aros de los aviones ya mencionados, como requerimiento principal es el de que la pintura se mantenga y soporte temperaturas altas, fricción en aterrizaje y despegue, concluyendo que para el proceso de pintado es muy importante que la pintura se adhiera muy bien al material de los aros.

Siendo así, ya que la pintura debe estar completamente adherida al material de los aros, el trabajo de limpieza se torna totalmente difícil y molesto, aún más cuando el aro es nuevo. También se realizan esfuerzos físicos grandes en este proceso de despintado, que terminan agotando a los trabajadores que muchas veces tienen que continuar con otras actividades importantes disminuyendo su rendimiento.



**FIGURA 1:** AROS PRINCIPALES AVIÓN A-320

**Elaborado por:** Andrés Chicaiza

### 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una estación de reparación ecuatoriana certificado DGAC TMAE-N-018-Espend que se encuentra recorriendo la última fase para la certificación de (OMA) Organización de Mantenimiento Aprobada, debe contar con la maquinaria necesaria y adecuada para facilitar los servicios que brinda.

La empresa Espend S.A., cuenta con las especialidades de ensayos no destructivos enfocados en la actividad aeronáutica e industrial además de inspección y overhaul de hélices. Por lo que es necesaria la implementación de nueva maquinaria que ayude a una mejor inspección de NDT.

En las especialidades anteriormente señaladas, la empresa debe brindar un servicio de calidad por lo que debe contar con personal calificado y maquinaria que brinde la facilidad y seguridad necesaria, así mismo, como se encuentra estructurado y el funcionamiento del sistema a implementar, facilitando a la empresa y mano de obra encargada, en proceso de limpieza de los aros de la aeronave y superficies metálicas que requieran de una inspección, obteniendo una disminución de tiempo de entrega, ya que en la actualidad se lo realiza por medio de removedor y tiende a tener un tiempo largado.

Entre los ensayos no destructivos más utilizados en la aviación se tiene, inspección visual, tintes penetrantes, partículas magnéticas, corrientes inducidas, rayos x, ultrasonido. Siendo así que en algunos de los ensayos no destructivos como ejemplo en tintes penetrantes, el material deberá estar completamente limpio y sin ninguna capa de fondo o pintura, ayudando el sandblasting en este proceso de limpieza.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Este trabajo se realiza con el fin de continuar con la mejoría tecnológica de la empresa ya que en un futuro temprano se convertirá en una OMA (Organización de Mantenimiento Aprobada), aportando así a los conocimientos y habilidades de los técnicos que se encuentra laborando en esta empresa, teniendo muy en cuenta que se mejora la calidad de entrega de los productos que se sometieron a inspección.

En la aeronave existen varios puntos que necesitan de una inspección NDT como por ejemplo, los cilindros de amortiguación de los trenes de aterrizaje, la piel de avión, aros de las llantas, soportes del ala, soportes del motor, entre otros. Unos que necesariamente deben ser retirados de la aeronave para una inspección o un overhaul, un caso muy habitual, el overhaul de los aros de las llantas.

Los aros utilizados en los aviones Airbus A319 – A320 de la compañía AEROGAL, ordena la inspección cada vez que se necesite el cambio de sus neumáticos, siendo así a la sexta visita al aro se procede a su respectivo overhaul, respetando los parámetros dispuestos por el fabricante de los aros de este avión en este caso GOODRICH CORPORATION que especifica los pasos para realizar un overhaul o una inspección de NDT.

Además de lo mencionado en los antecedentes donde se puede percibir la importancia y justificación de implementar este proyecto en esta empresa, el trabajo aquí es justificable que lo realice un futuro Tecnólogo Mecánico Aeronáutico por los siguientes motivos.

El diseño de transporte, distribución, almacenamiento, implementación de métodos de inspección son muy comunes que requieren en el mercado aeronáutico ser ejecutados por Tecnólogos aeronáuticos, este es un caso donde se tendrá que aplicar los conocimientos y habilidades que fueron impregnadas en los tres años tanto de parte de la universidad como de las empresas en las que se realizó las prácticas pre-profesionales, sirviendo así todos esos conocimientos para juntarlos en un solo proyecto.

Como parte de nuestras prácticas pre-profesionales, en todo se buscó eficiencia de máquinas y procesos. Este es un caso el de mejorar el tiempo de respuesta a productos y subproductos que requieran de una inspección, de esta manera aplicar a la empresa la filosofía “just in time” a todo el personal de planta.

El nivel de operatividad del equipo sandblasting permitirá, que el operador mejore los resultados de tiempo ya que lo que se demoraba un día en despintar un tambor principal en la actualidad y con la implementación de esta máquina lo podrá hacer en una hora, además no poniendo la seguridad del operador en peligro.

La implementación de esta máquina estará con una supervisión constante de los ingenieros de la empresa y técnicos de nivel II en Ensayos No Destructivos, aportando con ideas de mejoramiento, e implementación de un lugar adecuado para la colocación de la maquinaria y calidad en procesos de soldadura mediante UT.

Los estudiantes de la UGT – ESPE fuimos capacitados como gestores de la calidad, siendo así que aportamos con procedimientos y métodos de mejoramiento en una empresa, siempre teniendo en cuenta la calidad de servicio.

## **1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Construir la máquina de sandblasting con sistema directo de presión en el área de NDT, para la inspección de aros en aviones A319 – A320 y estructuras metálicas que requieran este tipo de ensayos; en la empresa Esend S.A., para mejorar el servicio y reducción de tiempo, como maquinaria de aporte técnico.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los parámetros y variables de diseño y construcción de la cabina sandblasting.
- Reducir o mejorar los tiempos muertos provenientes de la limpieza.
- Mejorar la limpieza del material a nivel superficial y de esta forma facilitar la aplicación de los diferentes tratamientos para las inspecciones.
- Instalar un sistema directo de presión con sus respectivos componentes y accesorios.
- Realizar procesos de control de calidad y sus respectivas comprobaciones del correcto funcionamiento del equipo.

- Elaborar un plan de mantenimiento para el sistema de aire directo que será implementado.

## **1.6 ALCANCE**

Este trabajo, la implementación de la máquina sandblasting, está dirigido para laboratorios o talleres donde se estudie la calidad de la limpieza superficial en materiales que serán expuestos a inspecciones de Ensayos No Destructivos, evitando el uso de implementos manuales, implicando así el ahorro de tiempo, evitando esfuerzos innecesarios a los operadores y realizar trabajos acorde con la tecnología que ofrece el mundo actual.

Diseñar una estación acorde con las necesidades para el correcto funcionamiento de la maquina sandblasting y brindando seguridad y bienestar agronómico al operador.



## CAPITULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 DEFINICIÓN

La palabra en inglés proviene del vocablo Sand: arena, Blast: presión (arena a presión), sin embargo este sistema no emplea necesariamente arena para su funcionamiento, por lo que se define como un sistema de sopletéo con chorro de abrasivos a presión.

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.

Se debe mantener el impacto, entonces además de limpiar por (el barrido efectuado), se inicia el proceso de preparación de la superficie áspera favorable para un proceso posterior de pintura, este beneficio se consigue al aumentar la rugosidad de la superficie, teniendo como resultado una mayor adherencia de la pintura a la pieza.

#### 2.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

La limpieza de superficies a través de un chorro de abrasivo puede considerarse como una verdadera operación de "bombardeo", en la que un sinnúmero de partículas abrasivas son lanzadas a alta velocidad contra el

objetivo. Inmediatamente antes del choque, las partículas están dotadas de energía cinética, que varía según su cantidad y dimensiones; con una velocidad constante, a menor radio, mayor es la cantidad de partículas lanzadas y es menor su energía cinética.

Las partículas sufren una violenta desaceleración en el instante del impacto, transformando parte de la energía cinética en calor, parte en energía de deformación o de fractura y parte en trabajo de limpieza, restando también una parte de energía cinética que no es transformada (partículas que rebotan).

La eficiencia de la conversión de energía cinética en trabajo efectivo de limpieza depende de factores relacionados con el ángulo de incidencia del chorro, las características del abrasivo utilizado y al tipo de impureza a retirar.

Por ejemplo, cuanto más perpendicular sea el chorro con relación a la superficie de trabajo, será mayor el componente de energía disponible para el rompimiento de impurezas sueltas y así el acabado superficial será más áspero.

La disposición de un equipo para sandblasting incluye básicamente: compresor, equipo de propulsión y abrasivo. El compresor debe producir suficiente presión y volumen de aire para conducir el abrasivo desde el equipo de propulsión hasta la superficie a limpiar; el equipo de propulsión contiene el abrasivo y lo dosifica constantemente en la corriente de aire y el abrasivo es el componente más importante, ya que es el que produce el acabado de la superficie.

Los tres métodos utilizados para impulsar el abrasivo son: fuerza centrífuga, presión de aire, o presión de agua. Los sistemas de fuerza centrífuga usan fuerzas inerciales y centrifugas para, mecánicamente, impulsar el abrasivo. Los

sistemas de aire, usan aire comprimido para impulsar el abrasivo hacia la superficie a limpiar. Finalmente, el sistema de agua usa indistintamente aire comprimido o agua a alta presión.

## **2.3 CLASIFICACIÓN EQUIPOS SANDBLASTING.**

Los equipos de sandblasting usualmente se componen de un contenedor de abrasivo, un dispositivo de propulsión y boquillas para expulsar el abrasivo. El equipo específico a utilizar depende de la aplicación.

Existen dos tipos de equipos para sandblasting, de succión y de presión.

### **2.3.1 POR SUCCIÓN**

Un sistema de succión, llamado también vénturi, arrastra el abrasivo desde un contenedor no presurizado a la cámara de una pistola, para luego expulsarlo por la boquilla. Este tipo de equipos se usa en cabinas y para trabajo liviano, como retoques en materiales blandos, como aluminio, titanio y magnesio; para quitar rebabas y escamas, corrosión, sin penetrar el metal base.

Este se utiliza en un circuito cerrado dentro de una cámara hermética, haciendo muy económica la operación por la sencillez de la misma y por el rendimiento del abrasivo, obteniéndose consumos mínimos de estos, lo cual es sumamente importante en el caso de abrasivos costosos como óxido de aluminio o carburo de silicio.



**FIGURA 3: SANDBLASTING POR SUCCIÓN**

**Fuente:** <http://www.sandblasting.com/>

### **2.3.2 POR PRESIÓN**

Los equipos de presión alimentan el abrasivo, por medio de una válvula reguladora, a una corriente de aire comprimido en movimiento. El aire y el abrasivo viajan a través de una manguera a alta presión y velocidad. Se utilizan para acero estructural por su alta velocidad de producción, menor consumo de aire y porque generan acabados más uniformes que los de succión.

Este proceso consiste en presurizar un recipiente fabricado especialmente para soportar presiones de 130 PSI. La forma del cuerpo es circular, la sección superior está compuesto por una tapa semiesférica en cuyo centro se abre un orificio de aproximadamente 8 cm. de diámetro por el cual se introduce el abrasivo.

La sección es de una forma cónica que termina en una salida de 2.5 a 3 cm. de diámetro con un acople al que se conecta una válvula mezcladora de abrasivo

de la misma que se conecta la manguera por la que se expulsa el abrasivo a mayor velocidad y con fuerza.

La ventaja de este método, es que se hace posible manejar un mayor volumen de abrasivo y con una mayor fuerza de impacto, logrando mayor rapidez en el proceso.



**FIGURA 4:** SANDBLASTING POR PRESIÓN

**Fuente:** <http://www.sandblasting.com/>

## **2.4 TIPOS DE ABRASIVOS**

Un abrasivo para sandblasting debe limpiar con rapidez y eficiencia, tener buena durabilidad, desgastar el mínimo posible los componentes internos del equipo y producir el nivel de acabado deseado, al menor costo posible.

Existen diversos tipos de abrasivos metálicos y no metálicos, muchos de los cuales pueden ser utilizados en una misma aplicación, sin embargo, cada cual presentan propiedades específicas que pueden ser ventajosas o no para cada caso.

El tipo de abrasivo que usted utilice determina el costo y la efectividad de la limpieza con chorro de abrasivo. Son algunos factores relacionados con el abrasivo que los afectan el desempeño de su equipo, entre estos encontramos:

**TAMAÑO.-** El tamaño de las partículas del abrasivo es sumamente importante para lograr un patrón de textura consistente al aplicar el chorro de abrasivo en la superficie. Los fabricantes de abrasivo utilizan varias nomenclaturas y numeraciones para definir el tamaño de sus productos. La medida uniforme entre todas las partículas de abrasivo se convierte en un parámetro de mucha importancia cuando el fabricante de recubrimientos especifica un perfil determinado para la superficie. Partículas más grandes cortarían demasiado profundo, dejando puntas muy marcadas que probablemente sobresaldrán del recubrimiento, esto favorecería a la oxidación.

Para compensar dicha diferencia entre las cavidades más profundas y las puntas más altas, se tendría que aplicar varias capas de recubrimiento, lo que incrementaría el tiempo de trabajo y el costo total.

Elija el tamaño de la malla que le proporcione el acabado deseado. Las partículas grandes remueven múltiples capas de pintura, corrosión pesada o lechada de concreto y dejan perfiles profundos en las superficies. Los abrasivos tamaño mediano remueven óxido ligero, pintura floja, y escamas de acero

delgadas. Las partículas pequeñas dejan perfiles superficiales y son ideales para el chorreado de abrasivo de metales de poco calibre, madera, plástico, cerámica y otras superficies semidelicadas, además son muy recomendables para marcar las superficies con algún logotipo que requiere de precisión en el corte del abrasivo.

**FORMA.-** Las diferentes formas en los abrasivos ofrecerán diferentes perfiles en la superficie siendo las dos principales configuraciones de los abrasivos la angular y la esférica. Los abrasivos angulares trabajan mejor cuando se trata de desprender capas pesadas de pintura y corrosión. El abrasivo esférico en cambio, es mejor para remover escamas de fabricación y contaminación ligera.

**DENSIDAD.-** Densidad es el peso del abrasivo por volumen. Esta es la característica menos determinante que se tiene que tomar en cuenta para realizar un trabajo de sandblast, a menos que la diferencia de densidades sea muy amplia entre los distintos materiales. En la medida en que el material sea más denso, será mayor la energía con que se impacte contra la superficie.

**DUREZA.-** La dureza del abrasivo determinará su efecto sobre la superficie que va a ser sandblastada. Si el abrasivo es más duro que el superficial, dejará un perfil sobre la superficie. Si es más suave que la superficie, pero más dura que el recubrimiento, solamente removerá el recubrimiento. Si es más suave que el recubrimiento, solamente limpiará la contaminación de la superficie sin remover el recubrimiento. La dureza del abrasivo está medida en la escala de Mohs.

**FRAGILIDAD.-** Con fragilidad nos referimos a la tendencia del abrasivo a fragmentarse en partículas más pequeñas como consecuencia del impacto, mientras más frágil sea el abrasivo, menos veces puede ser reutilizado y más

polvo generará. La arena sílica es extremadamente frágil debido a su composición de cuarzo y nunca debe ser reutilizada. En el primer uso, más del 70% de la arena se convierte en polvo desprendiendo peligrosas partículas de sílice, la gente expuesta al polvo de sílice, puede contraer una enfermedad llamada silicosis. La mayoría de los abrasivos fabricados y derivados de un producto, pueden ser reciclados varias veces, al igual que algunos abrasivos naturales como el granate y el pedernal. La escoria de cobre y níquel se fractura en partículas más pequeñas que pueden ser reutilizadas. La granalla de acero puede ser efectivamente reciclada unas 200 veces o más.

