



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**ESTUDIO PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN TRATAMIENTO
ANTICORROSIVO FERROSO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ ARTESANAL**

Oliverd Cifuentes Luna

Asesorado por el Ing. Walter Guillermo Castellanos Rojas

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN TRATAMIENTO
ANTICORROSIVO FERROSO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ ARTESANAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

OLIVERD CIFUENTES LUNA

ASESORADO POR EL ING. WALTER GUILLERMO CASTELLANOS ROJAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Gerson Rafael López Chen
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN TRATAMIENTO ANTICORROSIVO FERROSO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ ARTESANAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 15 de julio de 2015.



Oliverd Cifuentes Luna

Guatemala, 4 julio de 2016

Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor director:

Por este medio me dirijo a usted, para informarle que he llevado a cabo la revisión del trabajo de graduación del estudiante **Oliverd Cifuentes Luna**, con cané No. **200611593**, trabajo que lleva el título **ESTUDIO PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN TRATAMIENTO ANTICORROSIVO FERROSO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ ARTESANAL**.

Después de haber realizado todas las correcciones necesarias, el trabajo cumple con los requisitos exigidos por la facultad de ingeniería, por lo que doy mi aprobación para que pueda continuar con los trámites correspondientes.

Atentamente,

"D Y ENSEÑAR A TODOS"



Ing. Walter Guillermo Castellanos Rojas
Asesor de trabajo de Graduación
Colegiado No. 8522

Walter Guillermo Castellanos Rojas
INGENIERO MECÁNICO
COLEGIADO No. 8522



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.205.2016

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN TRATAMIENTO ANTICORROSIVO FERROSO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ ARTESANAL** desarrollado por el estudiante **Oliverd Cifuentes Luna, carné 2006-11593** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, julio 2016



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.008.2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Asesor y del Coordinador del Área Complementaria, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN TRATAMIENTO ANTICORROSIVO FERROSO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ ARTESANAL** desarrollado por el estudiante **Oliverd Cifuentes Luna, Reg. Académico 2006-11593, CUI 2500050180102** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, enero de 2020

/aej

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 040.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN TRATAMIENTO ANTICORROSIVO FERROSO EN UN TALLER AUTOMOTRIZ ARTESANAL**, presentado por el estudiante universitario: **Oliverd Cifuentes Luna**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, febrero de 2020

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme la vida, su amor, sabiduría y la realización de mis sueños.
- Mi padre** Rufino Cifuentes (q. e. p. d.), por ser un pilar importante en mi vida, fundado de amor, paciencia y sobre todo generosidad.
- Mi madre** Sabina Luna, por su incondicional amor y apoyo en cada momento de mi vida y mi carrera.
- Mis hermanos** Gloria, Vinicio, Nora, Ruth, Carolina, Ariel e Hidania Cifuentes, por sus consejos, apoyo y por el amor que me han brindado.
- Mis cuñados** Por sus consejos y apoyo brindados a lo largo de mi carrera.
- Mis sobrinos** Por inspirarme a ser mejor cada día.
- Mis tíos** Por su sabiduría y consejos.
- Mis primos** Por ser mis primeros amigos en la vida.
- .

Mis compañeros

Por compartir este hermoso viaje en el cual
crecimos profesional y personalmente.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de superación.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme las herramientas necesarias para desarrollarme como profesional.
Catedráticos de la Facultad de Ingeniería	Por enseñar con sabiduría, esmero, paciencia, sin egoísmo hacia mis compañeros y mi persona.
A mi asesor	Por el valioso tiempo, apoyo y en especial la paciencia que me brindo en el desarrollo de este trabajo.
Mi padre	Por su apoyo incondicional aun en los momentos más adversos de su vida.
Mi madre	Por los desvelos que con amor hizo para sí, en pro de mi superación.
Mis hermanos	Por ser mis primeros maestros en la vida.
Mis amigos	Y en especial a Giovanni Matzar, por su colaboración en este trabajo.

Mis Maestros

En especial a los de primaria, pues fueron la base de mis estudios y quienes me incentivaron a seguir adelante.

Automecánica Servicio

Por brindarme los medios necesarios para mi superación.

Al pueblo de Guatemala

Porque gracias a él las puertas de esta universidad siguen abiertas para el que desea superarse.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Antecedentes del tema.....	1
1.1.1. Enderezado y pintura.....	2
1.1.2. Sobre la corrosión.....	3
1.2. Proceso general del tratamiento anticorrosivo en un taller artesanal.....	6
1.2.1. Criterios de clasificación para talleres de pintura automotriz.....	6
1.2.2. Estudio de tratamiento anticorrosivo actual en un taller artesanal.....	7
1.3. Clasificación de los procesos comunes de remoción de óxidos y corrosión.....	11
1.3.1. Concepto	11
1.3.2. Limpieza con solvente	11
1.3.3. Limpieza manual.....	12
1.3.4. Limpieza mecánica	12
1.3.5. Limpieza con flama.....	13
1.3.6. Limpieza química.....	13

1.3.7.	<i>Sandblast</i> o abrasivo	14
1.4.	Normas sobre tratamiento de superficies	15
1.5.	Estudio del proceso actual del tratamiento anticorrosivo ferroso en un taller artesanal.....	18
1.5.1.	Delimitaciones	18
1.5.2.	Propósito del estudio	19
1.5.3.	Planteamiento	19
1.5.4.	Observaciones realizadas en el taller.....	20
1.5.5.	Análisis del proceso actual	21
1.5.6.	Estudio para la mejora en las prácticas de tratamiento anticorrosivo ferroso en un taller artesanal.....	22
1.5.7.	Prácticas adecuadas para el tratamiento anticorrosivo ferroso	22
1.5.8.	Proceso adecuado	23
2.	PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRATAMIENTO ANTICORROSIVO	29
2.1.	Consideraciones a tomar en el diseño del lugar apropiado para el proceso	29
2.1.1.	Dimensiones y diseño	30
2.1.2.	Ventilación, evacuación de polvos y pintura atomizada.....	35
2.1.2.1.	Ventilación.....	37
2.1.2.2.	Velocidad del aire.....	39
2.1.2.3.	Filtrado	39
2.1.2.4.	Ubicación de los ventiladores.....	41
2.1.2.5.	Tipos de corriente de aire.....	42
2.1.2.6.	Selección de ventiladores.....	43