Muchas variables afectan el rehusó que se dé al abrasivo, dentro de éstas están: la presión de aire, dureza de la superficie y la eficiencia del equipo para sopleteo con chorro de abrasivo.

#### **2.4.1 QUÉ ABRASIVO UTILIZAR**

Los equipos para limpieza con chorro de abrasivos (sandblast) pueden realizar diversas tareas como limpiar y preparar superficies para aplicación de recubrimientos, grabado de materiales, limpieza de contaminantes de la superficie, proporcionar acabados limpios y estéticos, difuminar defectos y marcas de herramientas, etc. Sin embargo es necesario que elija el abrasivo más adecuado para su equipo de acuerdo a los resultados que desea obtener, ya que una mala elección del abrasivo le puede traer problemas del rendimiento de su equipo. Recuerde que todos los items arriba señalados inciden en el resultado de la aplicación.

A continuación le presentamos algunas aplicaciones y cualidades más características para los abrasivos más comunes.



## ARENA SÍLICA

Este abrasivo de bajo costo, se utiliza principalmente cuando se realizan trabajos en exteriores, ya que su precio es más económico y su uso no puede ser mayor a dos veces; su avance es mediano y le proporciona un acabado mate, es importante considerar que su fragilidad es muy alta por lo que es uno de los abrasivos que más polvo genera. Este abrasivo tiene un alto contenido de sílice por lo que puede presentar riesgos a la salud de los trabajadores y debe de utilizarse bajo estrictas medidas de seguridad y siempre con el equipo de protección para el operador ya que puede producirle daños tales tan severos como la muerte. Verifique que no existen restricciones para su utilización antes de operar con este abrasivo.



**FIGURA 5: ARENA SILICA**

**Fuente:** <http://repsasa.com/14-repsa-s-a/118-tipos-de-abrasivos>

## ESCORIA DE COBRE

Este abrasivo también conocido como "abrasivo negro" o "abrasivo ecológico" se obtienen principalmente de 2 fuentes: la fundición de metal (cobre y níquel) y las calderas para generar poder eléctrico (carbón). La escoria de cobre ha aumentado su demanda debido a su capacidad de limpieza, disponibilidad, bajo contenido de sílice (menos del 1%), gran rango de medidas y su relativo bajo

costo. Sus partículas duras y angulares le otorgan gran velocidad y capacidad de corte, haciéndola perfecta para una gran cantidad de usos. En algunas aplicaciones, quizá sea necesario reducir la presión del aire para evitar que las partículas de la escoria de cobre se inserten en el acero. La principal desventaja al usar escoria de cobre es su alta fragilidad, debido a la cual genera gran cantidad de polvo y limita su rehúso, además de que la escoria debe ser revisada de estar libre de contaminantes antes de comenzar a usarla.



**FIGURA 6:** ESCORIA DE COBRE

**Fuente:** <http://repsasa.com/14-repsa-s-a/118-tipos-de-abrasivos>

## **ABRASIVOS AGRÍCOLAS**

Existe una gran variedad de abrasivos agrícolas. La cáscara de nuez y el olote de maíz se encuentran dentro los más populares. Estos abrasivos agrícolas son ligeros y suaves, y si son utilizados con el equipo, la técnica y la atención adecuada pueden remover pintura de la madera, plástico, metales de calibre ligero y otras superficies duras. Este tipo de abrasivo es utilizado para limpiar motores eléctricos sin dañar la lámina y los cables aislados. Sin embargo su uso no es muy común y frecuentemente existen problemas para tener un suministro adecuado.



**FIGURA 7: ABRASIVOS AGRÍCOLAS**

**Fuente:** <http://repsasa.com/14-repsa-s-a/118-tipos-de-abrasivos>

## **ÓXIDO DE ALUMINIO**

Este abrasivo angular es uno de los más populares en el mercado debido a su rapidez en la limpieza, óptima profundidad en su corte y aceptable tasa de reutilización. Su principal característica es la velocidad de limpieza y/o preparación de superficies para aplicar recubrimientos, además, proporciona un excelente anclaje en las superficies lo cual es un requisito en la aplicación de recubrimientos. Con una adecuada regulación de la presión y elección del tamaño de grano se pueden obtener diferentes resultados, que van desde la limpieza de materiales fuertemente adheridos a las superficies, hasta el grabado en vidrio, cerámica, resinas y otros materiales. La generación de polvo del óxido de aluminio es baja y es ampliamente recomendable para cabinas y sistemas presurizados en cuarto ya que puede llegar a tener una reutilización de 10 hasta 25 ocasiones. Al ser una partícula angular con un alto nivel de abrasión, su avance en la acción de corte es notablemente rápido dejando un acabado mate. La duración de una boquilla con inserto de carburo de tungsteno con un abrasivo de estas características disminuye considerablemente ya que se encuentra alrededor de 20 a 40 horas de trabajo.



**FIGURA 8: ÓXIDO DE ALUMINIO**

**Fuente:** <http://repsasa.com/14-repsa-s-a/118-tipos-de-abrasivos>

## **CARBURO DE SILICIO**

Es el abrasivo más duro, afilado y costoso en el mercado. Está clasificado como 13 en la escala de Mohs' (escala de 15 puntos), haciéndolo ideal cuando se requiere un corte fino, pero profundo, al igual que para remover residuos tratados con calor de partes endurecidas. Este abrasivo tiene también un buen número de reusos, ya que cuando las partículas se estrellan sobre la superficie y se fragmentan en partículas más pequeñas no pierden su filo, por lo que siguen teniendo una buena acción de corte a pesar de reducir su tamaño. El carburo de silicio es principalmente preferido por aquellos usuarios del chorreado de abrasivos que requieren una limpieza rápida con un buen anclaje y sin contaminación ferrosa, ya que debido a su alta dureza, el carburo de silicio limpia mucho más rápido que cualquier otro abrasivo del mercado, esta rapidez en el trabajo es de gran ayuda cuando se realizan grabados sobre cerámica, vidrio y madera, ya que permite un corte más profundo con menos tiempo de exposición del chorro sobre la mascarilla. El rango de tamaños es muy amplio, va desde los muy gruesos hasta los muy finos lo que permite desarrollar una amplia gama de acabados con este abrasivo. Al ser una abrasivo tan agresivo sobre las

superficies, lo es también en el desgaste del equipo y consumibles, por lo que es importante que utilice boquillas de boro y recubra las paredes del área de trabajo con lámina de hule o acero.



**FIGURA 9: CARBURO DE SILICIO**

**Fuente:** <http://repsasa.com/14-repsa-s-a/118-tipos-de-abrasivos>

## **GRANALLA DE ACERO**

Este abrasivo se encuentra en dos presentaciones: angular y esférica; la esférica se usa regularmente en las máquinas granalladoras y tiene un ataque menos violento sobre la superficie, la aplicación de la granalla esférica sobre estructuras metálicas, ayuda a mejorar la resistencia a la fatiga de las piezas, este proceso es conocido como shot peening o martilleo. La granalla angular la encontramos más frecuentemente en los equipos de sandblast y debido a su peso y dureza (Es el abrasivo más pesado), es magnífico para realizar preparación de superficies en aplicación de recubrimientos ya que deja un anclaje muy profundo. Es importante contemplar que si se trabaja con granalla de acero angular sobre materiales que no vayan a ser recubierto, algunas partículas pueden incrustarse sobre la superficie lo cual generará brotes de oxidación en el futuro. La granalla de acero es el abrasivo que más se utiliza para hacer limpiezas para preparación de superficie ya que otra ventaja del gran peso de su partícula es la baja generación de polvo y como ya se ha mencionado su anclaje profundo es ideal para la aplicación de recubrimientos de alta tecnología Puede ser reutilizada 40 y en

algunos casos hasta 200 veces. La duración de una boquilla con inserto de carburo de tungsteno con granalla, varía de entre 500 – 800 horas de trabajo.



**FIGURA 10 GRANALLA DE ACERO**

**Fuente:** <http://repsasa.com/14-repsa-s-a/118-tipos-de-abrasivos>

## **MEDIA PLÁSTICA**

Este abrasivo de bajo impacto está fabricado de resinas plásticas que pueden ser de plástico reciclado o manufacturado específicamente para el chorreo de abrasivos , tiene una dureza entre 3.0 y 4.0 en la escala de Mohs, hecho originalmente para la remoción de recubrimientos en armazones de aviones y componentes de naves espaciales tiene la particularidad de remover cualquier recubrimiento de casi cualquier producto ya que la partícula de plástico es más dura que el recubrimiento pero más suave que las superficies y puede limpiar sin dañar superficies delicadas como aluminio, latón, cobre, magnesio, acero delgado y titanio. Sus principales aplicaciones son en la limpieza de maquinaria industrial, troqueles, moldes exteriores de aluminio, acero, fibra de vidrio, equipo de apoyo especial, sistemas de armas, paneles plásticos, cascos de embarcaciones marinas, etc. Puede ser usada para quitar primer, pintura, poliuretano, químicos resistentes adheridos a superficies, contaminantes y hasta carbón acumulado.



**FIGURA 11: MEDIA PLÁSTICA**

**Fuente:** <http://repsasa.com/14-repsa-s-a/118-tipos-de-abrasivos>

## **2.5 APLICACIONES DE SANDBLASTING**

Las aplicaciones del sandblasting, se pueden clasificar en tres grandes categorías: preparación de superficies, limpieza y acabado de superficies y "shot peening".

En la preparación de superficies se utiliza para remover material no deseado y dejar la superficie lista para un revestimiento o para adherir otro material.

En estructuras de acero se puede remover pintura, óxido, y otros contaminantes. La mayoría de fabricantes de pinturas especifican el grado de la superficie para asegurar la perfecta adherencia de sus productos.

En construcción se utiliza para preparar superficies para que acepten adecuadamente sellantes y pintura. En paneles de concreto pre-forzado, se utiliza para remover residuos de cemento, marcas y decoloraciones.

Es posible quitar cascarillas de pintura en la madera; en botes de fibra de vidrio se puede remover la cascarilla exterior de gelcoat y revelar las burbujas de aire.

En el aluminio, titanio, magnesio y otros metales, remueve la corrosión.

La limpieza y acabado de superficies se diferencian de la preparación de superficies en que el resultado esperado es mejorar la apariencia y utilidad del producto en lugar de acondicionarlo para un revestimiento. La limpieza de superficies incluye una remoción de contaminantes y óxidos resultantes de su manufactura. El acabado de superficies incluye la remoción de rebabas y mejorar aspectos visuales de piezas moldeadas.

Para elaborar un producto o componente metálico, los fabricantes deben fundir, cortar, doblar, estampar, rolar o soldar los metales para producir la forma deseada. Algunas veces estos procesos dejan tensiones residuales que, si no se remueven, pueden causar fallas cuando el material se somete a un esfuerzo. El "shot peening" incrementa la fuerza y durabilidad de componentes sometidos a altos esfuerzos, bombardeando la superficie con medios esféricos a alta velocidad, incluyendo balines de acero, balines de cerámica, granos de vidrio y otros medios esféricos. Este "bombardeo" crea una superficie uniformemente comprimida, propagando las fuerzas de tensión sobre un área mayor y dejando la superficie menos propensa a fallar.



## 2.6 CORROSIÓN

La corrosión se define como el desgaste lento, degradación o destrucción de cualquier material, que se produce por la acción de la erosión o la acción de ácidos, álcalis y otras sustancias químicas. Así mismo, se define como la reacción química o electroquímica entre un material, generalmente un metal, y su medio ambiente, produciendo un deterioro del metal y sus propiedades, mismos que tienden a regresar a su estado natural de oxidación. No siempre la corrosión se manifiesta como oxidación o herrumbre, también puede ser abuso físico desgaste, etc. En el caso particular de este tema se refiere a la corrosión del hierro y del acero o sus variantes metálicas.

En la corrosión del hierro y del acero encontramos que la corrosión de los mismos se deben a dos procesos: uno químico en el que el hierro se convierte en óxido de hierro, y otro eléctrico que es un intercambio de corriente, todo esto trabaja al igual (en principio) que una batería de un automóvil.

Para que se realice la corrosión se debe tener los efectos necesarios que son: el material, oxígeno y un electrolito, el electrolito es una solución de sales disueltas en agua o cualquier otro compuesto capaz de conducir una corriente eléctrica, la capacidad de conducción del mismo depende de la presencia de partículas cargadas eléctricamente.(iones)

### 2.6.1 CORROSIÓN EN LA AVIACIÓN

Los aviones modernos están fabricados de metales ligeros los cuales son alternamente reactivos a contaminantes en la atmósfera. La sal en el aire de las regiones costeras y contaminantes industriales de áreas urbanas ataca las estructuras de aleaciones de aluminio y de magnesio y de acuerdo con la estimulación hecha por la asociación de Transporte aéreo, le cuestan a la industria Americana unos seis billones de dólares al año por daños debidos a la corrosión.



**FIGURA 12: AMBIENTE SALINO**

**Fuente:** Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

La corrosión es una acción electroquímica compleja que causa que los metales se transformen en sus sales y óxidos. Estas sustancias en forma de polvos reemplazan al metal y causan severa pérdida de resistencia en la estructura. Aunque este fenómeno complejo por naturaleza, los mecanismos de corrosión son relativamente simples y directos. Para que se forme la corrosión, se debe cumplir tres requerimientos:

- La existencia de diferencia de potencial eléctrico dentro del metal.
- La existencia de un conductor entre estas dos áreas de diferente potencial eléctrico.
- La existencia de alguna forma de electrolito o fluido cubriendo las dos áreas.

La corrosión es un proceso natural, y su prevención es casi imposible; pero se puede controlar. El técnico de aviación debe evitar o remover uno o más de los requisitos para que exista la corrosión. Logrando esto, se agrega longevidad a la estructura del avión.

La limpieza de la superficie es una de las mejores maneras de controlar la corrosión. Donde la humedad permanece en contacto con la superficie del metal por acumulación de suciedad o grasas, es seguro que se inicie la corrosión. Aunque, es deseable que la superficie se conserve perfectamente seca y limpia, si embargo, la corrosión siempre tiene una pequeña oportunidad de iniciarse. La esencia del control de la corrosión es por lo tanto prevención antes que remoción.

Una vez que la corrosión se ha formado, lo único que el técnico puede hacer es remover todos los productos de la corrosión, tratar la superficie para formar una película de óxido no porosa, y restaurar el acabado decorativo y protector de la superficie. Si el daño es demasiado extenso, todo lo que se puede hacer es reemplazar la parte de la estructura afectada o todo el componente.

## 2.8 TIPOS DE CORROSIÓN

Hay dos clasificaciones generales de la corrosión que cubren la mayor parte de las formas específicas:

- Ataque químico directo
- Ataque electroquímico.

En ambos tipos de la corrosión, el metal se convierte en una composición metálica tal como un óxido, hidróxido, o sulfato. El proceso de corrosión siempre involucra dos simultánea cambios:

El metal atacado u oxidado sufre lo que puede llamarse el cambio anódico y ex agente corrosivo se reduce y puede ser considerado como que experimenta cambio catódico.