2.1.3.	Iluminación.....	45
2.1.4.	Instalaciones eléctricas.....	47
2.1.5.	Área apropiada para la instalación del compresor y selección de compresor	47
2.2.	Circuito de aire comprimido	50
2.2.1.	Instrumentación recomendada en el circuito de aire comprimido	50
2.2.2.	Importancia de la calidad del aire comprimido.....	52
2.2.3.	Problemas relacionados con la calidad del aire.....	53
2.2.4.	Equipo utilizado en la atomización del fondo y pintura.....	54
2.3.	Seguridad e higiene en el área.....	56
2.3.1.	Protección ocular	57
2.3.2.	Protección auditiva	57
2.3.3.	Protección del sistema respiratorio.....	58
2.3.4.	Equipo de protección corporal	59
2.4.	Órdenes de trabajo y fichas técnicas.....	61
2.4.1.	Orden de trabajo.....	61
2.4.2.	Fichas técnicas	62
3.	TRATAMIENTO EN FRÍO ANTICORROSIVO Y APLICACIÓN DE PINTURA PARA PIEZAS DE METAL	63
3.1.	Revisión y limpieza de los equipos utilizados en la aplicación de fondo.....	63
3.2.	Evaluación de la superficie	64
3.3.	Preparación	65
3.3.1.	Latonería	65
3.3.2.	Remoción de óxidos y corrosión en las piezas.....	68
3.3.3.	Función, catalización y aplicación de la masilla.....	69

3.3.4.	Lijado.....	71
3.3.4.1.	Lijado en seco	73
3.3.4.2.	Lijado húmedo.....	74
3.3.5.	Protección de las superficies que no se desea pintar o manchar	74
3.4.	Aplicación de material adherente anticorrosivo o pintura de base	76
3.4.1.	Selección de la pintura base para la superficie	76
3.4.2.	Limpieza previa a la aplicación de la pintura base o fondo.....	77
3.5.	Condiciones apropiadas para la aplicación de pintura base	79
3.5.1.	Presión neumática de trabajo.....	79
3.5.2.	Temperatura y humedad	80
4.	PROCESO FINAL DE APLICACIÓN DE PINTURA PARA PIEZAS DE METAL.....	83
4.1.	Revisión y limpieza de los equipos utilizados en la aplicación de pintura	83
4.2.	Verificación y limpieza de la superficie a pintar.....	84
4.3.	Condiciones apropiadas de la aplicación de pintura	84
4.4.	Proceso de pintado	85
4.4.1.	Selección y preparación de la pintura	85
4.4.2.	Tipos de pintura comúnmente utilizados	86
4.4.3.	Relaciones de volúmenes en la mezcla	88
4.4.4.	Cuidados, ajustes y manejo de la pistola	90
4.4.4.1.	Longitud del abanico	91
4.4.4.2.	Caudal.....	91
4.4.4.3.	Presión de entrada	92
4.4.4.4.	Posición de la pistola.....	92

4.4.4.5.	Distancia de aplicación	93
4.4.5.	Problemas y soluciones más comunes en la aplicación de pintura.....	95
4.4.6.	Tiempos de aplicación y secado de la pintura	99
4.5.	Proceso post aplicación y secado de la pintura.....	101
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES.....		107
BIBLIOGRAFÍA.....		109
APÉNDICES		111
ANEXOS.....		117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Oxidación, pérdida de brillo y decoloración de la pintura	5
2.	Corrosión, desprendimiento significativo de metal	6
3.	Diagrama del proceso actual en taller artesanal	10
4.	sucesión de procesos correctos	26
5.	Diversos métodos de ventilación.....	42
6.	Circuito neumático básico con simbología	53
7.	Partes de calibración de una pistola atomizadora	56
8.	Abolladura leve en un vehículo y martillos blandos.....	67
9.	Protección de las superficies que no se trabajaran	75
10.	Muestra de patrón correcto de atomización.	92
11.	Posición correcta de la pistola.....	93
12.	Distancia aproximada a la que debe mantenerse la pistola	94
13.	Pasos y deposición correctos de pintura atomizada.	95

TABLAS

I.	Tiempo estimado de limpieza de corrosión	15
II.	Equivalencia entre los códigos de normas SSPC Y SIS 05 5900	16
III.	Traducción y definición de las 5S.....	60
IV.	Equivalencias de presión a la salida de la pistola	93

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Altura
Q	Caudal
db	Decibeles
N	Eficiencia del ventilador
kW	Kilowatts
L	Longitud
Lx	Lux
m	Metros
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
N	Número de renovaciones de aire por hora
Re	Número de Reynolds
p	Pies
p³	Pies cúbicos
SP	Presión estática
Pca	Pulgadas de columna de agua
Q	Quetzales

GLOSARIO

Álcali	Cualquier sustancia que presente propiedades alcalinas.
Ánodo	Electrodo positivo.
Atmósfera	Unidad de presión; equivale a la presión que ejerce la atmósfera terrestre al nivel del mar.
Bar	Unidad de presión equivalente a 0,9869 atmósferas.
Capa pasiva	La capa pasiva auto regeneradora otorga al acero inoxidable su resistencia inherente a la corrosión y le hace neutral al medio ambiente.
Catalizador	Sustancia que aumenta la velocidad de una reacción química.
Cátodo	Electrodo negativo.
Compuesto	Sustancia formada por la combinación de dos o más elementos diferentes de la tabla periódica.
Curado	Endurecido, seco, fortalecido o curtido.

Decibel	Es una unidad logarítmica, a dimensional y matemáticamente escalar. Es la décima parte de un belio, utilizada en audiofrecuencias.
Dieléctrico	Alta resistencia eléctrica.
Dioxígeno	Molécula biatómica compuesta por dos átomos de oxígeno. Gas incoloro, inodoro e insípido.
Electrólisis	Es el proceso que separa los elementos de un compuesto por medio de la electricidad.
Emulsión	Mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera homogénea. Dispersión de un líquido en otro.
Estireno	Hidrocarburo líquido incoloro de aroma dulce que se evapora fácilmente. A menudo contiene otros productos químicos que le dan un aroma penetrante y desagradable.
Flujo laminar	Movimiento de un fluido de forma ordenada, estratificada y suave.
Fosfato mono amónico	Sales de fosfato de amonio soluble en agua que se puede producir cuando el amoniaco reacciona con el ácido fosfórico.

Herrumbre	Sustancia que se forma sobre el hierro metálico expuesto a la humedad, es una sustancia color marrón.
Luxes	Unidad derivada del Sistema Internacional de medidas, para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen/m ² . Es un modelo estándar de la sensibilidad del ojo humano a la luz.
Número de Reynolds	El número de Reynolds (Re) es un número utilizado en mecánica de fluidos, para fenómenos de transporte, comportamiento y movimiento de un fluido. El número de Reynolds fue nombrado por Osborne Reynolds (1842-1912), quien popularizó su uso.
Peróxido	Óxido que tiene la mayor cantidad posible de oxígeno.
Peróxido de benzoílo	Compuesto orgánico de la familia de los peróxidos orgánicos. Consiste en la unión de benzoílo con un peróxido.
Peso específico	Es la relación entre el peso de una sustancia y su volumen.
<i>Plywood</i>	Es un tablero elaborado con finas chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra, con resinas sintéticas.

Polímero	Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas.
Primer	Tipo de pintura que se aplica sobre la lámina u otro material, evita la oxidación y ayuda a la adherencia de las siguientes pinturas.
Punto de rocío	Temperatura a partir de la cual se inicia la condensación del vapor de agua contenido en un volumen de aire cuando este se enfría.
Silicona	Polímero químicamente inerte, utilizada en la construcción, en la fabricación de prótesis y en otras aplicaciones.
Sintético	Producto que se obtiene por procedimientos industriales y que reproduce la composición y propiedades de uno natural.
Stock	Palabra inglesa que se usa en español con el sentido de existencias o registro de inventario en artículos.
Recinto	Espacio comprendido dentro de ciertos límites.
Tixotropía	Propiedad que presentan determinados fluidos, como la gelatina o la miel, que tienden a licuarse cuando se agitan y a solidificarse en estado de reposo.

Tobera

Dispositivo que convierte la energía térmica y de presión de un fluido en energía cinética.

Wipe

Trapo para limpieza, hecho de fibras de algodón.

RESUMEN

El siguiente estudio fue realizado con el objetivo de brindar una guía técnica y práctica para los talleres de enderezado y pintura artesanal de la región, en la cual se desarrollan técnicas y métodos para el tratamiento anticorrosivo ferroso específico de carrocerías automotrices. Contempla una serie de principios esenciales para la buena práctica de dicho tratamiento, desde qué es la oxidación y corrosión, por qué se generan, hasta cómo prevenirlas y tratarlas.

Se consideró oportuno citar normas internacionales y métodos de tratamiento anticorrosivo ferroso en frío, con la primordial finalidad de que el lector utilice el método que mejor se adecue a sus necesidades, que agilizarán la remoción de la corrosión y que le brinde información acerca del estado de las piezas a tratar.

Se describirán los equipos a utilizar en la aplicación de pintura, para un manejo adecuado, evitar fallos prematuros o que se den en momento inoportuno, asimismo se describen las herramientas adecuadas para el proceso de remoción de óxidos, corrosión, pintura dañada o en su defecto el cambio de la pieza completa.

Se propone un diseño básico de cómo debería ser una cabina de pintura para el tratamiento y adecuada aplicación de los productos anticorrosivos y de pintura estética, con el fin de que el trabajo realizado sea de calidad y durabilidad, evitando inconvenientes y gastos innecesarios. Además, que brinde seguridad e higiene para el o los trabajadores.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un estudio con la finalidad de analizar y describir los actuales procesos relacionados al tratamiento anticorrosivo ferroso en un taller de enderezado y pintura de tipo artesanal, identificando las posibles deficiencias con relación al tema de trato de la corrosión y así mismo proponer mejoras a estas prácticas.

Específicos

1. Describir los métodos actualmente utilizados en el tratamiento anticorrosivo ferroso en un taller tipo artesanal, identificando las deficiencias que posee por medios escritos e incluyendo un diagrama para ratificar dicho proceso y así proponer una solución.
2. Elaborar un estudio que modele las buenas prácticas del tratamiento anticorrosivo en un taller de enderezado y pintura, incluyendo un diagrama que ejemplifique la sucesión correcta de un proceso adecuado.
3. Proponer los equipos y las mejoras al área o recinto donde se lleva a cabo el tratamiento anticorrosivo, así también de los métodos básicos de trabajo para la remoción de la corrosión.

4. Proyectar un método de trabajo básico pero conciso para la aplicación de fondos, aplicación de pinturas y acabado final, con la finalidad de que la propuesta mejore el método actual.

INTRODUCCIÓN

La corrosión se podría definir como una oxidación acelerada que afecta a la mayoría de materiales que procesa el hombre; es ocasionada frecuentemente por reacciones químicas, electroquímicas, entre otras, según sea el medio que rodee el material. Actualmente se cuenta con muchos métodos para evitarla, pero, esto también depende del tipo de metal.

En el caso de los metales ferrosos una solución práctica es darles un recubrimiento anticorrosivo tipo barniz, con el fin de impedir que el ambiente interactúe con la superficie, aunque este método requiere de observación y mantenimiento constante. El éxito de esta impermeabilización depende también de los cuidados que se tengan al momento de la aplicación y el lugar donde se realice.

En Guatemala, el tratamiento anticorrosivo artesanal, comúnmente llamado enderezado y pintura, es un pilar de la economía de muchas familias y con frecuencia se ve realizar esta labor de modo empírico, aunque, cabe destacar que algunas de estas personas desempeñan bien esta labor; algunos trabajos pueden echarse a perder por errores tan simples como una corrosión mal removida o una mancha de aceite, por lo cual es necesario contar con capacitación e instalaciones adecuadas para el proceso, por lo cual se dará énfasis en este trabajo al manejo adecuado de productos, equipos e instalaciones para el proceso mencionado así como a la protección personal para resguardar la salud de los trabajadores

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Antecedentes del tema

Actualmente existen pocos estudios en nuestro país dedicados al tema de la eliminación de corrosión por medios artesanales o rústicos en talleres de pintura automotriz, la mayoría de los existentes se enfocan, ya sea en la rentabilidad o explotación de estos talleres, en la mejora de un taller en particular o en su defecto a la implementación de equipos que por lo general son demasiado caros, producción en masa en agencias, automatizar cierto proceso o son trabajos dedicados a otro tipo de vehículo ya sea náutico o aéreo.

Existe mucha información acerca de ciertos productos, servicios o nuevas técnicas en manuales, revistas y por su puesto en internet, pero están dedicadas a promocionar ciertos productos o novedades relacionadas al tema, que por el momento son demasiado costos, difíciles de realizar o aún están en estado de prueba por lo cual se hace esta observación.

Siendo este el caso, el siguiente trabajo presentara una reseña para las buenas prácticas en tratamiento anticorrosivo ferroso con pintura o simplemente pintura automotriz en un taller artesanal, no se pretende explicar toda gama de métodos existentes en lo que respecta a la remoción de óxidos y aplicación de pinturas, pues sería imposible en un solo trabajo de investigación, sino se pretende describir la forma correcta de realizar los actuales procesos e incluir

otras técnicas nuevas que se adapten mejor a este tipo de talleres, con la finalidad de mejorar la calidad de los mismos.

1.1.1. Enderezado y pintura

Desde la creación del automóvil, uno de los principales objetivos ha sido y será el de proteger y embellecer la carrocería, al igual que el de restaurar aquellas que han sido dañada dada la interacción de esta con los elementos en su entorno, causándole desgaste por abrasión, efectos solares, corrosión o simplemente a causa de un accidente de tipo vehicular.

Por lo tanto, la finalidad del enderezado y por supuesto el de la pintura, es el de devolverle la forma y acabado que poseía esta antes de sufrir dicho daño, pero mejor aún devolverle su utilidad y prolongar la vida útil de la misma protegiéndola nuevamente.

En general, este proceso debe realizarse en condiciones adecuadas para que el metal se favorezca del recubrimiento de pintura, este a su vez se realiza con una gama de herramientas y métodos, algunos más económicos que otros, creados específicamente para el tratamiento de carrocerías automotrices, los cuales se describirán en el desarrollo de este trabajo.