### 2.8.1 ATAQUE QUÍMICO DIRECTO

Ataque químico directo o corrosión química pura, es un ataque que resulta de una exposición directa de una superficie al desnudo, a agentes líquidos o agentes gaseosos. De semejante ataque donde el cambio electroquímico anódico y catódico puede estar llevando a cabo una distancia medible, además, los cambios en el ataque químico directo suelen aparecer la mayoría de veces en el mismo punto

El más común de agentes causantes del ataque químico directo en los aviones son: derrama ácido o gases de las baterías; soluciones de limpieza cáusticas (hidróxido de sodio) atrapadas.



**FIGURA 13: ÁREA DE BATERÍAS**

**Fuente:** Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

Con la introducción de las baterías de plomo-ácido selladas y el uso de las baterías de níquel-cadmio, el ácido derramado de las baterías se está convirtiendo en un problema menor.

El uso de estas unidades cerradas disminuye los riesgos de derrames de ácido y vapores de la batería.

Por lo tanto, es importante eliminar el flujo residual de la superficie del metal inmediatamente después de la operación de unión. El flujo de residuos es higroscópico en la naturaleza; es decir, que absorben la humedad y, a menos que sean eliminados cuidadosamente, tienden a causar una corrosión severa.

## 2.8.2 ATAQUE ELECTROQUÍMICO.

Un ataque electroquímico puede compararse químicamente a la reacción electrolítica que tiene lugar en galvanoplastia, anodización, o en una batería de célula seca. La reacción en este ataque corrosivo requiere un medio de transporte, normalmente agua, que es capaz de conducir una corriente eléctrica pequeña. Cuando llega un metal en contacto con un agente corrosivo y también está conectada por un líquido o camino gaseoso, a través de la cual los electrones pueden fluir, la corrosión en el metal comienza desintegrándose por oxidación.

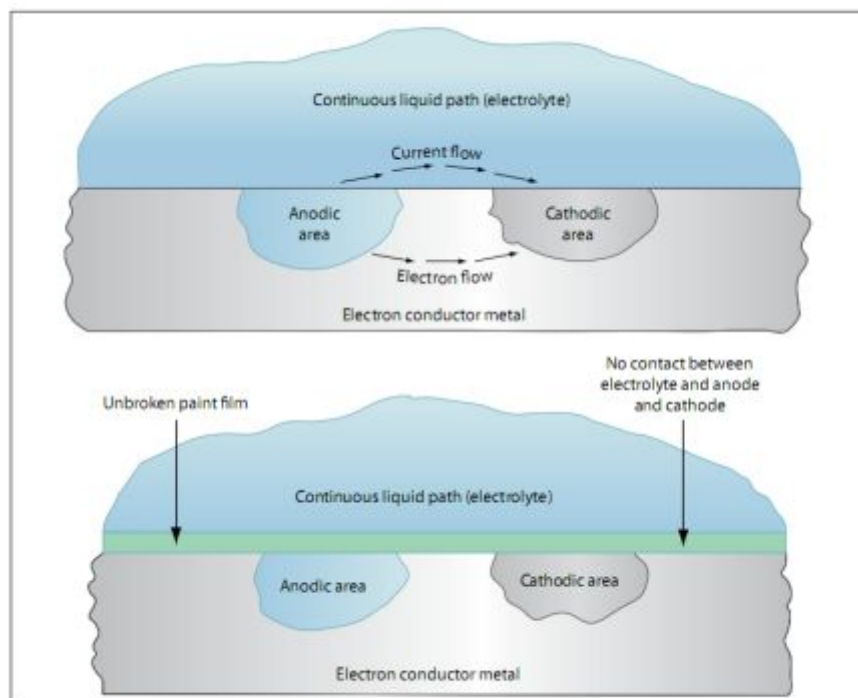


Figure 6-3. Electrochemical attack.

### FIGURA 14: ATAQUE ELECTROQUÍMICO

Fuente: Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

Todos los metales y aleaciones son eléctricamente activas y tienen un potencial eléctrico específico en un entorno químico determinado. Este potencial se conoce comúnmente como el metal de "nobleza". El un metal menos noble, más fácilmente puede ser corroído. Los metales elegidos para la construcción de aviones son un rigurosamente estudiado con fuerza, peso, resistencia a la corrosión.

**Tabla 1: NOBLEZA DE LOS METALES**

<b>EXTREMO CORROIDO-ANODICO (MENOS NOBLE) POSITIVO (+)</b>
Magnésio Aleación de magnésio Zinc
Aluminio (1100) Cádmio Aluminio 2024-T4 Acero o hierro Hierro fundido El cromo-hierro (activo)
Tipo 304 de acero inoxidable (activo) Tipo 316 de acero inoxidable (activo)
Aleación de soldadura de Plomo- Estaño Plomo Estaño
Níquel (activo) Aleación de níquel-cromo Inconel (activo) Hastelloy C (activo)
Latón Cobre Bronce Aleación de cobre-níquel

Monel aleación de níquel-cobre
Plata Soldadura Níquel (pasivo) Aleación de níquel-cromo Inconel (pasivo)
El cromo-hierro (pasivo) Tipo 304 de acero inoxidable (pasivo) Tipo 316 de acero inoxidable (pasivo) Hastelloy C (pasivo)
Plata Titanio Grafito Oro Platino
<b>EXTREMO PROTEGIDO-CATODICO (MAS NOBLE)-NEGATIVO (-)</b>

**Fuente:** Alas de américa, (2000) prevención y control de la corrosión

Los constituyentes de una aleación también tienen potenciales eléctricos específicos que son generalmente diferentes entre sí. La exposición de la superficie de la aleación a un medio conductor, corrosivo hace que el metal más activo pase a ser ánodo y el metal menos activo pase a convertirse en cátodo, estableciendo así las condiciones para la corrosión. Estos se llaman células locales. Cuanto mayor es la diferencia de potencial eléctrico entre los dos metales, mayor será la gravedad de un ataque corrosivo, si se permiten las condiciones adecuadas para el desarrollo.



Las condiciones para estas reacciones de corrosión son la presencia de un fluido conductor y metales que tienen una diferencia de potencial. Si, por la limpieza regular y renovación del acabado de la superficie, se retira el medio y el circuito eléctrico es eliminado, no puede ocurrir la corrosión. Esta es la base para un control eficaz la corrosión. El ataque electroquímico es responsable de la mayoría de las formas de corrosión en la estructura y componentes de las aeronaves.

## 2.9 FORMAS DE CORROSIÓN

### 2.9.1 CORROSIÓN POR OXIDACIÓN

Una de las formas más simples de corrosión, y quizás la más familiar, la corrosión seca, o, como se le conoce generalmente, oxidación, cuando un metal como el aluminio se expone a un gas conteniendo oxígeno, ocurre una reacción química en la superficie entre el metal y el gas.



**FIGURA 15:** ÓXIDO EN SUPERFICIES DE METAL

**Fuente:** Alas de américa, (2000) prevención y control de la corrosión

### 2.9.2 CORROSIÓN SUPERFICIAL UNIFORME

Donde el metal desprotegido se expone a una atmosfera contaminada por humos de baterías, gases de escape, o contaminantes industriales, existirá un ataque muy uniforme sobre la superficie completa. El deslustrado de la superficie es causado por cantidades microscópicas de metal convertido en sales de corrosión. Si estos depósitos no se remueven y se protege la superficie contra ataques posteriores, se formara una superficie rugosa por punto de corrosión.

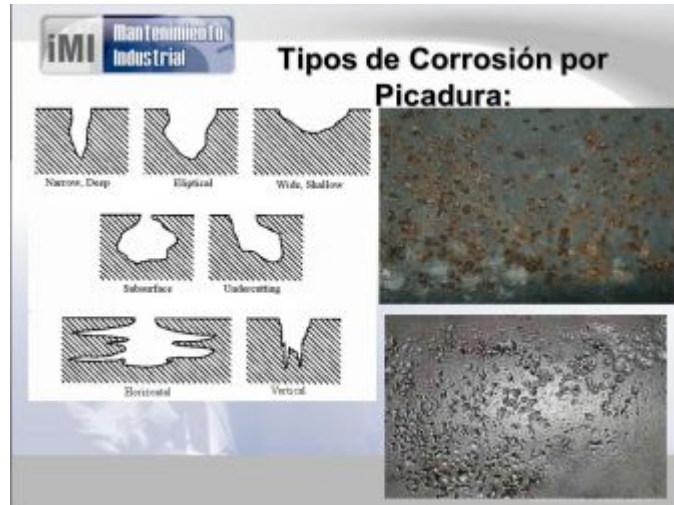


**FIGURA 16: CORROSIÓN SUPERFICIAL UNIFORME**

**Fuente:** Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

### 2.9.3 CORROSIÓN POR PICADURAS.

Un progreso lógico de una corrosión superficial uniforme, si se deja sin tratamiento, se convertirá en picaduras. Los puntos forman áreas anódicas bien localizadas. La acción corrosiva continua hasta que un porcentaje apreciable del espesor del metal se convierte en sales la cual puede, en casos extremos, comer completamente a través el metal. Las picaduras pueden ser detectadas por la apariencia de depósitos de polvo blanco sobre la superficie.

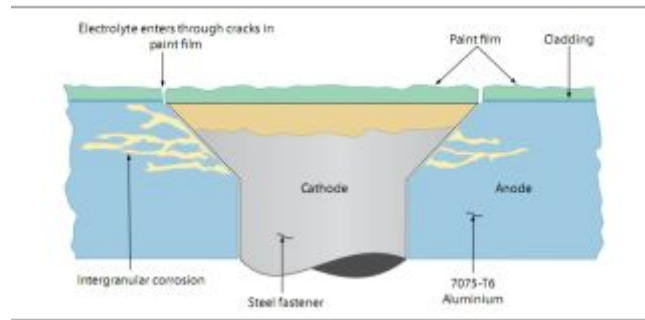


**FIGURA 17:** CORROSIÓN POR PICADURA.

**Fuente:** Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

#### 2.9.4 CORROSIÓN INTERGRANULAR

Las microfotografías de aleaciones de aluminio muestran que están hechas de granos extremadamente pequeños sostenidos juntos por enlaces químicos; que es, la interacción de los átomos de varios elementos. En el proceso de tratamiento térmico, el metal es calentado a las temperaturas que los constituyen de la aleación se diluyen unos con otros. Cuando esta temperatura se ha alcanzado de manera uniforme, el metal se remueve de los hornos e inmediatamente se enfría en agua para solidificar estos elementos en granos extremadamente pequeños. Si el enfriamiento se demora, por unos pocos segundos, estos granos crecerán, y cuando finalmente se ha enfriado, habrán alcanzado tal medida que las áreas de metales disímiles proporcionaran cátodos y ánodos eficientemente para formar la corrosión.



**FIGURA 18: CORROSIÓN INTERGRANULAR**

**Fuente:** Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

### 2.9.5 CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN

Este tipo de corrosión, no obstante la alta sonoridad de su nombre, es simplemente un caso extremo de corrosión intergranular, ocurre principalmente en materiales extraídos tales como canales, ángulos, largueros donde la estructura del grano es más laminar (similar a una capa) que en láminas roladas o fundiciones. Este tipo de corrosión ocurre a lo largo de los límites del grano y causa que el material se separe o se deslamine. Como otros tipos de corrosión intergranular, con el tiempo se hacen evidentes sobre la superficie, la resistencia del metal disminuye grandemente.



**FIGURA 19: CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN**

**Fuente:** Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

### 2.9.6 CORROSIÓN GALVÁNICA

Este tipo de corrosión ocurre en cualquier momento en que se presente estas dos condiciones

1. Dos metales disímiles entren en contacto de tal manera que estos proporcionen una trayectoria para el flujo de electrones.
2. Sus superficies comunes se cubran con el mismo material para que sirva con un electrolito.

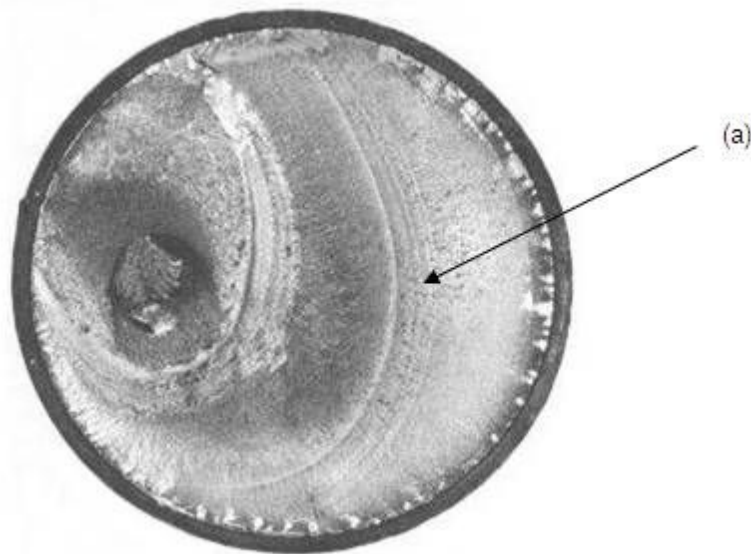


**FIGURA 20: CORROSIÓN GALVÁNICA**

**Fuente:** Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

### 2.9.8 CORROSIÓN POR ESFUERZO

Otro tipo de especial de corrosión es por esfuerzo. Esto ocurre cuando el metal está sujeto a un esfuerzo de tensión en la presencia de un ambiente corrosivo. Los esfuerzos en el metal pueden venir de un temple inadecuado después de un tratamiento térmico, o del ajuste de interferencia de un afianzador. Las roturas causadas por esfuerzo de corrosión crecen rápidamente conforme al ataque corrosivo se concentra en los extremos de la rotura.



**FIGURA 21: CORROSIÓN POR FATIGA**

**Fuente:** Alas de américa, (2000) prevención y control de la corrosión

### **2.9.9 CORROSIÓN POR DESGASTE**

Cuando dos superficies se ajustan apretadamente, pero pueden moverse relativamente una con respecto a la otra, puede corroerse. Estas superficies normalmente no están completamente cerradas como para desalojar el oxígeno hacia a fuera de tal manera que ellas desarrollan la película protectora deseable. Sin embargo, se destruye por el roce continuo. Cuando el movimiento entre estas dos superficies es pequeño, las virutas entre ellas no tienen oportunidad de escapar, y actúan como un abrasivo para erosionar aún más la superficie. En estos momentos este tipo de corrosión se presenta sobre la superficie, normalmente ocurre el daño y las partes deben de ser reemplazadas. La aplicación de lubricantes correctos puede minimizar este tipo de daño.



**FIGURA 22: CORROSIÓN POR DESGASTE**

**Fuente:** Faa-8083-30\_ch06 corrosion control

## **2.10 AIRE COMPRIMIDO**

Se puede definir el aire comprimido como una determinada masa de aire que se encuentra a una presión superior a la atmosférica. Se trata de aprovechar la capacidad de compresión que tiene el aire atmosférico, para usarlo como energía o para acumularlo en un recipiente con la idea de un uso posterior.

La capacidad de compresión del aire atmosférico se explica por las leyes de los gases. Posiblemente la que mejor define al aire comprimido es la de Boyle-Mariotte, que dice: la presión que se ejerce por una determinada fuerza es inversamente proporcional al volumen de una masa gaseosa, considerando que la temperatura se mantenga constante.

El aire comprimido se consigue usando unos equipos denominados compresores, que aspiran el aire atmosférico y lo comprimen hasta llegar a un

valor de presión requerido y superior al de la presión atmosférica a la que se encontraba. Este valor de presión puede ser de unos gramos/cm<sup>2</sup> sobre la atmósfera o de muchos kg/cm<sup>2</sup>.

Hoy en día, es una de las fuentes de energía más utilizada, debido a su seguridad, rapidez y facilidad de manejo. Es evidente que la electricidad o el gas siguen estando por delante, debido a que tienen más aplicaciones que la del aire comprimido, pero son muchas las aplicaciones que se basan en esta fuente de energía.

La facilidad de uso del aire comprimido y el hecho de que pueda ser generado localmente, hacen que tenga múltiples aplicaciones. Como fuente de energía, para el uso en movimiento de maquinaria, actuadores, soplado, sistemas de frenos, elevación, en si en la propia industria, etc.

La utilización del aire comprimido en la industria está ampliamente extendida, y en actuaciones tan diversas, como accionamiento de máquinas herramientas, actuadores de válvulas, maquinaria, etc. Dado que su accionamiento es debido a un fluido a presión, su empleo da lugar a la aparición de unos riesgos específicos, que se van a ver magnificados si se hace un mal uso del mismo.

## **2.11 COMPRESORES**

Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para



hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión. En esta última característica precisamente, se distinguen de las soplantes y ventiladores que manejan grandes cantidades de fluidos compresibles (aire por ejemplo) sin modificar sensiblemente su presión, con funciones similares a las bombas de fluidos incompresibles. Un compresor es una máquina capaz de elevar la presión del gas que maneja.

En la industria básicamente se encuentra cinco tipos de compresores que se agrupan a su vez en dos grandes familias: compresores de desplazamiento positivo y compresores dinámicos, además la misión de los compresores es:

- Alimentar la red de aire comprimido para instrumentos
- Recircular gas a un proceso o sistema
- Alimentar aire a presión para mantener algún elemento en circulación.

Los tipos de compresores utilizados en la industria se clasifican de la siguiente manera:

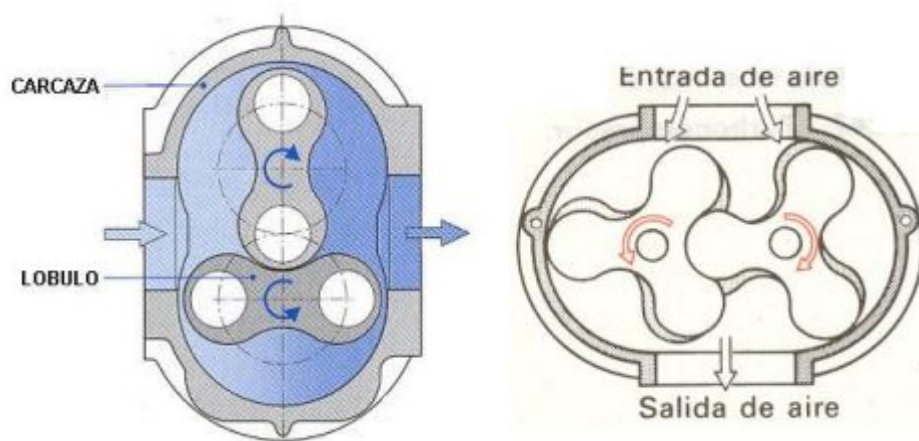
- Compresores de desplazamiento positivo:
  - Rotativos
    - Lóbulos
    - Tornillos
    - Paletas
  
  - Alternativos
  
- Dinámico
  - Centrifugo
  - Flujo axial

### **2.11.1 COMPRESORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO**

Los tipos de desplazamiento positivo son de dos categorías básicas: Reciprocantes y Rotatorias. El compresor reciprocante tiene uno o más cilindros en los cuales hay un pistón o embolo de movimiento alternativo que desplaza un volumen positivo en cada carrera. Los rotatorios incluyen los tipos de lóbulos, tornillos y paletas. Cada uno con una carcasa, o con más elementos rotatorios que se acoplan entre sí, como los lóbulos o las espirales, o desplazan un volumen fijo en cada rotación. Son unidades donde el incremento de presión se logra introduciendo un volumen de gas en espacio determinado, que posteriormente es reducido por medios mecánicos.

### 2.11.1.1 COMPRESORES ROTATIVOS DE LÓBULOS.

Los compresores de lóbulos tienen dos rotores simétricos en paralelo sincronizados por engranajes. Producen altos volúmenes de aire seco a relativamente baja presión. Este sistema es muy simple y su funcionamiento es muy parecido a la bomba de aceite del motor de un auto donde se requiere un flujo constante. Tienen pocas piezas en movimiento. Son lubricados en general en el régimen de lubricación hidrodinámica aunque algunas partes son lubricadas por salpicadura del aceite. A veces los rodamientos o cojinetes pueden estar lubricados por grasas.



**FIGURA 23: COMPRESOR DE LÓBULOS**

**Fuente:** <http://es.slideshare.net/angelfercho/tipos-de-compresores>

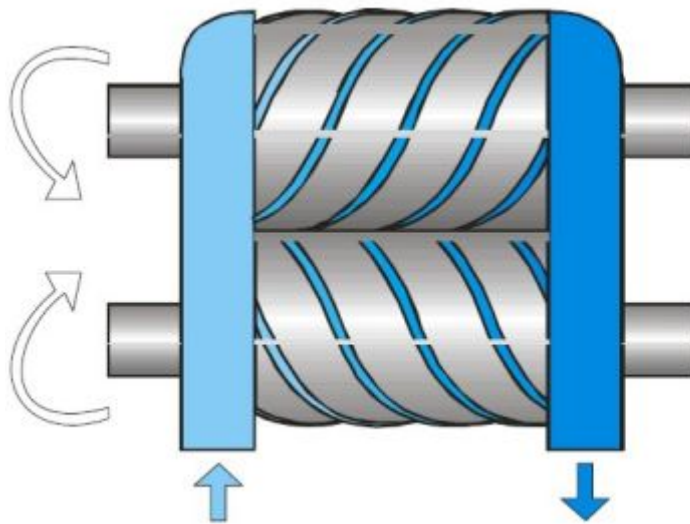
### 2.11.1.2 COMPRESORES ROTATIVOS DE TORNILLO

Dos tornillos helicoidales que engranan con sus perfiles cóncavo y convexo impulsan hacia el otro lado el aire aspirado axialmente. En estos compresores, el aire es llevado de un lado a otro sin que el volumen sea modificado. En el lado de

impulsión, la estanqueidad se asegura mediante los bordes de los émbolos rotativos. Entre sus características más importantes destacan:

- a) Silencioso, pequeño, bajo costo
- b) Flujo continuo de aire
- c) Fácil mantenimiento
- d) Presiones y volúmenes moderados

Al girar los tornillos, el aire entra por la válvula de admisión con el aceite. El espacio entre los labios es progresivamente reducido al correr por el compresor, comprimiendo el aire atrapado hasta salir por la válvula de salida.



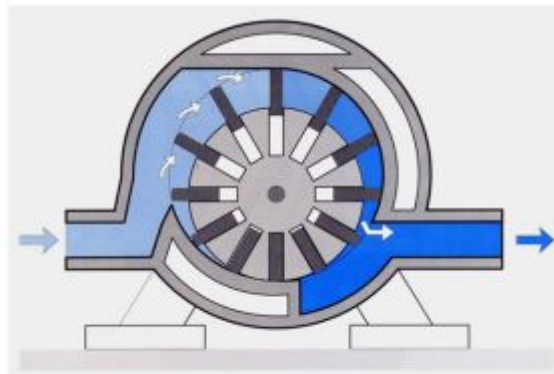
**FIGURA 24:** COMPRESOR ROTATIVO DE TORNILLO

**Fuente:** <http://es.slideshare.net/angelfercho/tipos-de-compresores>

### 2.11.1.3 COMPRESORES ROTATIVOS DE PALETA

En el compresor rotativo a paletas el eje gira a alta velocidad mientras la fuerza centrífuga lleva las paletas hacia la carcasa (estator) de afuera. Por la carcasa ovalada, continuamente entran y salen por canales en su rotor. Este sistema es parecido a la bomba hidráulica a paletas como la bomba utilizada en la dirección hidráulica del auto. Entre las características más importantes tenemos:

- a) Silencioso y pequeño
- b) Flujo continuo de aire
- c) Buen funcionamiento en frío
- d) Sensibles a partículas y tierra
- e) Fácil mantenimiento
- f) Presiones y volúmenes moderados



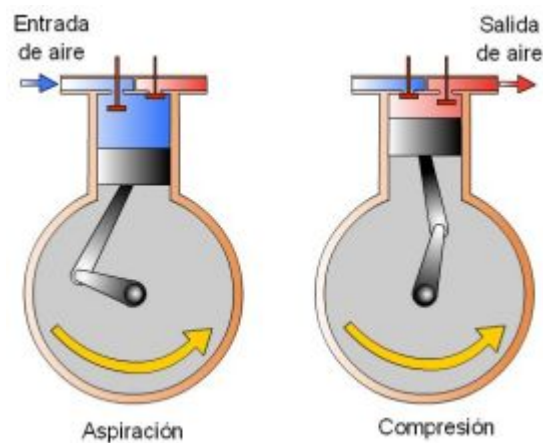
**FIGURA 25:** COMPRESOR ROTATIVO DE PALETAS

**Fuente:** <http://es.slideshare.net/angelfercho/tipos-de-compresores>

### 2.11.2 COMPRESORES ALTERNATIVOS

El compresor a pistón es semejante al motor de combustión del auto y puede ser de efecto simple para baja presión o doble para alta presión. Los pistones, cojinetes y válvulas requieren lubricación. Sus características son:

- a) Ruidoso y pesado
- b) Fluido de aire intermitente
- c) Funciona en caliente (hasta 220° C)
- d) Necesita mantenimiento costoso periódico
- e) Alta presión con moderado volumen



**FIGURA 26:** COMPRESOR ALTERNATIVO

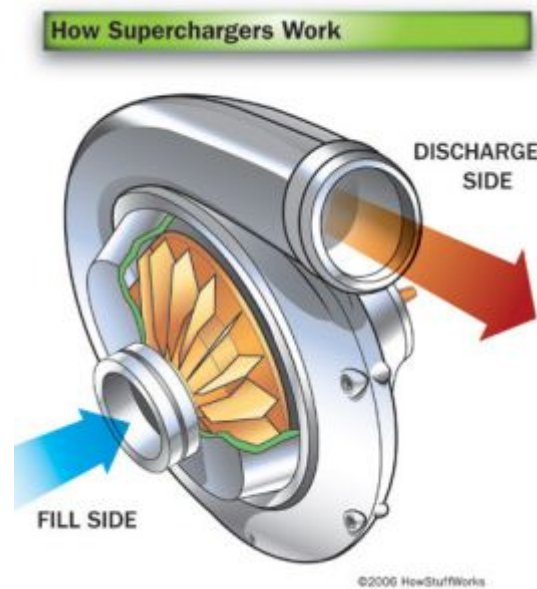
**Fuente:** <http://es.slideshare.net/angelfercho/tipos-de-compresores>

### 2.11.3 COMPRESORES DINÁMICOS

Son máquinas de flujo continuo donde se transforma la energía cinética en presión, los mismos que se dividen en: Centrífugos y Axiales.

### 2.11.3.1 COMPRESORES CENTRÍFUGO

Los compresores centrífugos son el tipo que más se emplea en la industria de procesos químicos porque su construcción sencilla, libre de mantenimiento, permite un funcionamiento continuo durante largos periodos y tienen pocas piezas en movimiento, reduciendo la pérdida de energía con fricción y calentamiento.



**FIGURA 27: COMPRESOR CENTRÍFUGOS**

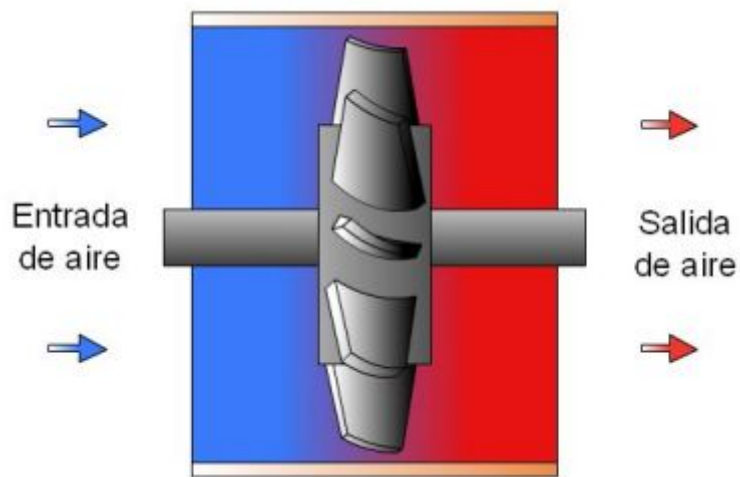
**Fuente:** <http://es.slideshare.net/angelfercho/tipos-de-compresores>

### 2.11.3.2 COMPRESORES AXIALES

En estos compresores, el flujo del gas es paralelo al eje o al árbol del compresor y no cambia de sentido como en los centrífugos de flujo radial. La carga por etapa del axial es mucho menor (menos de la mitad) que la de un tipo

centrífugo, por ello, la mayor parte de los axiales son de cierto número de etapas en serie características:

- a) Gas/Aire libre de aceite
- b) Flujo de aire continuo
- c) Presiones variables a caudal de flujo fijo
- d) Alto caudal de flujo. Presiones moderadas y bajas



**FIGURA 28:** COMPRESOR AXIALES

**Fuente:** <http://es.slideshare.net/angelfercho/tipos-de-compresores>



## CAPÍTULO III

### 3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La cabina se construyó con el fin de realizar la limpieza superficial de componentes que estén hechos de aceros y sus aleaciones para luego realizar su correspondiente inspección y su tratamiento superficial. De esta manera se puede evitar el uso de espátulas, mejorando la calidad de limpieza superficial de la misma, además ayudando a disminuir la contaminación ambiental y mejorando el tiempo de entrega, adaptando tecnología que se encuentra al alcance de nuestras manos.

Su construcción fue adecuada para una persona de 1.65m ayudando ergonómicamente al operario, ya que se realizó un análisis de la estatura del personal que actualmente se encuentra laborando en la empresa, siendo así que la persona que se designe como operario de esta máquina puede trabajar tranquilamente sin tener que doblar las rodillas o pararse sobre una base o grada.