En Guatemala los procesos de pintura que son realizados en agencias automotrices son de un elevado costo, ya que las piezas dañadas por lo general no son reparadas sino remplazadas en su totalidad y luego pintadas del color que le corresponde, debido a esto si se tiene algún problema en la carrocería los usuarios de vehículos buscan darle solución a este problema acudiendo a talleres de tipo artesanal donde esta labor es más barata, pero infortunadamente en la mayoría de ellos se carece de las instalaciones

adecuadas para el proceso aunado a que el trabajo se realiza de forma empírica, aprendida sin la debida preparación académica o sin la consulta de manuales o profesionales en el ramo, por lo tanto, la incidencia en los errores es común así como las perdidas tanto en clientela como en ganancias.

Existen otros procesos para el tratamiento anticorrosivo en metales ferrosos, pero muchos de ellos no se adaptan a las necesidades de estos talleres, son para piezas muy pequeñas o simplemente carecen de utilidad en este ramo de la industria por lo cual se omitirá su mención en este trabajo.

1.1.2. Sobre la corrosión

Desde el descubrimiento del hierro, la corrosión ha sido un verdadero problema para la humanidad, ya que al ser los materiales ferrosos abundantes, fáciles de manejar, alear y poco costosos en relación a otros, su uso ha sido indispensable, la mayoría de objetos creados por el hombre posee alguna parte grande o pequeña en la que se utilizan, no obstante siglos atrás no se había dado una investigación sigilosa de la causas y efectos de la corrosión, hasta en las últimas décadas gracias a los avances tecnológicos, en los que el uso ha crecido y con ello un gasto generalizado por mantener la vida útil de las piezas creadas a base de este material.

Se estima que un 25% del acero utilizado a nivel mundial es destruido anualmente por la corrosión y se considera una de las pérdidas económicas¹ más grandes de la actualidad ya que está ligada con la industria, tanto a problemas de seguridad como a económicos. Las perdidas pueden ser directas cuando están relacionadas con el remplazo de la pieza dañada e indirectas

¹ GABE, Dina Rufinova. *Fundamentos del tratamiento y protección de superficies metálicas.* p.2.

cuando se relacionan con pérdidas debidas a productos dañados o contaminados por la corrosión o cuando afectan la producción de estos al momento de cambiar y reparar los mecanismos afectados por esta. En estos casos la ingeniería es la encargada de minimizar estos gastos y sobre todo brindar seguridad previniendo o detectando casos de corrosión temprana a la cual se le llama oxidación.

A diferencia de la corrosión la oxidación podría ser dependiendo de los materiales beneficiosa, pero en el caso de los materiales ferrosos es el inicio de la corrosión, esta ocurre casi siempre causada por el agua o aire, por lo tanto se deduce que la oxidación es un proceso químico en la que el metal cede electrones (*oxidación*) a otro elemento que los recibe (este otro proceso se le llama *reducción*), y que por lo general se da entre el metales y oxígeno (O_2). Existen dos principales tipos de corrosión, las cuales se describen brevemente a continuación:

Corrosión uniforme: es la más común entre todas, pues esta se da entre metales y otros tipos de aleaciones expuestas a ambientes iguales o en tiempos iguales.

Corrosión localizada: se da cuando se expone los metales a ambientes homogéneos teniendo pocas diferencias tanto a nivel del material como en el medio ambiente, estas a su vez pueden sub dividirse en otras formas de corrosión como, por ejemplo:

Galvánica, que ocurre cuando dos metales diferentes están en contacto eléctrico o expuestos a una sustancia dieléctrica. *Picaduras*, se determina porque generalmente interviene un golpe de otro metal o no metal y que origina la ruptura de la capa pasiva y da inicio a la oxidación.

Por lo tanto, estos tipos de oxidación y corrosión son habituales en las carrocerías, este problema inicia con frecuentemente con pérdida de brillo y decoloración de los esmaltes y otras propiedades características del metal (figura 1), en su defecto la corrosión continúa desprendiendo cantidades significativas de metal y pintura en forma de hojuelas llamadas herrumbre, que es el proceso en que el metal regresa a su estado inicial como se le encuentra en la naturaleza (figura 2)

Figura 1. **Oxidación, pérdida de brillo y decoloración de la pintura**



Fuente: Automecánica Servicio.

La oxidación y la posterior corrosión, se puede controlar con una variedad de técnicas entre las cuales entran en acción los no metales, como los plásticos y polímeros. La función de estos es el de aislar el metal del medio ambiente, en el caso de las pinturas es evidente que su fácil aplicación y su bajo costo son unas de las ventajas que posee. Cabe destacar que esta protección depende mucho de la aplicación, adherencia y sobre todo del tratamiento previo de la superficie a pintar.

Figura 2. **Corrosión, desprendimiento significativo de metal**



Fuente: Automécanica Servicio.

1.2. Proceso general del tratamiento anticorrosivo en un taller artesanal

Actualmente existen en nuestra región y más concretamente en Guatemala una clasificación de talleres de pintura automotriz, la cual los cataloga principalmente en función de la estructura y equipos adquiridos por los mismos, aunque también califica otros aspectos como su ubicación física y de mercado refiriéndose a la cantidad de clientes que lo solicitan. Esta clasificación viene ordenada por las primeras 3 letras del abecedario, siendo la letra “A” la de mayor calidad por así decirlo, “B” de una calidad media y “C” la más baja.

1.2.1. Criterios de clasificación para talleres de pintura automotriz

Los criterios que utiliza esta clasificación para calificar los talleres son por lo general y en ese orden: Los equipos utilizados, tanto en el proceso de enderezado como de repintado, materiales utilizados a lo largo del proceso, los métodos de trabajo o mano de obra, instalaciones, ambiente de trabajo y por

último la administración. A continuación, se describirá de manera resumida las tres clases de talleres:

- A, esta calificación la tienen los talleres con un mayor desarrollo en los puntos anteriormente citados, podríamos encontrarse en ella las agencias de vehículos y aquellos talleres asociados a grandes empresas, así como aseguradoras, pues estas cumplen con todas las normas o requisitos que un taller debe poseer.
- B, aquellos talleres cuyos dueños son personas particulares que han tenido un crecimiento significativo en él, aunque no poseen todos los equipos de la clase “A” y por ello no poseen tal calidad en sus acabados, pues su fin primordial es más que nada el de abarcar mayor mercado y así obtener mejores ganancias. Estos por lo general se afilian con aquellos talleres que carecen de este servicio o con aseguradoras.
- C, acá entran los talleres artesanales o comunes, pues carecen de muchos equipos, instalaciones adecuadas y del conocimiento necesario en el ramo, van adquiriendo su conocimiento de forma empírica o a prueba y error, lo cual no significa que todos ellos tengan una mala calidad en sus acabados pues hay muy buenos pintores y enderezadores en este tipo de talleres.

1.2.2. Estudio de tratamiento anticorrosivo actual en un taller artesanal

Con respecto al proceso de remoción de óxidos y de pintura, se puede advertir que en la mayoría de talleres tipo artesanal, no se cuenta con la capacitación necesaria y por lo tanto no se realiza un proceso adecuado para dicho tema, aunque se cuenta con el equipo suficiente para realizar un buen

trabajo, pues la mayoría de talleres poseen pulidoras y barrenos, que son dos de la gama de equipos que se utilizan para la remoción de óxidos. En cuestiones de pintura, se tiene también el equipo necesario en lo que respecta a la aplicación o roseado, pero como ya mencionamos se carece de buenas prácticas para este proceso además de que se necesita del área apropiada para la aplicación de pintura, así que si se realiza un buen trabajo este puede ser arruinado debido a la interacción del ambiente.

Con respecto al proceso de restauración, se observó que se inicia con una evaluación de la pieza en cuestión, cabe destacar que para ello el pintor tiene cierto grado de experiencia, seguidamente este verifica el proceso a seguir y concluye si es necesario o preferible el reemplazo de la misma (por lo general la mayoría de las piezas son reparadas y repintadas debido al ahorro que se tiene con ello).

A continuación, se procede a la restauración, si en el caso de que solo se quiera repintar, se evalúa el estado actual de la pintura vieja, si se encuentra demasiado arruinada y grietada se procede a quitarla o desvanecerla con un número de lija de grano grueso, como el número 80 que se utiliza con agua, pero únicamente se aplanan por si decirlo la pintura vieja dejando cantidades de pintura que a menudo se levantan cuando se está aplicando la pintura nueva debido al nuevo solvente causando un atraso.

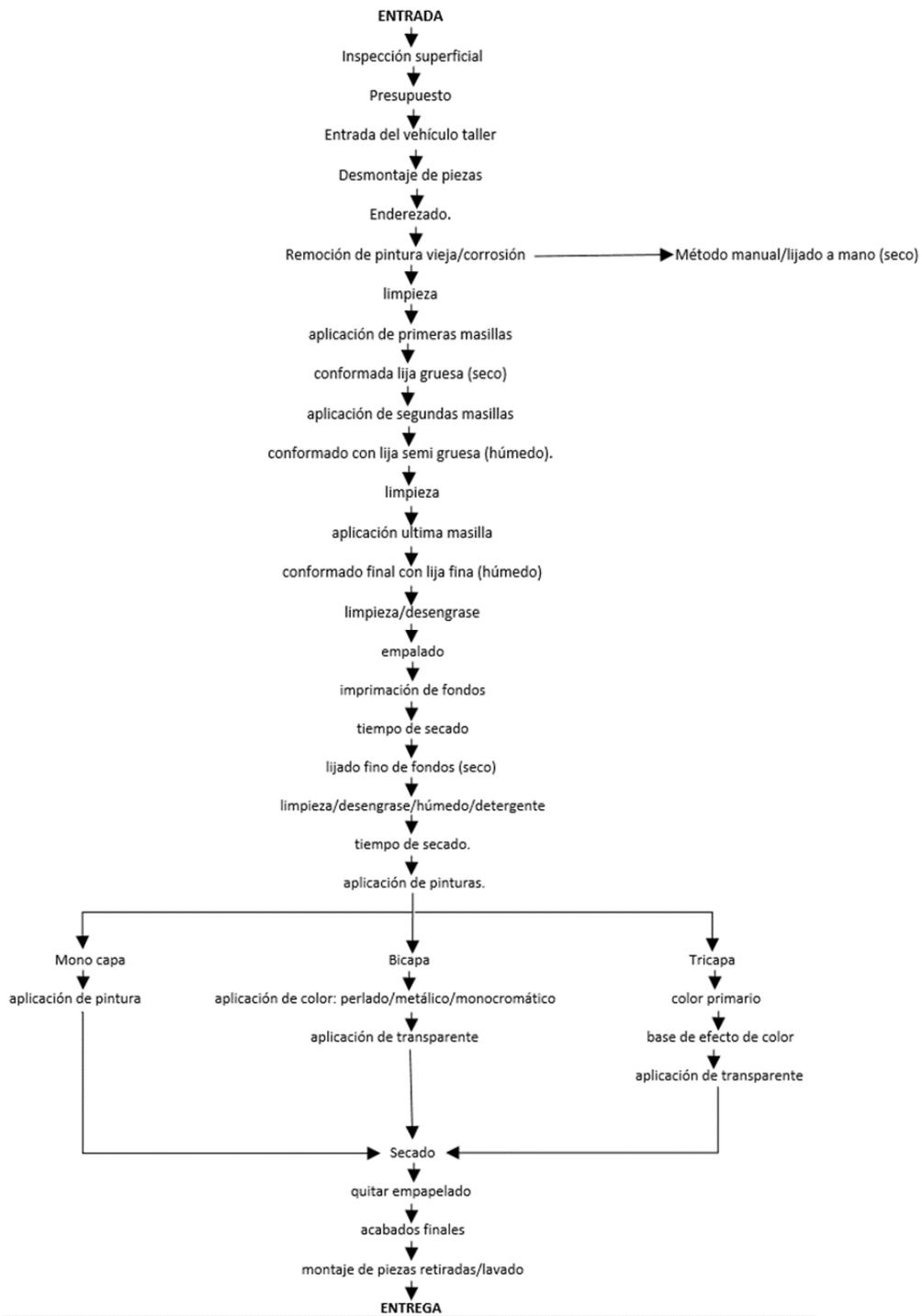
En el caso de cuando la pintura no está demasiado dañada o solo es un daño superficial (el transparente o esmalte), el pintor tratará de retirar esta última capa con una lija de grano medio como la 180 y agua, dejando casi intactas las capas inferiores de pintura y después aplica una capa delgada de fondo para luego repintar.

Cuando existe corrosión acelerada, la cual se notó que es más común en las partes bajas de los vehículos y partes circundantes del vidrio trasero y delantero, por lo general solo retiran cierta cantidad de esta, dejando sombras de la misma pues no es retirada en su totalidad para evitar usar la soldadura, no se aplica ningún anticorrosivo, sino que solo se le rellena con masilla, se lija y luego se da el repintado. Pero por lo general esta oxidación aparece nuevamente en forma de burbujas para luego desprenderse con el pasar de los meses.

Otro punto es el de si esta grietada o rajada la lámina de metal, en este caso la pieza es enderezada o es planchada, dependiendo del golpe, seguidamente y pasa por un proceso de soldadura que a menudo deja un elevamiento o surco debido al material de aporte, el cual es desvanecido con una pulidora de esmeril y que deja grandes zanjas en la pieza, estas mismas se rellenan con masilla, se lijan y se vuelven a repintar, pero al igual que en los casos anterior no se retira por completo el óxido lo que causa que la se abómbela pintura en forma de puntitos y en pocos meses vuelve a aparecer la corrosión.

La figura 3 presenta un diagramara de flujo con el cual se resume el proceso actual del trabamiento anticorrosivo y pintura en un taller artesanal o de clase "C".

Figura 3. Diagrama del proceso actual en taller artesanal



Fuente: elaboración propia.