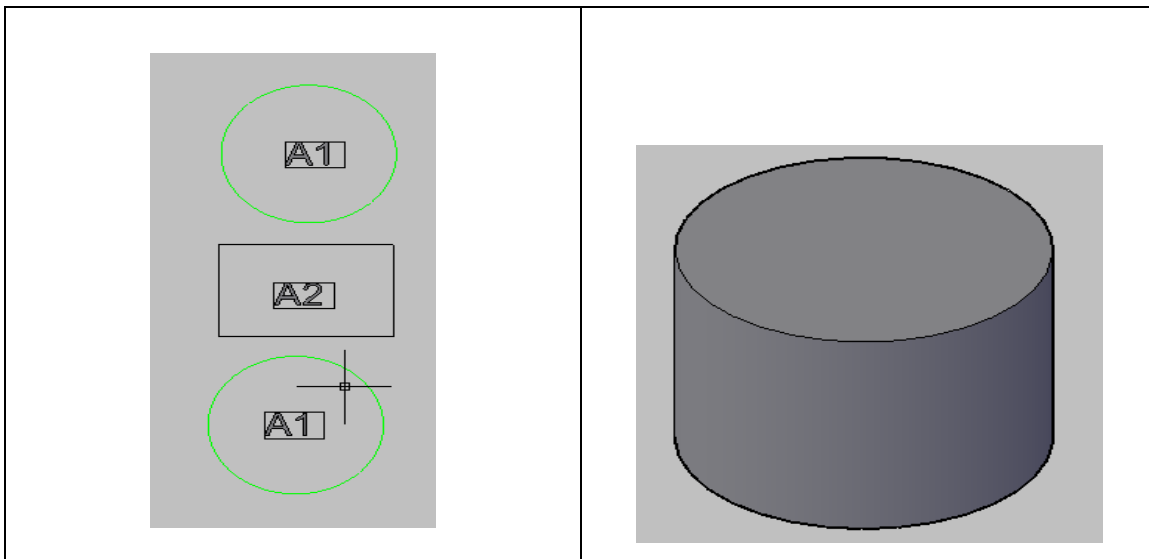
En la construcción de la cabina se utilizó lámina de acero estructural A36 de 1/20 de pulgada de espesor, debido a que sus características son adecuadas para soportar el impacto de la granalla o arena a presión, además de su peso que es relativamente ligero que facilita el poder mover la máquina de un lugar a otro.

### 3.1.1 CÁLCULOS VOLUMEN

Se realizó el cálculo del volumen que se necesita para la cabina de la sandblasting siendo así que el mayor volumen que necesitamos es el de un tambor del avión A320.

#### 3.1.1.1 VOLUMEN TAMBOR

- $A1 = \pi r^2$
- $A1 = \pi(30cm)^2$        $A1 = \pi(900)cm^2$
- $A2 = b * h$        $A2 = (2\pi) * 30cm * 45cm$        $A2 = 2700\pi cm^2$
- $At = 2A1 + A2$        $At = 2(900\pi)cm^2 + 2700\pi cm^2$        $At = 8482.30cm^2$
- $V = \pi r^2 h$        $V = \pi(30cm)^2 * 45cm$        $V = 40500cm^3$
- $V = 0.0405m^3$



**FIGURA 29: DIVISIÓN ÁREAS**

**Elaborado por:** Andrés Chicaiza

### 3.1.1.2 VOLUMEN DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL

$$VT = V1 + V2 + V3$$

- $V1 = 107\text{cm} * 91\text{cm} * 120\text{cm}$

$$V1 = 1.168 \text{ m}^3$$

- $V2 = 55\text{cm} * 55\text{cm} * 15\text{cm}$

$$V2 = 0.045 \text{ m}^3$$

- $V3 = \frac{15\text{cm} * 35\text{cm} * 15\text{cm}}{2}$

$$V3 = 0.004 \text{ m}^3$$

- $VT = 1.168 \text{ m}^3 + 0.045 \text{ m}^3 + 0.004 \text{ m}^3$

$$VT = 1.21 \text{ m}^3$$

La cabina tiene un volumen de  $1.21 \text{ m}^3$ , en el cual se puede ingresar tranquilamente los componentes más grandes que generalmente se trabaja en la empresa en este caso estamos hablando de los aros de los aviones A320 que tienen un volumen de  $0.045 \text{ m}^3$  y además de las hélices que llegan a overhaul por tiempo calendario o por horas de servicio, la dimensión establecida brinda la facilidad de mover con total libertad al componente que se encuentra dentro.

### 3.2 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Realizando el estudio de alternativas del material con el que se conformara la estructura se realiza la investigación de cada uno de los tipos de materiales y sus propiedades mecánicas, buscando un menor costo, realizando sus respectivos análisis se mantiene como buena elección la lámina de acero A36 para la construcción estructural de la cabina de sandblasting de 1/20 de pulgada de espesor, dándonos cuenta en la tabla de continuación de las propiedades de otros material comúnmente también utilizados.

**Tabla 2:** Propiedades mecánicas de aceros

PROPIEDADES MECÁNICAS						
Calidad	Norma	Designación	Fluencia	Resistencia	Elongación	Usos
Comercial	ASTM A 1011	SAE 1006	—	—	—	Ornamentación, tubo no estructural, autopartes
		SAE 1008				
Estructural	ASTM A 36	A 36	250 Mpa	400 - 550 Mpa	23 % min	Estructuras metálicas, tubos, autopartes
	ASTM A 1011	SS GRADO 50	340 MPa	450 MPa	17 % min	Acero de alta resistencia superior al A36
	ASTM A 572	SS GRADO 50	345 MPa	450 MPa	21 % min	Acero de alta resistencia superior al A36
	ASTM A 588	TS > 70	345 MPa	485 MPa	21 % min	Acero de alta resistencia con resistencia a la corrosión. Fabricación de puentes
Alta presión	JIS 3116	SG 30 - SG 295	295 MPa	440 MPa	26 % min	Recipientes metálicos para gases licuados o comprimidos
	JIS 3116	SG 33 - SG 325	325 MPa	490 MPa	22 % min	
	ASTM 283	GRADO C	205 MPa	380 - 515 Mpa	25 % min	Tanques de almacenamiento

**Fuente:** [http://www.joseluismesarueda.com/documents/TEMA\\_6\\_001.pdf](http://www.joseluismesarueda.com/documents/TEMA_6_001.pdf)

El acero ASTM A36 es el tipo de uso más común en la construcción. Sus propiedades permiten que se use el acero en muchas aplicaciones, a diferencia de otras aleaciones de menor rendimiento.

### 3.2.1 ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN

**TABLA 3:** VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SANDBLASTING POR SUCCIÓN Y POR PRESIÓN

N°	CARACTERÍSTICAS	SANDBLASTING POR SUCCIÓN		SANDBLASTING POR PRESIÓN	
		VENTAJA	DESVENTAJA	VENTAJA	DESVENTAJA
1	MENOR PERDIDA DE ABRASIVO	X			X
2	MENOS CONTAMINACIÓN DE RESIDUO DE ABRASIVO	X			X
3	UTILIZA AIRE DEL MEDIO AMBIENTE	X		X	
4	MEJORAMIENTO DE RESPUESTA DEL TIEMPO DE TRABAJO	X		X	
5	ADAPTACIÓN PARA AROS	X			X
6	ESPACIO DE IMPLEMENTACIÓN		X	X	
7	SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN	X			X
8	REGULADOR DE PRESIÓN POR CADA ETAPA	X			X
9	COSTO DE SISTEMA DE PRESIÓN		X	X	

**Elaborado por:** Andrés Chicaiza

**CONCLUSIÓN:** Además de elegir el metal de trabajo para la construcción de la maquinaria, se obtiene como resultado que el sistema de sandblasting por succión es el apropiado en nuestra rama, por sus características y rendimiento apropiado.

### 3.3 CONSTRUCCIÓN

Este equipo está compuesto por:

- Estructura de la cabina principal.
- Agujeros para introducción de manos.
- Sistema de iluminación.
- Caída piramidal invertida.
- Sistema de presión directa..
- Tolva.
- Sistema de extracción de polvo.
- Pintura y protección.

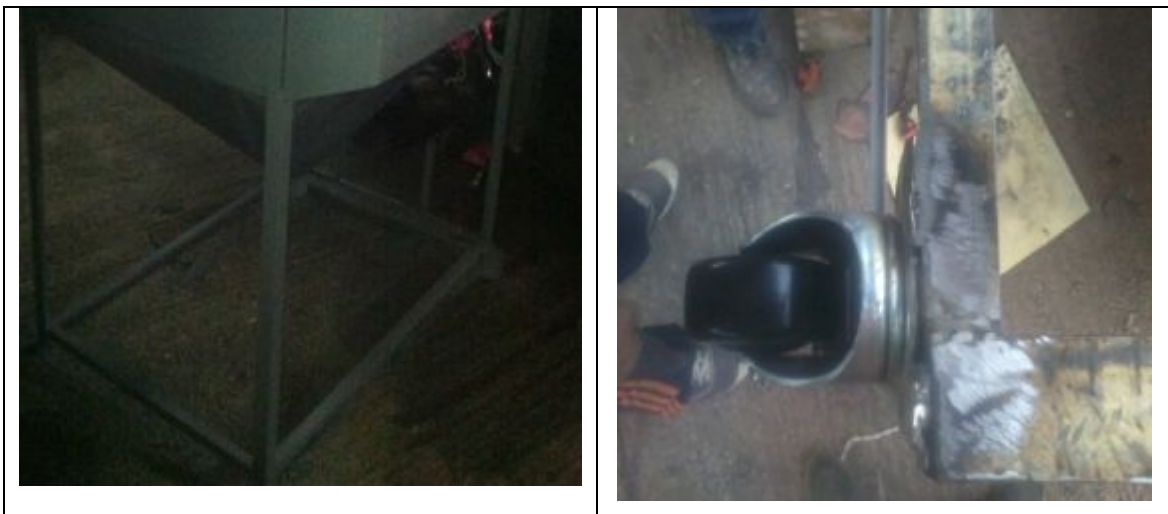
#### 3.3.1 ESTRUCTURA DE LA CABINA PRINCIPAL

Se analizó las variables para comprar dos láminas entera de acero A36, cinco tiras de ángulos de 6m.\* 2cm.\*0.5cm., tubo cuadrado tres tiras de 6m.\* 2cm.\*0.5cm., siendo estos como elementos principales para la formación de la cabina. Teniendo muy en cuenta que se logró encontrar todo esto en un mismo lugar, ayudando a economizar tiempo y dinero.

### 3.3.1.1 CORTE LAMINA ASTM A36

En el proceso de corte de la lámina que es utilizada en el armazón de la cabina se utilizó una cizalla ya que nos proporciona una tolerancia muy baja de error en las medidas y además de eso es el método más fácil para cortar la lámina de acero A36 de 1/20 de pulgada de espesor, también se utilizó una dobladora para poder obtener el ángulo de 45° que se encuentran en la parte inferior de los orificios de las manos.

Además se utilizó ángulos de acero estructural A36 de 6m.\*4cm.\*0.5cm y 6m.\*2.5cm.\*0.5cm. para la estructura inferior del cabina, en el perfil de la puerta lateral de la ventana y parte interior del soporte, además se cortó los tubos cuadrados de 6m.\*4cm.\*0.5cm. que son el soporte interior de los laterales de la cabina. Se implementó llantas en la parte más inferior de soporte estructural una por cada lado, en total cuatro.



**FIGURA 30: SOPORTE INFERIOR**

### 3.3.1.2 SOLDADURA

En el proceso de la construcción de la cabina se utilizó el proceso de soldadura más conocido en la actualidad que es la SMAW interviniendo algunas variables que se describen a continuación.

Las posiciones de soldadura, se refieren exclusivamente a la posición del eje de la soldadura en los diferentes planos a soldar. Básicamente son cuatro las posiciones de soldar y todas exigen un conocimiento y dominio perfecto del soldador para la ejecución de una unión soldadura.

El proceso utilizado a todo lo que se refiere a la soldadura de esta cabina se lo realizó con una suelda de 110V -220V, utilizando 70A, y el electrodo 6013 que es un poco más de consistencia la típico electrodo que es el 6011.

A continuación se detalla los tipos de suelda que se realizó en el trabajo de suelda de las planchas de acero A36, para las uniones se utilizó una suelda plana a tope tanto horizontal como vertical, además unas pocas fue necesario utilizar la técnica de suelda de filete. En un momento se encontró que se podía unir dos pedazos de lámina ya que faltó un poco para la completar un lado, entonces se procedió a la unión de estos dos pedazos por el método de suelda plana en la parte exterior y en la parte interior se colocó una retaso que cubra toda la unión y que sirva como refuerzo se utilizó una unión traslapada.

Para la unión de los ángulos se utilizó la técnica de soldar de forma traslapada y además realizando una unión en T, se utilizó el mismo electrodo 6013



y el mismo amperaje. Para la soldadura de los tubos cuadrados se utilizó la suelda norma plana y las especificaciones ya mencionadas anteriormente.

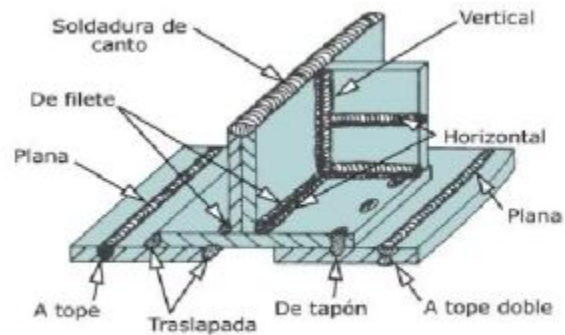


Fig. 2.15 Denominación de los tipos de soldadura

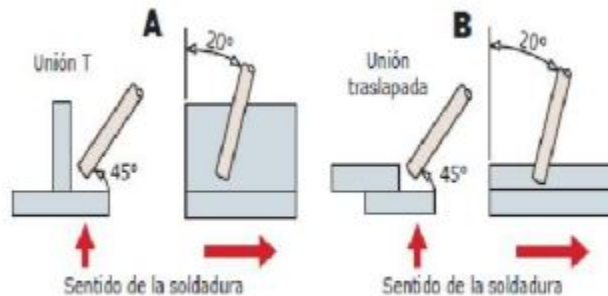


Fig. 2.16 Ángulos de los electrodos para soldadura de filete

### FIGURA 31: TIPOS DE SOLDADURA

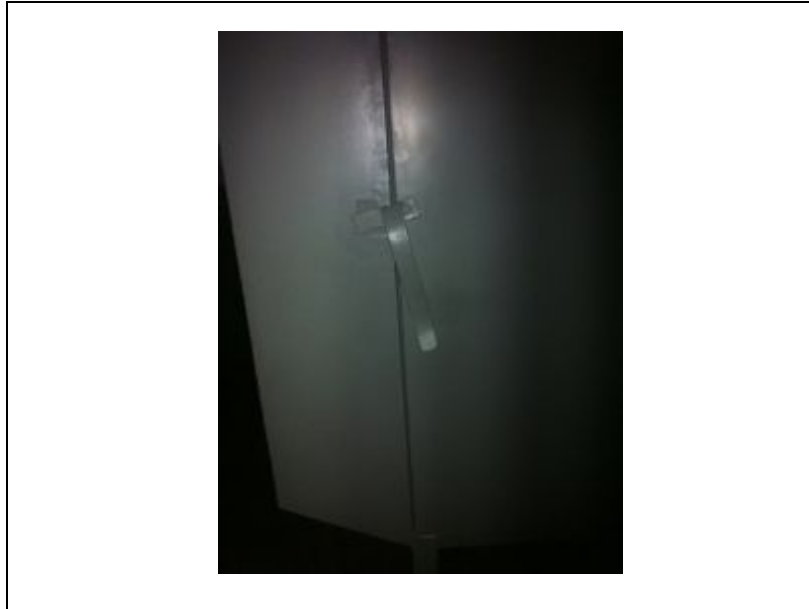
Fuente: <https://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf>





**FIGURA 32: PROCESO DE SOLDADO DE ESTRUCTURA**

Para el aseguramiento de la puerta se colocan dos bisagras al lado izquierdo para poder abrir el compartimiento de la cabina, además para asegurar se suelda una aldaba. Para impedir la fuga de polvo por la puerta se coloca cauchos 3.60m.\*2.5cm.\*0.5cm. en todos los cuatro lados, ayudando así que en el momento de cerrar la puerta se aplastan y proporcionan un aseguramiento total.