1.3. Clasificación de los procesos comunes de remoción de óxidos y corrosión

la finalidad de este apartado es el de introducir al lector a nuevas formas de remoción de óxido y corrosión, de las cuales algunas ya se aplican por lo general en los talleres de categoría "C", como lo es el lijado o cepillado a mano y el uso de pulidoras de esmeril, pero como pudimos ver no se ejecutan correctamente por lo cual se presenta a continuación 6 formas para ideales para este tipo de taller, las cuales se explican conjuntamente con su respectiva norma.

1.3.1. Concepto

Cuando hablamos de limpieza nos referimos al hecho de eliminar todas aquellas impurezas y por su puesto la corrosión de las piezas, que ocasionarán problemas al momento de la aplicación de pintura. Comúnmente los métodos más utilizan en los talleres artesanales son la limpieza mecánica, por ser el más económico y porque es un proceso fácil, ya que el equipo que se utiliza para ello es de uso manual, sin embargo, existen muchos métodos en esta industria que en los últimos años han tomado auge, por ser métodos más eficaces, aunque, requieren más tiempos de aplicación o materiales más costosos. A continuación, se enlistan y explican algunos de estos métodos.

1.3.2. Limpieza con solvente

La limpieza con solventes consiste en remover sustancias como fondos, pinturas y otras tales como aceite y otras contaminantes de las superficies de las superficies a tratar, mediante el uso de solventes, como por ejemplo el *thinner*. Estos se pueden aplicar si la superficie carece de óxido o corrosión, por

lo cual en el caso de que exista al menos óxido sobre la superficie deberá utilizarse otro tipo de limpieza como las que se presentan a continuación o en su defecto otro tipo de químico, claro que los que existen en el mercado son muy costosos, los más económicos como el *Rostio kit* sobrepasan los € 21.00, lo cual no es conveniente debido a que incrementaría el costo del proceso y esto incidiría directamente el presupuesto, lo cual evitan los clientes.

1.3.3. Limpieza manual

La limpieza manual es uno de los métodos utilizados en este proceso, esta actúa removiendo la pintura vieja y deteriorada, la herrumbre suelta y óxido, con instrumentos manuales y sencillos como cepillos con cerdas de acero, lijado manual, raspado con espátulas entre otros. Este tipo de limpieza es eficaz y barata en superficies planas, pero requiere de mucho tiempo si se trata de grandes superficies (como conchas y capos), además requiere de mucho esfuerzo físico, por lo cual se aconseja el uso de limpieza mecánica, la cual se describe a continuación.

1.3.4. Limpieza mecánica

La limpieza mecánica suele efectuarse con herramientas eléctricas o neumáticas, es un método para preparar superficies metálica con mayor rapidez, removiendo la cascarilla de lámina, la herrumbre y pintura vieja y seca, con cepillos eléctricos o neumáticos, esmeril o la combinación de ambos equipos, es muy efectiva salvo al utilizarse en lugar reducidos, en áreas serradas como esquinas o que sean muy sensibles a las altas velocidades, temperaturas e impactos que estas suelen ocasionar a la hora de su ejecución, por lo cual se recomienda precaución en el uso tanto para la pieza como para la

seguridad de la persona. Por lo general es un método efectivo, rápido y poco costoso, suele usarse actualmente en talleres de pintura y enderezado.

1.3.5. Limpieza con flama

La limpieza con llama es un método de preparación de superficies, consiste en pasar una llama oxiacetilénica, sobre la superficie y luego pasar una espátula o cepillo con cerdas de acero para remover las cascarillas de pintura vieja y la herrumbre sueltas. Se pretende que todas las hojuelas de corrosión y otros materiales extraños sean removidos por este proceso.

Este método es rápido, pero no siempre efectivo en el caso del óxido, ya que no suele eliminarlo por completo y deberá usarse otro método como el manual o mecánico, se recomienda su uso cuando es necesario retirar grandes cantidades de pintura viejas, masillas o hule adherido al metal. Es un tanto costoso debido a que los tanques de gas acetileno y oxígeno son muy caros, pero, facilita la remoción de esas sustancias.

1.3.6. Limpieza química

Esta última ha tomado auge en la actualidad, por lo general se ha utilizado en la industria, en la eliminación de óxido en ductos, tanques o silos, ya que elimina el óxido a profundidad. Como ya se mencionó, la limpieza química es un método que remueve completamente corrosión y el óxido, por reacción química, por electrolisis o por ambos métodos. Para aplicarlo deberá de retirarse de la superficie todo exceso de herrumbre por cualquiera de los métodos antes mencionados o *sandblast*, así también materias extrañas tales como aceite, grasa y pinturas anteriores ya que este no actúa sobre estos tipos de material.

Este tratamiento es un tanto tardado, pues los productos más rápidos actual alrededor de las 10 horas para una limpieza total, por lo cual es poco usado ya que además involucra otros métodos de limpieza posteriores incrementando el tiempo de trabajo.

1.3.7. Sandblast o abrasivo

La limpieza con *sandblast* consiste en la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado (como arena), expulsado por aire comprimido a través de una boquilla. Esta limpieza es la más efectiva para remover herrumbre y óxidos de las superficies, ya que incluso limpia la porosidad o esquinas de ciertas piezas donde otros métodos no pueden actuar.

No se recomienda el uso del *sandblast* para la remoción de pintura viejas, ya que esta suele sujetarse con firmeza y los abrasivos no suelen penetrarla con tanta facilidad debido a la acción de rebote que esta posee, además requiere más tiempo y deja demasiados residuos contaminantes por lo cual es un método poco usado en los talleres de pintura para esta acción, por lo cual se recomienda su uso en áreas pequeñas y difíciles de trabajar. Entre los abrasivos más frecuentemente empleados en este sistema encontramos: Arena sílice, óxido de aluminio, carburo de silicio, Bicarbonato de Sodio, Granate, Escoria de Cobre, arena de mar, la elección de uno de ellos dependerá del operador o tipo de aparatito a utilizar.

La tabla I muestra un resumen el tiempo de acción de los diferentes métodos para quitar el óxido y la corrosión de entre los cuales se puede notar que el *Sandblast* es el más rápido.

Tabla I. **Tiempo estimado de limpieza de corrosión**

Metodo de limpieza:	ejecución en horas por metro cuadrado	Aplicación de producto	Tiempo de lavado y secado	Total horas laboradas.
Limpieza con solventes	4.0	2.0	2.0	8.0
Limpieza Manual	4.0	--	05	4.5
Limpieza Mecánica	3.5	--	0.5	4.0
Limpieza con flama	6.0	--	0.5	6.5
Limpieza Química	10.0	1.0	4.0	15.0
Limpieza con Sandblast	3.0	--	0.5	3.5

Fuente: elaboración propia

1.4. Normas sobre tratamiento de superficies

Existen diversos institutos y centros que han establecido sus propias normas y especificaciones para la limpieza del acero, dos de los más reconocidos a nivel internacional son: **STEEL STRUCTURE PAINTING COUNCIL SSPC (USA)** y **SWEDISH STANDARD INSTITUTE SIS 05 5900** verificados por **ASTMD 4417**, que nos ofrecen las especificaciones, tipo y grado de limpieza de superficie, así como los factores que pueden afectar o no el proceso de preparación de la superficie y las **ASTM D 3359** utilizadas para mejorar la adhesión de un recubrimiento sobre una pieza metálica. La clasificación e identificación de las SSPC y las SIS 055 900, así como su equivalencia para el tratamiento anticorrosivo frio se muestran en la tabla II. Cabe destacar que algunas de estas normas aplican también para equipos marítimos.