**FIGURA 33:** ALDABA DE LA PUERTA

### **3.3.2 AGUJERO PARA INTRODUCCIÓN DE MANOS Y VISOR.**

En la parte frontal de la estructura encontramos dos orificios uno al lado derecho y otro al lado izquierdo, estos orificios es donde se introducirán los brazos y manos, además estos orificios cuentan con una protección de cuero, apto para cubrir todo la longitud de los brazos y manos, esto nos ayuda e evitar que la piel este a libre contacto con el material abrasivo en el momento en que se encuentra en circulación. Se cuenta también con un visor en la parte superior de los orificios de las manos, este visor nos sirve para tener poder observar la parte que está siendo expuesto a limpieza y visibilidad de los lugares en donde falta pasar la pistola de la sandblasting, generalmente los visores son de vidrio templado.



**FIGURA 34: AGUJEROS PARA MANOS**

### **3.3.3 ILUMINACIÓN**

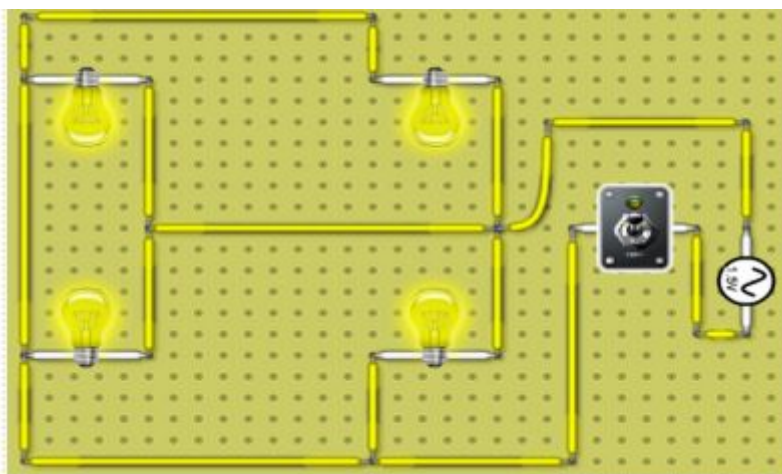
Para mejorar la conformidad de las distintas etapas de la máquina, debe contener su correcta iluminación. Y es importante saber que bien iluminado significa que cada espacio debe tener iluminación adecuada: ni más ni menos que la necesaria.

Si la cantidad de luz es insuficiente, los ojos se ven obligados a trabajar en exceso, y esto deriva la fatiga visual, la cual a su vez ocasiona síntomas de jaqueca, irritación y escozor ocular, pesadez en los parpados, etc.

Por su parte, un exceso en la iluminación artificial de una de sus etapas deriva en el deslumbramiento, es decir, la sensación de molestia que se produce cuando la luz de un objeto es mucho mayor que la de su entorno.

En la máquina son instalados cuatro focos uno en cada esquina superior de la cabina, estos focos son de 60W, suficiente para mantener una iluminación necesaria para el trabajo ya que al momento de la operación se levanta capas de polvo por la mezcla del aire y el material abrasivo, su accionamiento es mediante un interruptor que se encuentra en la pared exterior de la cabina, las marca del interruptor es VETO con las siguientes características: 10 Am, 110V-220 Vac.

Se procede a colocar unas canaletas de 2.5cm.\*0.8cm para el cableado brindando así estética y protección.



**FIGURA 35: CIRCUITO ELÉCTRICO**

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

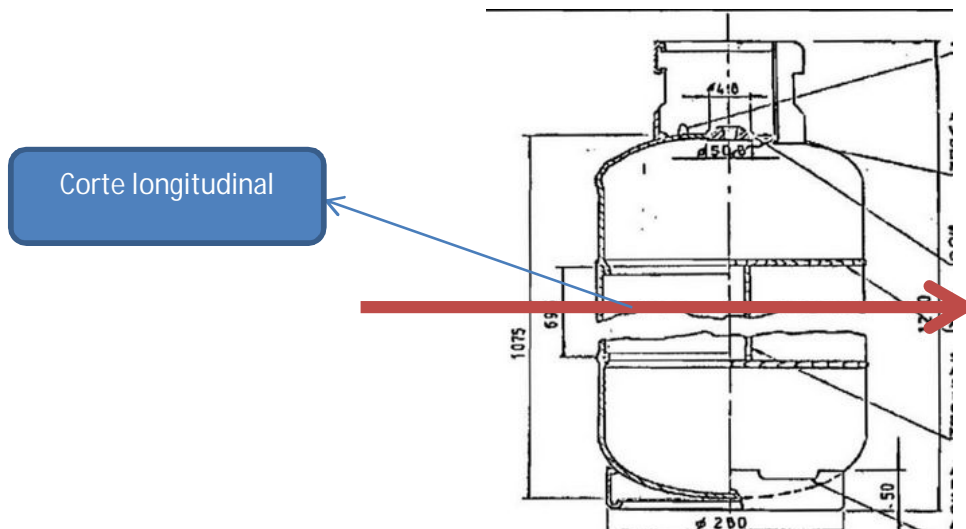


**FIGURA 36: INSTALACIÓN CIRCUITO ELÉCTRICO**

### **3.3.4 PARTE INFERIOR DE LA CABINA**

Una de las características más notorias de esta máquina es la caída en forma de pirámide invertida, que nos ayuda a que el material abrasivo caiga con más facilidad, además en esta sección se encuentra una adaptación que nos sirve para abrir o cerrar el paso de la arena hacia el tanque que se encuentra más abajo, al operar esta manija debemos tener en cuenta que no se podrá mover si el tanque se encuentra con presión.

También en la parte inferior se encuentra el tanque donde se almacena la arena y se mezcla con el aire. El tanque fue hecho por medio de un tanque de cilindro de gas adaptado, ya que este cilindro puede soportar tranquilamente la presión máxima de la que necesitamos 60 psi, se procede a realizar un corte longitudinal al tanque, las capacidades de estos tanques van de 20 y 30 kg, nosotros utilizamos uno de 30kg/cm<sup>2</sup>, (29.42) bares o (426) psi.



**FIGURA 37: CILINDRO DE GAS**

**Fuente:** <http://www.boschecuador.com/portal/html/gallery/Tecnova/NTE-INEN-2-260-2008.pdf>

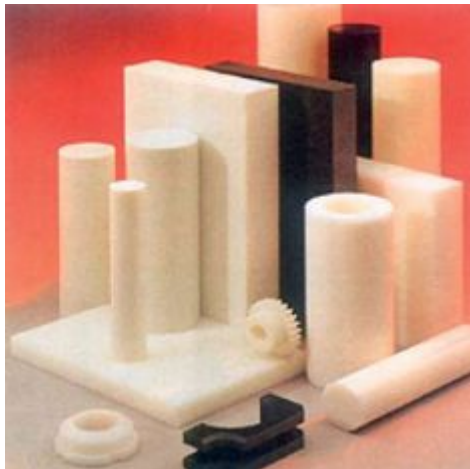
Ya realizado el corte longitudinal al tanque se procede a cortar la parte superior para poder adaptarle la caída del abrasivo, para la suelda de estos elementos se procede a utilizar la suelda Mig ya que las propiedades de esta suelda son las requeridas ya que pueden soportar peso y altos niveles de presión, se soldó un cordón en todo lo circular del cilindro un interior y otro exterior.

Ya soldado se procede a realizar un orificio de 10cm. de diámetro, nos servirá para que el abrasivo caiga al interior del tanque.

Ahora se procede a realizar el aseguramiento del tanque, se estudia métodos de como poder cerrar el tanque, llegando a la conclusión que un duralon cumpliría esa función, siendo así su función es de que cuando exista una presión interna en el tanque este duralon tiende a ingresar al orificio y llegar a un punto en el que sella todo el tanque.

El duralon es un teconopolímero (nylon de alto peso molecular) una de las ventajas más importantes de este elemento es que al tratarse de un elemento de plástico, es muy suave y liviano, además tiene una superficie completamente liza, brindando un completo sellado, del tanque de presurización.

Además se hizo la adaptación de una manija que sirva para poder abrir el orificio del tanque para que caiga el material abrasivo cuando el tanque ya se encuentre totalmente vacío o cuando se lo crea necesario.



**FIGURA 38:** DURALON

**Fuente:** <http://norkply.com/wp-content/uploads/2013/04/DURALON.pdf>





**FIGURA 39:** PROCESO DE INSTALACIÓN DEL DURALON

Para la unión del tanque con la parte superior de la cabina se soldó dos platinas una en la parte superior, en el final de la caída piramidal y otra a la parte superior del tanque, las platinas son de 32\*32, con la principal característica que la suelda de estas platinas se tuvo que hacer con la suelda MIG, ya que si se lo

realizaba con la suelda norma no podrá soportar el peso y la presión que existiera el momento en que la maquina se encuentre en funcionamiento.



**FIGURA 40:** PROCESO DE INSTALACIÓN CILINDRO A LA ESTRUCTURA

### 3.3.5 SISTEMA DE PRESIÓN DIRECTA

El sistema de presión directa se lo realizo primero mediante un asesoramiento de un ingeniero hidráulico y neumático, empezando de cómo será el funcionamiento de cada parte a utilizar.

En primer lugar se instala la unidad de mantenimiento tomando en cuenta la posición en la que la unidad trabaja, antes de la unidad de mantenimiento se utilizó un acople para la entrada de la manguera que llega directamente del compresor, seguido de esto se coloca una T de media que sale a la unidad de mantenimiento y otra hacia el manómetro que regula la presión de ingreso al pedal, esta presión es de 20 psi. Seguido a continuación de la unidad de mantenimiento se coloca una cruz de media para que el aire se divida a la entrada del tanque y otra vaya directo hacia la parte inferior del tanque presurizado, se utiliza una manguera de altas presión, su capacidad es de 300 psi.

El pedal de accionamiento se lo divide en tres ya que el accionamiento del pedal pasa a un cilindro actuador de doble paso, la función de este actuador es el de abrir o cerrar la llave de paso para que pase el abrasivo, el pedal tiene tres entradas una para la posición A donde sale una toma de aire, otro para la posición B de igual manera sale una toma de aire y una toma donde entre el aire regulado del manómetro. **VER ANEXO B.**

Como resultado de este sistema obtenemos una función muy conocida que es el efecto Venturi que a continuación se lo detalla.

El efecto Venturi se forma en la salida inferior del tanque presurizado y en la salida de la toma de la T del aire que esta después de la unidad de mantenimiento.

Entonces en el proceso en donde se encuentran las dos presiones se produce el efecto Venturi.

Después de todo este proceso pasa a una manguera de alta presión que soporta 300 psi de  $\frac{1}{2}$ ", finalmente llegando a una boquilla de vidia, en donde expulsa el abrasivo.





**FIGURA 41: INSTALACIÓN SISTEMA DE PRESIÓN**

### 3.3.6 TOLVA

La tolva se realizó de dos contenedores plástico de 50cm. de altura, colocándoles uno en forma inversa obteniendo una figura cónica. Este tolva nos sirve para que el extracto deposite los residuos extraídos en el proceso en que la maquina se encuentra en funcionamiento, además ayuda a que el polvo salga directamente al medio ambiente, además se unió la tolvas con silicona en la parte central.

En la parte superior de la tolva se colocó el extractor.



**FIGURA 42: TOLVA CON EL EXTRACTOR.**

### 3.3.7 SISTEMA DE EXTRACCIÓN

El sistema de extracción de polvo de la arena funciona en el momento en el que se está trabajando, se lo instalo en la parte superior de la estructura de la cabina siendo, así que se tuvo que realizar dos orificios uno a cada extremo, se tomó esta decisión de colocar dos salidas ya que el volumen interior de la cabina es alto y solo con un orificio no abastecería para sacar todo el polvo que se encontrará en el interior, luego se colocó un codo por cada lado para poder hacer la instalación para la entrada al extractor, ya que lo recomendable es de tener el extractor alejado por lo menos unos dos metros de la cabina, ya que impedimos que se contamine tanto el aire del puesto de trabajo y que se encuentre en un ambiente abierto para su mejor funcionamiento.

La manguera que se utilizo es flexible y del mismo diámetro de los tubos, el extractor es ubicado en la parte superior de la tolva ya que ahí es donde se contendrá los residuos del trabajo que se realiza en la cabina. Se adapta por medio de un tubo PVC de media para poder unir la tolva con la manguera.

Además se realiza la instalación eléctrica del extractor de polvos, la instalación se realizó con una conexión directa desde él toma corriente de 110

Vac, además el extractor cuenta con un interruptor para su encendido o su apagado.



**FIGURA 43: INSTALACIÓN DEL EXTRACTOR**

### **3.3.8 PINTURA Y PROTECCIÓN**

Para la pintura se procede primero al lijado de toda la estructura metálica para obtener una superficie libre de impurezas, además se tomó fallas en las superficies con masilla plástica Mustang se utilizó 4 tarros de medio litro, obteniendo así una superficie totalmente lisa, continuamos con la primera capa de pintura que es el fondo se utilizó aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de galón y fue de color verde, teniendo en cuenta que el fondo ayuda a la conservación del material.

Se procede al pintado de la estructura con pintura antioxidante mate en toda la superficie sin excepción, luego de esperar unos 40 minutos para que se seque la pintura se procede a pintar el soporte de la cabina, el tanque presurizado y un contorno de la parte lateral de la cabina de color negro, siendo así que da un detalle de presentación visual y llama la atención.

Finalmente se encuentra la cabina pintada y más que todo se encuentra protegida de los agentes del medio ambiente.

Se procede a colocar los adhesivos de seguridad industrial.



**FIGURA 44: PROCESO DE PINTURA**

### 3.3.9 DIMENSIONES CABINA DE SANDBLASTING

**Tabla 4: DIMENSIONES DE CABINA**

DIMENSIONES DE MAQUINA SANDBLASTING					
N°	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	MATERIAL
1	ESTRUCTURA DE LA CABINA SUPERIOR	1200	810	2	A36
2	LATERAL ESTRUCTURA	1000	81	2	A36
3	ÁNGULOS DE SOPORTE	750	810	1	A36

**Fuente:** Andrés chicaiza



Para la construcción de esta maqueta se debe tener en cuenta la optimización de los recursos, materiales y equipos, no todos los componentes que constituyen la maqueta fueron construidos. A continuación se detallan los componentes construidos y no construidos.

### **CONSTRUIDOS**

- Paredes laterales
- Base interior
- Circuito eléctrico
- Orificios de desfogue de polvo
- Orificios de ingreso de manos
- Visor
- Instalaciones neumáticas
- Tolva
- Tanque de presión

### **NO CONSTRUIDO**

- Ruedas
- Pistola de expulsión de abrasivo
- Llaves de paso
- Acoples, codos, neplos
- Filtros
- Cilindro actuador

### 3.4 DIAGRAMAS DE CONSTRUCCIÓN, ENSAMBLE Y MONTAJE

#### 3.4.1 CODIFICACIÓN DE MAQUINAS

**Tabla 5:** CODIFICACIÓN DE MÁQUINA

<b>N°</b>	<b>MAQUINAS</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>1</b>	CIZAÑA ELÉCTRICA	M1
<b>2</b>	DOBLADORA	M2
<b>3</b>	AMOLADORA ELÉCTRICA	M3
<b>4</b>	TALADRO ELÉCTRICO	M4
<b>5</b>	SOLDADORA	M5
<b>6</b>	COMPRESOR (PINTURA)	M6

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

#### 3.4.2 CODIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS

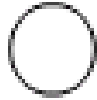


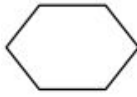

**Tabla 6:** CODIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS

<b>N°</b>	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	FLEXÓMETRO	H1
2	REGLA METÁLICA	H2
3	ESCUADRA METÁLICA	H3
4	RAYADOR	H4
5	MARTILLO	H5
6	AGUANTADORES	H6
7	SIERRA MANUAL	H7
8	BROCAS	H8
9	ENTENALLA	H9
10	PRENSA MANUAL	H10
11	ALICATE	H11
12	LIMAS	H12
13	LLAVE DE TUBO	H13
14	JUEGO DE LLAVES	H14
15	DESARMADORES	H15
16	DIAGONAL	H16
17	CORTAFRIO	H17

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

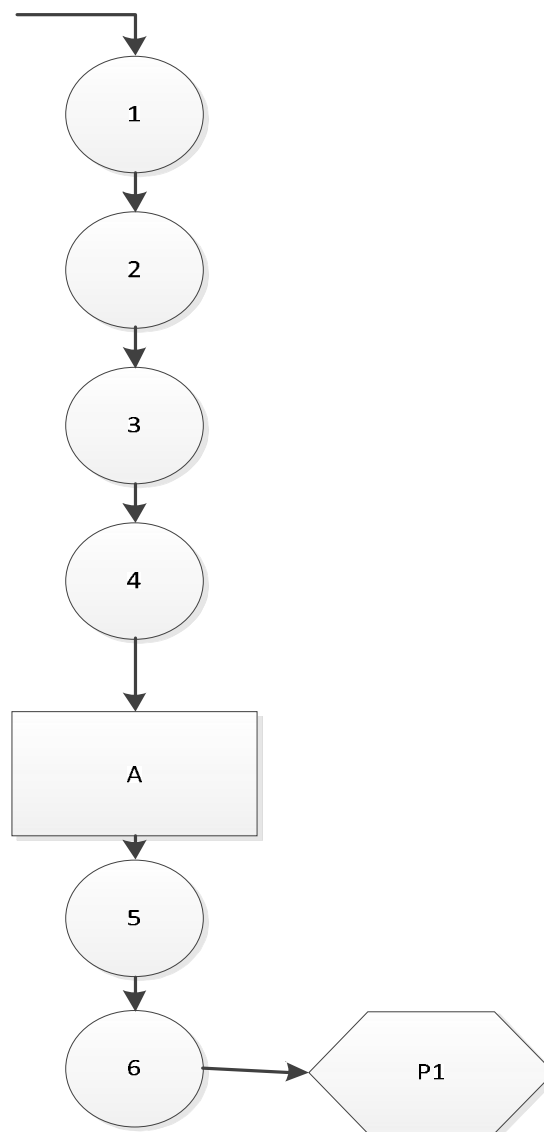
### 3.4.3 SIMBOLOGÍA Y PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA

**Tabla 7:** SIMBOLOGÍA

N°	ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA
1	PROCESO	
2	INSPECCIÓN	
3	LÍNEA DE PROCESOS	
4	PARTE TERMINADA	
5	PRODUCTO TERMINADO	

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

### 3.4.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA



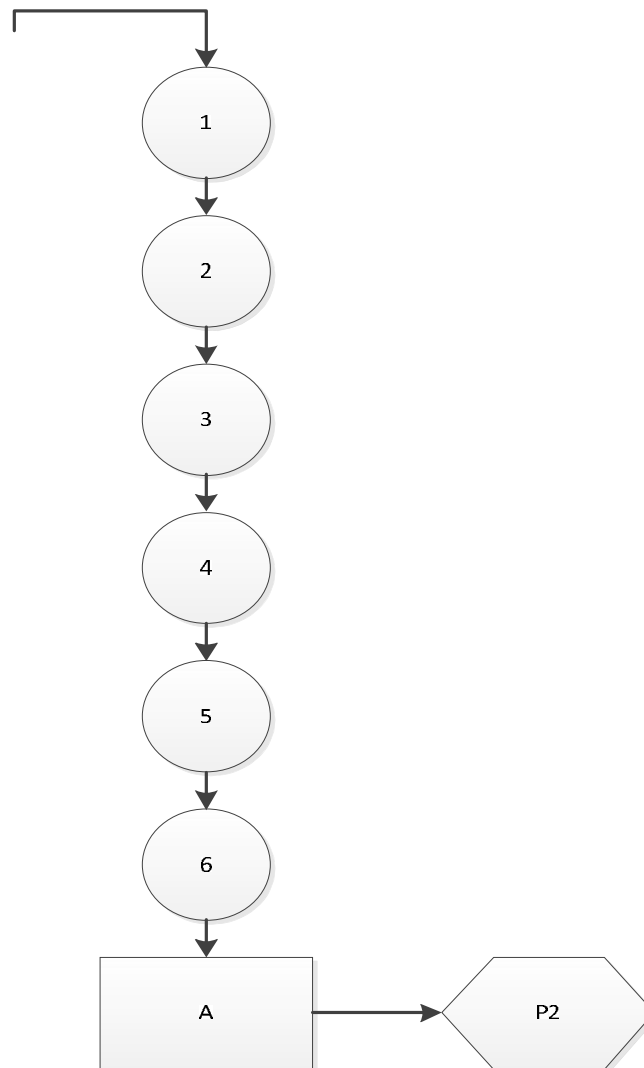
- 1.- MEDICIÓN DE LAMINA A36, ÁNGULOS
- 2.- CORTE DE LA LAMINA A36 ÁNGULOS
- 3.- REALIZAR DOBLADOS NECESARIOS
- 4.- SOLDAR LOS METALES CORTADOS
- A.- INSPECCIÓN CORRECTA SOLDADURA
- 5.- LIMPIEZA DE RESIDUOS DE LA SUELDA Y LIMALLAS
- 6.- FONDO Y PINTURA (ACABADOS)

**Tabla 8:** PROCESO DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL CABINA

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL DE LA CABINA PRINCIPAL					
N°	PROCESO	MAQUINA (M)			
		HERRAMIENTA (H)			
		TIEMPO (MINUTOS) (t)			
		M	t	H	t
1	MEDICIÓN Y TRAZADO			H1-H2-H3-H4	90
3	CORTE DE LAMINAS Y TUBOS	M1 - M3	120	H7-H9	40
4	DOBLADO DE LAMINA	M2	45	H5	90
5	SOLDADURA				
6	LIMPIEZA DE RESIDUOS DE LA SUELDA	M3	30	H10 - H10	30
7	PRIMER	M6	35		
8	PINTURA	M6	35		

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

### 3.4.5 DIAGRAMA DE PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.



- 1.- MEDICIÓN DEL CABLEADO ELÉCTRICO
  - 2.- CORTE DEL CABLEADO
  - 3.- INSTALACIÓN DE BOQUILLAS Y TOMAS DE CORRIENTE
  - 4.- MEDICIÓN Y CORTE DE CABLEADO ELÉCTRICO DE EXTRACTOR
  - 5.- INSTALACIÓN TOMAS DE CORRIENTE
  - 6.- INSTALACIÓN CANALETAS PARA CABLEADO
- A.- INSPECCIÓN CORRECTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

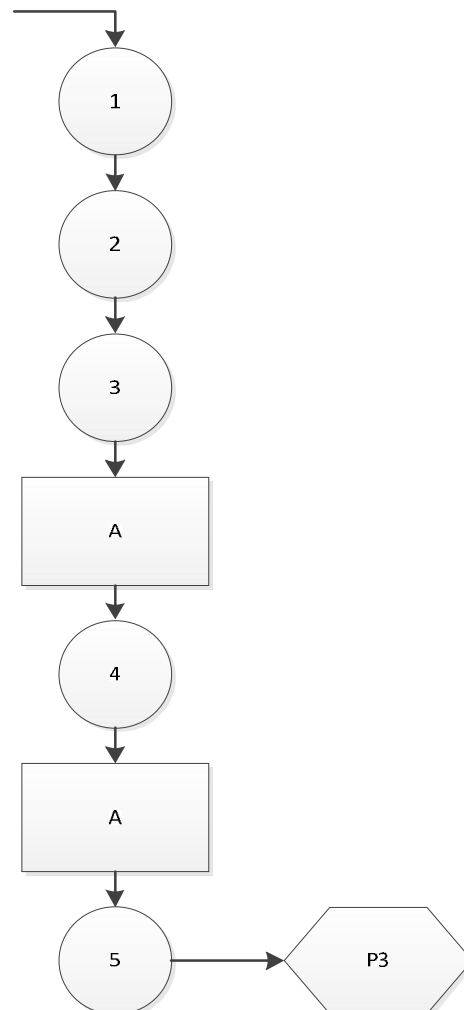
**Tabla 9: PROCESO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

<b>PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
<b>N°</b>	<b>PROCESO</b>	<b>MAQUINA (M) - HERRAMIENTA (H)</b>		<b>TIEMPO (MINUTOS) (t)</b>	
		<b>M</b>	<b>t</b>	<b>H</b>	<b>t</b>
<b>1</b>	DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE			H1 - H11- H16	45
<b>1</b>	ORIFICIOS NECESARIOS EN LA ESTRUCTURA	M5	20	H1 - H4 - H8	20
<b>3</b>	INSTALACIÓN DE BOQUILLAS ELÉCTRICAS	M5	15	H16- H15	30
<b>4</b>	INSTALACIÓN DE TOMA CORRIENTES			H16-H15	30
<b>5</b>	INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES			H16-H15	30

**Realizado por:** Andrés Chicaiza



### 3.4.6 DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN.



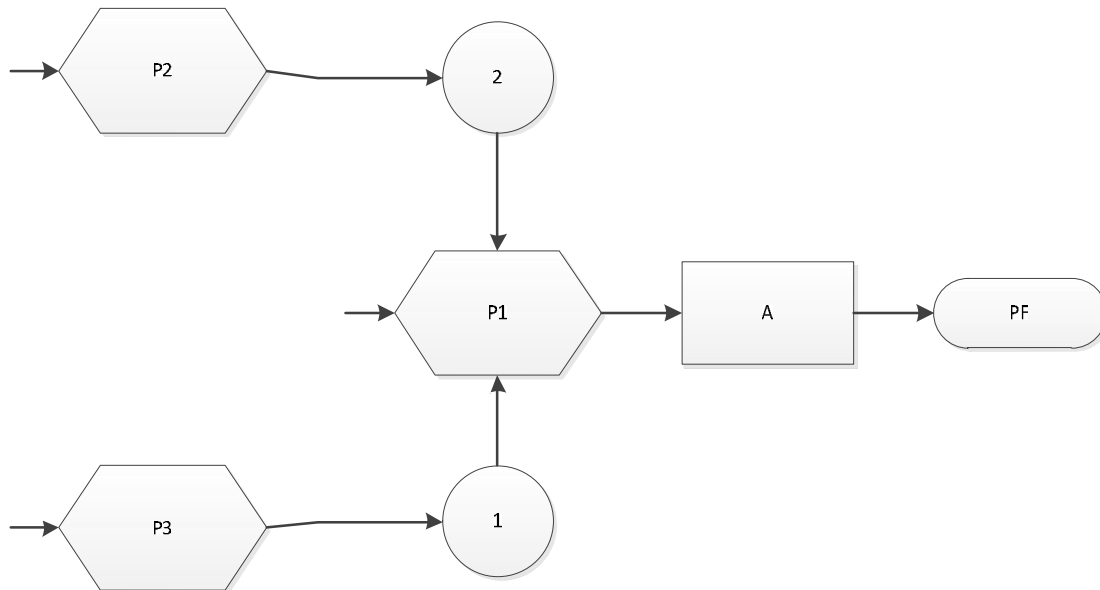
- 1.- COLOCACIÓN DE ADAPTACIONES DE ENTRADA DE AIRE DEL COMPRESOR
- 2.- MEDICIÓN DE MANGUERA DE PRESIÓN
- 3.-COLOCACIÓN DE VÁLVULAS. ACTUADORES, CODOS, NEPLOS, MANÓMETROS, FILTROS, ETC.
- A.- INSPECCIÓN DE ESTANQUEIDAD
- 4.- INSTALACIÓN DE BOQUILLA EXPULSADO DE ABRASIVO
- A.- INSPECCIÓN DE CORRECTA PRESIÓN DE ABRASIVO
- 5.- LIMPIEZA DE RESIDUOS DE TEFLÓN Y AGENTES CONTAMINANTES.

**Tabla 10:** PROCESO DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA DIRECTO

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA DIRECTO DE PRESIÓN					
N°	PROCESO	MAQUINA (M) - HERRAMIENTA (H)		TIEMPO (MINUTOS) (t)	
		M	t	H	t
1	ADECUAR ADAPTACIÓN DEL TANQUE A LA CABINA	M5	80	H1 - H2 - H3	30
1	REALIZAR LA INSTALACIONES NEUMÁTICAS	M4	25	H11- H13 - H14	40
3	COLOCACIÓN DE VÁLVULAS			H11- H13 - H14	45
4	COLOCACIÓN DEL PEDAL DE ACCIONAMIENTO			H13 - H15	15
5	ADECUACIÓN DE PISTOLA ABRASIVA			H15	15
6	ADAPTAR TOMAS DE AIRE			H15 - H14	15

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

### 3.4.7 DIAGRAMA DE UNIÓN DE LAS PARTES.



1.- SOLDADURA

2.- EMPERNADA

3.- PINTURA – ACABADO

A.- INSPECCIÓN DE LO UNIDO

PF.- SANDBLASTING FINALIZADA

- Una vez realizado todos los pasos de ensamble se obtiene como resultado la máquina sandblasting terminada, por lo que posteriormente se procede a llevar a las instalaciones de Esend.

### 3.5 FUNCIONAMIENTO

Para la prueba de funcionamiento primero se realiza la prueba de estanqueidad.

Al realizar las pruebas de estanqueidad se encuentra que tenía fugas por lo que se tuvo que volver a desarma y colocar más teflón en todas las uniones, siendo así que al final se obtiene una correcta funcionalidad del sistema y no se encuentra fugas.

La prueba de estanqueidad se lo realizo con agua y detergente ya que en el momento en que existiera fuga, la mezcla del agua y detergente provoca que en el lugar en donde haya fuga se forme una burbuja de aire lo podemos observar en la siguiente figura.



**FIGURA 45: PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO**

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

Se realiza todos lo proceso especificados en el manual de funcionamiento obteniendo como resultado una maquina correctamente funcional, que satisface las necesidad que se expusieron al inicio del proyecto.

En este se utilizó el abrasivo de arena de silicio ya que la abrasivo a utilizar para el procedimiento aeronáutico es madia plástica pero por motivos de que este abrasivo no se encuentra en el mercado nacional no se la puede utilizar en las pruebas de funcionalidad, pero como resultado final con el otro abrasivo antes mencionado cumple satisfactoriamente lo requerido.

Tener en cuenta que el abrasivo utilizado no es recomendable ya que es un conductor y esto puede provocar accidentes.

Se utilizó para la prueba funcional un compresor alternativo de 4 hp que nos brinda una capacidad de presión de 10 bares o 145 psi, que serán regulados posteriormente por una unidad de mantenimiento.