- Limpieza con solventes (SP1), Eliminación de sustancias extrañas que perjudican la aplicación de pinturas en las superficies de acero, mediante el uso de solventes, emulsiones o compuestos limpiadores.
- Limpieza manual (SP2), limpieza para eliminando las cascarillas de pintura, laminado suelto o herrumbre con instrumentos manuales como el cepillo con cerdas de acero, lijado entre otras.
- Limpieza con herramientas eléctricas (SP3), Limpieza con herramientas eléctricas para cepillar y lijar entre otros, con el fin de remover herrumbres y pinturas viejas.

Tabla II. **Equivalencia entre códigos de normas SSPC Y SIS 05 5900**

Limpieza de acero		
DESCRIPCIÓN	SSPC	SIS 05 5900
Limpieza con solventes	SP1	-
Limpieza manual	SP2	St2
Limpieza con herramientas eléctricas	SP3	St3
Limpieza con llama y cepillado	SP4	-
Chorro abrasivo metal blanco	SP5	Sa3
Chorro abrasivo comercial	SP6	Sa2
Chorro abrasivo Brush-Off	SP7	Sa1
Decapado	SP8	-
Exposición ambiental y chorro abrasivo	SP9	-
Chorro abrasivo metal casi blanco	SP10	Sa 2 ½

Fuente: Pinvisa Coatings. <http://www.pinturasvillada.net/index.php?include=psuperficies#acero>.

Consulta: septiembre 2019.

- Limpieza con llama y cepillado (SP4), es un que consiste en calentar la parte a limpiar con una llama oxiacetilénica de alta temperatura y luego hacer pasar cepillo luego para eliminar las herrumbres y pinturas viejas.

- Limpieza por chorro abrasivo a metal blanco (SP5), es un método que elimina toda cascarilla de laminado, óxido o pintura vieja mediante el uso de un abrasivo impulsado a través de una tobera o mediante un par de ruedas centrífugas.
- Limpieza por chorro abrasivo comercial (SP6), se define como el método para limpiar superficies de metal, eliminando el óxido, corrosión o las materias extrañas mediante el uso de abrasivos impulsados a través de toberas de aire comprimido o mediante el uso de una rueda centrífuga.
- Limpieza por chorro abrasivo “Brush-off” (SP7), método para limpiar una superficie de metal para pintarla a través del impacto de partículas abrasivas como arena de sílice a través de una tobera de aire comprimido o mediante una rueda centrífuga, en donde no se pretende que la superficie deba estar totalmente libre de cascarilla de laminado, herrumbre y pintura.
- Decapado (SP8), es una limpieza química, elimina completamente el óxido de laminación y la herrumbre mediante reacción química con un ácido o un álcali.
- Exposición y chorro abrasivo (SP9), consiste en acelerar la oxidación del acero, sometiéndolo a la exposición ambiental o a alguna solución como agua y sal. Cuando ya se ha desprendido la herrumbre se inicia un proceso de limpieza con alguno método abrasivo. Actualmente este método ha sido retirado de las normas latinoamericanas.
- Limpieza por chorro abrasivo a metal casi blanco (SP10), eliminando toda hojuela de laminado, herrumbre, pintura vieja y materias extrañas

mediante el uso de un abrasivo impulsado a través de una tobera. Su fin es el de eliminar el 95% de impurezas de la superficie, esta estará libre de residuos visibles, pero no de ralladuras y sombras causadas por la corrosión.

1.5. Estudio del proceso actual del tratamiento anticorrosivo ferroso en un taller artesanal

A continuación, se desarrolla el estudio anticorrosivo en un taller tipo artesanal, con lo cual se pretende demostrar las acciones que tienen lugar en dicho lugar y que representan una muestra general de estos trabajos en nuestra región con cual se pretende adquirir datos que ayuden a la mejora de los mismos.

1.5.1. Delimitaciones

El estudio se limita a ser de tipo descriptivo y de investigación no experimental, ya que solo recolectara información que describe de forma general los hechos como han sido apreciados, para lograr conocer el patrón de trabajo en lo que respecta al proceso de tratamientos del óxidos, corrosión y protección de materiales ferrosos en un taller de pintura tipo artesanal. Los estudios relacionados con costos, impacto ambiental, estudios de mercadeo y factibilidad, así como datos estadísticos, quedan descartados pues no son de relevancia en este trabajo, por lo cual se dejan como temas abiertos a investigación para otras carreras afines a los temas.

1.5.2. Propósito del estudio

El propósito general del estudio es el de plantear mejoras en lo que respecta a los actuales métodos de remoción de óxido y corrosión en talleres artesanales, así también como en el método de aplicación de pinturas atomizadas. Dicha mejora no se limita únicamente a estos procesos, sino también propone una mejora a las instalaciones y condiciones en las cuales se llevan a cabo estos procesos sin olvidarse de la salud ocupacional.

1.5.3. Planteamiento

Se realizará el siguiente estudio con el objetivo de proponer mejoras a los actuales métodos utilizados por talleres artesanales o de clase “C” en lo que respecta a la remoción de óxidos, herrumbre y pinturas viejas, las cuales se encuentran en carrocerías vehiculares, así también propone una mejora para la aplicación de los recubrimientos (pintura nueva) y mejora del área para la aplicación de las mismas, con lo cual se pretende que un taller de esta clase ascienda a clase “B”, para ello se aplicaran los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica y experiencia propia, seguidamente se tratará en la medida de lo posible de mejorar el proceso descrito en el inciso 1.2.2, en el cual se obvian algunos pasos como podemos apreciar al comparar los diagramas de la figura 3 y 4. Dichos pasos agregados en el nuevo proceso mejoran la calidad del trabajo final.

Para fines de descripción y del estudio, la mayoría de observaciones se llevó a cabo en el taller de mecánica general que lleva por nombre *Automecánica Servicio*, en cual también se lleva a cabo el proceso de enderezado y pintura artesanal, está ubicado en la 1 calle, 0-80 zona 11,

colonia el progreso, ciudad capital Guatemala. A este podemos clasificarlo actualmente como un taller de enderezado y pintura de clase “C”.

1.5.4. Observaciones realizadas en el taller

Al inicio del estudio, se pudo notar que la mayoría de talleres de la región y en particular el taller Automecánica Servicio, posee demasiadas carencias, tanto en las instalaciones como en lo que respecta a equipos, capacitación, seguridad e higiene ocupacional en el área de enderezado y pintura. Por lo general no se cuenta con un área apropiada para realizar estos procesos, en cambio, se utiliza cierta área desocupada de reparaciones automotriz en lugar de una específica para dicho fin, creando así inconvenientes entre los trabajadores de las diferentes áreas pues suelen manchar con grasa las superficies a pintar.