Realizar el proceso de pruebas para obtener los resultados requeridos, como por ejemplo porque solo mandar 60 psi al tanque de presión si este tiene como capacidad 426 psi, el detalle en este punto es que el duralon solo soporta esta presión de 60 psi si en caso mandáramos una presión mayor el duralon tiende a contraerse y explotar, como otro punto no mandamos una presión alta porque en el momento en que se cortó el cilindro de gas y se adaptó la parte superior en forma contraria, se provoca un choque más grande y puede llegar a provocar fatiga en la soldadura.

### **3.6 ELABORACIÓN DE MANUALES**

A continuación se establece los procedimientos de operación y seguridad, programa de mantenimiento, chequeo mensual, registro de operación y daños notados en el funcionamiento.

#### **3.6.1 TIPOS DE MANUALES**








Se proporcionan los siguientes manuales:

- Procedimientos de operación
- Programa de mantenimiento
- Registro de operación
- Registro de daños


**Tabla 11: CODIFICACIÓN DE MANUALES**

<b>N°</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>1</b>	PROCEDIMIENTO DE FUNCIONAMIENTO	SB-PF-O
<b>3</b>	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	SB-PMM-M
<b>6</b>	REGISTRO DE OPERACIONES	SB-RO-R
<b>7</b>	REGISTRO DE DAÑOS	SB-RO-R

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

		MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	CODIGO: SB-PF-O
		REALIZADO POR: ANDRES CHICAIZA	
		APROBADO POR: JUAN MISE	
PASO	DESCRIPCION		
1	ABRIR LA LLAVE DE PASO DE AIRE DEL COMPRESOR		
2	ABRIL LA LLAVE DE PASO COMPLETAMENTE		
			
3	REGULAR LA PRESIÓN DEL MANÓMETRO A 60 PSI <b>NOTA:</b> TOMAR EN CUENTA EL ABRASIVO A UTILIZAR Y EL MATERIAL QUE SERA EXPUESTO		
			
4	COMPROBAR QUE LA VÁLVULA DE ALIVIO ESTE CERRADA <b>NOTA:</b> ESTA VÁLVULA SE UTILIZARA EN EL CASO DE QUE QUERAMOS QUITAR COMPLETAMENTE LA PRESIÓN DEL TANQUE		
			
5	REGULAR LA VÁLVULA DE CAIDA DE ARENA, A LA CANTIDAD QUE NECESITEMOS		
			
6	REGULAR LA VALVULA DE AIRE, A LA CANTIDAD QUE NECESITEMOS		
			
7	REGULAR EL MANÓMETRO QUE VA AL PEDAL CON 20 PSI <b>NOTA:</b> TOMAR EN CUENTA QUE EL CILINDRO PUEDE TRABAJAR HASTA CON 10 PSI, REDUCIR A ESTE PRESION EN CASO DE NO CONTAR CON PRESIÓN NECESARIA PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO		
			



<b>8</b>	ACCIONAR EL PEDAL, Y COMPROBAR SI EL CILINDRO ES ACCIONADO Y LA LLAVE SE ABRE CASO CONTRARIO REVISE SI TIENE PRESION O CONTROLE SI EL PEDAL ESTA FUNCIONANDO
	
<b>9</b>	COMPROBAR SI LA PRESION QUE EXPULSA LA BOQUILLA DE VIDA ES LA REQUERIDA, CASO CONTRARIO ABRIR MAS LA LLAVE DE PASO DE AIRE Y COMPROBAR SI EL COMPRESOR ESTA TOTALMENTE CARGADO

SB-PMM-M



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DIARIO

REVISIÓN: 1

REALIZADO POR: ANDRÉS CHICAIZA

FECHA: 01/04/2015

APROBADO POR: ING. JUAN MISE

## OBJETIVO:

DOCUMENTAR LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO OPTIMO DE LA MAQUINA SANDBLASTING.

## ALCANCE:

MENCIONAR LAS DIFERENTES TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE SE DEBE REALIZAR PARA ALAGAR LA VIDA ÚTIL DE LA MAQUINA SANDBLASTING.

N°	ÍTEM	ACTIVIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
a	ABRASIVO	Asegúrese de que el material abrasivo seleccionado es del tipo y tamaño correcto para alcanzar los resultados esperados.							
b	COMPRESOR DE AIRE	Use un compresor de aire adecuado para proveer el volumen de aire requerido por sus equipos de Sandblasting.							
c	MANGUERA DE AIRE	Asegúrese de que las mangueras de aire están bien ajustadas al compresor y al resto de los dispositivos que utilicen la conexión.							
d	CUBRE EL EQUIPO	Cuando el equipo de Sandblasting no esté en uso, cúbralo con tapa para evitar el ingreso de elementos y contaminantes al contenedor.							
e	MANGUERA DE SUCCIÓN	Cuando el equipo de Sandblasting no esté en uso, cúbralo con tapa para evitar el ingreso de elementos y contaminantes al contenedor.							
f	BOQUILLA	Revise el desgaste excesivo de la boquilla insertando una broca 1/16" (1.5mm aprox.) más gruesa que el diámetro interno de la boquilla. Por ejemplo, para una boquilla #5, use una broca de 3/8". Si la broca atraviesa la boquilla con facilidad, replácela.							

## OBSERVACIONES

COLOCAR EL NOMBRE DE LA PERSONA QUE REALIZO LOS PROCEDIMIENTOS, PERSONA QUE SE ENCUENTRE A CARGO



REGISTRO DE OPERACIONES Y DAÑOS

CÓDIGO: SB-RO-R

REGISTRO: 1

LIBRO DE DAÑOS Y OPERACIONES ENCONADOS EN LA MAQUINA SANDBLASTING

OPERACIÓN				DAÑOS				
N°	FECHA INICIO	FECHA FINALIZACIÓN	TRABAJO REALIZADO	PROBLEMA	REPUESTO UTILIZADO	FECHA	RESPONSABLE (FIRMA)	OBSERVACIONES

REALIZADO POR: ANDRÉS CHICAIZA  
 APROBADO POR: ING. JUAN MISE

### **3. 7 ESTUDIO ECONÓMICO**

A continuación se detallan los gastos realizados en la elaboración de este proyecto.

#### **3. 7.1 PRESUPUESTO**

Se realiza un análisis de costo previo, con el fin de proveer la cantidad estimada que se iba a invertir en la ejecución del presente, contando así con un presupuesto alrededor de 1500 dólares americanos.

#### **3. 7.2 ANÁLISIS DEL COSTO**

En la elaboración del presente se realizó los siguientes gastos, siendo todos de suma importancia y ninguno menos relevante, tomando en cuenta los siguientes factores que se consideraron en el orden de la construcción de la cabina de sandblasting con sistema de presión directa.

##### **COSTO PRIMARIO**

- Material
- Herramienta, transporte
- Mano de obra

##### **COSTOS SECUNDARIOS**

- Elaboración de textos

### 3.7.2.1 COSTOS PRIMARIOS

**Tabla 12: COSTOS PRIMARIOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
CABLE GEMELO	10m	0,65	6,5
CONMUTADOR	1	1,48	1,48
BOQUILLA PLAFON	4	1,36	5,46
CANALETA ADHESIVA	2	1,72	3,45
TAIPE ELECTRICO	1	0,71	0,71
AMARRACABLE NEGRO	1	0,51	0,51
FILTRO REGULADOR	1	56,38	56,38
RACOR CODO 1/8	2	1,71	3,42
RACOR RECTO 3/8	2	2,57	5,14
VALVULA 3/2, PEDAL	1	53,25	53,25
TUBO POLIURETANO 6mm	6m	0,85	5,1
DURALON 80*70	1	1	6,79
ACERO TRANSMISIÓN 5/16*200mm	1	0,45	0,45
RETENEDOR	1	5	5
CILINDRO ISO	1	77,31	77,31
PVC CODO	2	2,61	5,23
PVC TUBO	1	11,82	11,82
PVC DESAGÜE	1	4,91	4,91
TE 1/2	4	0,6	2,4
NEPLOS CORRIDOS	6	0,4	2,4
BUSHING	1	0,65	0,65
CRUZ DE 1/2	3	1,25	3,75
NEPLOS 1/2*2	4	0,5	2
TEFLONES	3	0,25	0,5
LLAVES DE PASO 1/2	4	5,4	21,6
TAPONES	3	0,4	1,2
ACOPLE DE 1/2 A 3/8	3	2,6	8,01
ACOPLE DE BRONCE 1/2 A 3/8	1	2,67	2,67
BUSHING 1/2 A 1/4 DE BRONCE	2	2,67	5,34
UNION DE 1/2 A 1/2	1	2,67	2,67
ACOPLES RAPIDOS 1/4 A 6mm	2	2,67	5,34
LLAVE DE PASO DE 1/4	1	4,46	4,46
MANGUERA PARA AIRE	1	17,85	17,85
TOL DE 2MM 2M*1,60	2	120	240

ANGULO DE 1/2" 6m	1	17	17
ANGULO DE 1" 6m	4	14	14
TUBO CUADRADO DE 1" 60cm	3	8	24
PLATINA DE 2MM 50*50	2	9	18
ALDABA DE PLATINA 1/2" * 30cm	1	4	4
VISAGRAS 2 1/2"	2	3	6
ELECTRODO 6013 PAQUETE	2	18	36
Tanque de gas	1	60	60
RUEDAS (GARRUCGA 3")	4	8,82	35,29
GUANTE CUERO	1	5,58	5,58
MASILLA PASTICA	2	7,05	14,11
ANTIOXIDANTE MATE	1	4,77	4,77
GALON DE TIÑHER	1	8	8
TRANSPORTE	4	25	100
MANGUERA FRAGIL PARA EXTRACTOR	1	40	40
EXTRACTOR DE POLVO	1	300	300
<b>TOTAL</b>			<b>1260,5</b>

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

### 3.7.2.1.1 COSTOS POR MANO DE OBRA

**Tabla 13:** COSTOS MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. Unitario Hrs. Hombre	Hrs. Empleadas	VALOR Total USD
MAESTRO CERRAJERO	1	9	24	216
ASESORAMIENTO	1	15	6	90
SOLDADOR SUELDA MIG	1	35	1	35
TORNERO	1	20	2	40
<b>TOTAL</b>				<b>381</b>

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

### 3.7.2.1.2 TOTAL COSTOS PRIMARIOS

**Tabla 14:** TOTAL COSTOS PRIMARIOS

DESCRIPCIÓN	VALOR USD
Costos de materiales	1260.50
Costo por mano de obra	381
<b>TOTAL</b>	<b>1641.50</b>

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

### 3.7.2.2 COSTOS SECUNDARIOS

**Tabla 15:** COSTOS SECUNDARIOS

DETALLE	VALOR USD
ELABORACIÓN DE TEXTOS	200
CD's	30
ADHESIVOS EPP CABINA	25
<b>TOTAL</b>	<b>255</b>

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

### 3.7.2.2 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

**Tabla 16:** COSTO FINAL PROYECTO

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>VALOR USD</b>
1	Gastos primarios	1641.50
2	Gastos secundarios	255
	<b>TOTAL</b>	<b>1896.50</b>

**Realizado por:** Andrés Chicaiza

**NOTA:** Como se puede observar en las tablas de los costos, el valor real del proyecto supera al presentado en el anteproyecto como presupuesto.



## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Con la implementación de la cabina de sandblasting los trabajadores de la empresa Esend podrán realizar los procesos de despintado de materiales metálicos con facilidad.
- El nivel de rapidez de limpieza de la máquina depende mucho de la presión, recomendando nunca sobrepasar los 60 PSI y además depende del tipo de abrasivo que se va a utilizar.
- El tipo de abrasivo que se debe utilizar en la aviación es la media plástica, ya que esta se establece en los manuales, ya que su propiedad más importante es que el desgaste del material base se reduce drásticamente manteniendo el tiempo de vida útil del componente.
- El sandblasting aparte de ayudar a despintar o limpiar la superficie una de metal permite que el elemento recupere su rugosidad y a que la nueva capa de pintura se adhiera de mejor manera a la superficie.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Aplicar todos los manuales de la máquina para su correcto funcionamiento.
- La exposición de polvo puede ocasionar problemas en la respiración de una persona, además la exposición del abrasivo directamente con la piel puede ocasionar daños que pueden llegar a ser dolorosos.
- Realizar las pruebas de estanqueidad, especialmente en el sistema de presión continua, ya que el nivel de presión es alta.
- Es aconsejable mantener el reservorio del compresor libre de agua ya que esto puede afectar al correcto funcionamiento y deterioro de las partes del sistema de presión.
- Asegurarse que pistola de expulsión de abrasivo se encuentre en perfecto estado, observando si no tiene ninguna desviación en el momento de accionar el abrasivo, ya que el abrasivo debe llegar al punto en donde se apunta.
- Se debe utilizar el EPP siempre que se vaya a realizar un trabajo en la cabina ya que esto nos ayudará a mantener nuestra integridad física.

## ABREVIATURAS

**ASNT:** AMERICAN SOCIETY FOR NON DESTRUCTIVE TESTING

**ASTM:** AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS.

**AWS:** AMERICAN WELDING SOCIETY

**EPP:** EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

**NDT:** NOD DESTRUCTIVE TESTING.

**OMA:** ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTORIZADO

**PSI:** LIBRAS POR PULGADA CUADRADA.

**TMAE:** TALLER DE MANTENIMIENTO APROBADO ECUATORIANO.

**UT:** ULTRA SONIDO

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**SHOT PEENING:** Es una tecnología especial de tratamiento de superficie del campo de granallado.

**MOHS:** Escala de dureza.

**GELCOAT:** Gel de recubrimiento.

**LONGEVIDAD:** Duración de vida útil.

**HASTELLOY:** Aleación níquel-cromo.

**TRASLAPE:** Cubrir parcialmente una cosa.

**DICROMATO:** Se trata de una sustancia de color intenso anaranjado.

**SMAW:** Soldadura por arco eléctrico.

## BIBLIOGRAFÍA:

### LIBROS:

- Conocimientos del avión, (2002) antonio estaban oñate
- Faa (ac) 43-4a corrosion
- Faa-8083-30\_ch06 corrosion control
- Alas de américa,(2000) prevención y control de la corrosion
- Mil-std-1504c (march 2008) (usaf)
- Goodrich corporation (2010) component maintenance manual
- Ac 43.13-1b (2005) section 5.
- Salud ocupacional (2012) cristian deibel.

### PÁGINAS DE INTERNET:

- <http://blog.utp.edu.co/metalografia/2012/07/24/9-principios-de-corrosion/>
- <http://www.expoclean.com.ar/?q=chorro>
- [http://www.canablast.com/wp-content/uploads/2014/01/Canablast-Catalogue-Pieces\\_En-2013.pdf](http://www.canablast.com/wp-content/uploads/2014/01/Canablast-Catalogue-Pieces_En-2013.pdf)
- <http://www.manusabrasive.com/manual-blast-cabinets/>
- <http://www.paulisystems.com/dh-blast-cabinets/>
- <http://www.mundocompresor.com/frontend/mc/Aire-Comprimido-vn3188-vst37>
- [http://www.mavainsa.com/documentos/7\\_compresores.pdf](http://www.mavainsa.com/documentos/7_compresores.pdf)
- [http://www.prevenet.com.ar/FormulariosSYSO/Taller\\_Iluminaci%C3%B3n.pdf](http://www.prevenet.com.ar/FormulariosSYSO/Taller_Iluminaci%C3%B3n.pdf)

# ANEXOS