Con respecto a las instalaciones, se observó que se encuentran en mal estado y con mucho desorden; el proceso de pintura se hace aún más difícil si se considera que es realizado a la intemperie, con grandes cantidades de polvo y con hojas de los árboles circundantes cayendo en dicho lugar, esto causa problemas, pues se cotejo que algunos trabajos casi se arruinan debido a estas hojas.

De igual forma las instalaciones eléctricas y neumáticas se encuentran mal organizadas, pues para tener acceso al aire comprimido hay que quitar y poner varias mangueras que se utilizan para el transporte del fluido, conectando una a continuación de la otra en lugar de utilizar una sola, con lo cual también se obstaculiza el paso, tanto del pintor como del resto de trabajadores que en ocasiones se han tropezado con ellas. En el caso de la electricidad sucede lo

mismo, pues no hay tomas de corriente instaladas correctamente y las existentes están en mal estado lo cual podría provocar un incendio.

Por lo tanto, esto causa atrasos en los trabajos de mecánica, así como de pintura, pues si se hace un trabajo de pintura ha de esperarse a que se reparen y retiren varios vehículos que están en servicio, ya que se podrían impregnar con *Overspray* (vapores resultantes de la atomización de pintura) o salpicarse con pintura a aplicar.

En el caso de la seguridad e higiene industrial, se observó que no se cuenta con todos los accesorios necesarios de protección al cuerpo, y los pocos existentes no son utilizados por los trabajadores, con lo cual se exponen a lesiones e inhalar los vapores tóxicos de los químicos que contiene la pintura y anticorrosivos, que pueden causar problemas de salud a largo plazo e incapacidades, cabe destacar que no solo los pintores se exponen a estos gases sino también los trabajadores de mecánica general pues siguen sus labores pese a la aplicación de pintura. Además, se notó que la mayoría no con extintores o algún kit de emergencias.

1.5.5. Análisis del proceso actual

Como pudimos observar en el desarrollo del inciso 1.2.1, el actual proceso de aplicación anticorrosiva limita al trabajador a un solo proceso de remoción de óxidos, con lo cual tiende a perder tiempo valioso aunado a que el esfuerzo invertido es mayor que si realizara por ejemplo con un método electromecánico como, por ejemplo, los cepillos eléctricos con cerdas de acero o aún mejor con el *Sandblast*. Además, en el caso de la aplicación de la pintura, existen varios inconvenientes que van desde el no tener presente que tipo de fondos o pinturas utilizar hasta el problema del área adecuada para el proceso.

Por lo tanto, es aconsejable evaluar la posibilidad hacer modificaciones a las actuales prácticas que se dan en estos talleres, eso dependerá de las personas encargadas de dichos locales, los cuales deberán capacitarse y verificar si es posible cambiarlas, mejorarlas, combinarlas, reorganizarlas o eliminarlas si es necesario, tal como propone a continuación.

1.5.6. Estudio para la mejora en las prácticas de tratamiento anticorrosivo ferroso en un taller artesanal

el objetivo primordial de este estudio será instruir al lector en las buenas prácticas del tratamiento anticorrosivo ferroso para carrocerías, puntualizando en las técnicas de remoción de óxidos que mejor se adapten a este tipo de talleres (capítulo 3) y al proceso de aplicación de pinturas atomizadas (capítulo 4), al mismo tiempo se le exhorta a tener un área apropiada para este tipo de servicios (capítulo 2). Como observación, se indica que en este trabajo no se profundizará en el tema de enderezado de carrocería, pues el carácter del estudio es meramente el de tratamientos anticorrosivos.

1.5.7. Practicas adecuadas para el tratamiento anticorrosivo ferroso

La principal practica que debería tener una persona que se quiere dedicar a la restauración de carrocerías es el de capacitarse, actualmente existe en nuestro país varios centros de capacitación en distintas ramas y por su puesto en el enderezado y pintura, a los cuales se puede acudir para prepararse en el tema, entre ellos podemos citar al *Intecap*, por ejemplo, este imparte esta y otras capacitaciones. Adicional a esto, debe de informarse en manuales, revistas o internet de los avances tecnológicos en esta rama, pues actualmente

existen varias técnicas que son eficaces, aunque su valor es aún muy elevado o se carece de su conocimiento.

Seguidamente debe tener como base la ética profesional, pues no servirá de nada ser el mejor en su ramo si comete algún tipo de fraude como, por ejemplo, cobrar una pintura cara cuando se aplicó una pintura barata, con ello tendrá perdida de clientela, mala calidad en los acabados y posteriormente se verá afectada su credibilidad como empresario.

Para el siguiente paso es apropiado citar el dicho que versa: “*la práctica hace al maestro*”, aunque sería más apropiado decir: “la experiencia hace al maestro”, pues si adquiere conocimiento, pero no se aplica o pone en práctica, se limita el desarrollo de habilidades y se tiende a la estanqueidad, por ende, tendrá perdidas tanto económicas como de crecimiento. Por lo tanto, se propone a continuación una forma correcta en la que podría llevarse a cabo el proceso de restauración de una pieza de metal, seguido de las normas establecidas para tener mejores y duraderos resultados.

1.5.8. Proceso adecuado

el proceso adecuado que se sugiere para tener mejores resultados tanto en la ejecución del trabajo como a la hora de obtener los beneficios (cobro), inicia con la recepción del vehículo, este deberá recibirse en lugar con buena iluminación y así verificar con calidad los daños que este tiene, sean estos por accidente, corrosión o simplemente porque el cliente ha decidido embellecer su vehículo. Con ello se tendrá certeza al momento de realizar el presupuesto, se le advertirá al cliente que el caso de tener que desinstale algún accesorio del vehículo este tendrá un cobro simbólico, ya que se invirtió tiempo y esfuerzo en la revisión, pues puede que este postergue o rechace el trabajo según el

presupuesto que se le dará. Como un indicador de precios para el presupuesto el apéndice 1, contiene una lista de precios promedio por pieza en el mercado, la cual no integra en si el precio de enderezado, sino únicamente la remoción de corrosión (si en caso existiera) y el repintado.

Seguidamente, si el presupuesto es aprobado se procederá a llenarle una orden de trabajo, para que quede constancia del presupuesto adquirido, así como un cierto grado de compromiso de ambas partes en lo que respecta a formalidad del trabajo y cobros. Esta deberá ir bien detallada, señalando todas las partes del vehículo a reparar e incluyendo sus respectivos precios, pagos o abonos, finalizando con la fecha actual y fecha estimada de entrega. El apéndice 2 muestra una tabla del tiempo estimado de trabajo por pieza.

Después de dicha evaluación, se procede al ingreso de área de trabajo, la cual debe adaptarse según las exigencias del trabajo en cuestión, ya que si requiere del proceso de enderezado este deberá contar con todos los equipos necesarios para el mismo. No podrá ser el mismo lugar de enderezado que para la aplicación de pintura ya que este proceso por lo general genera mucha suciedad y por lo tanto es inadecuado para ello.

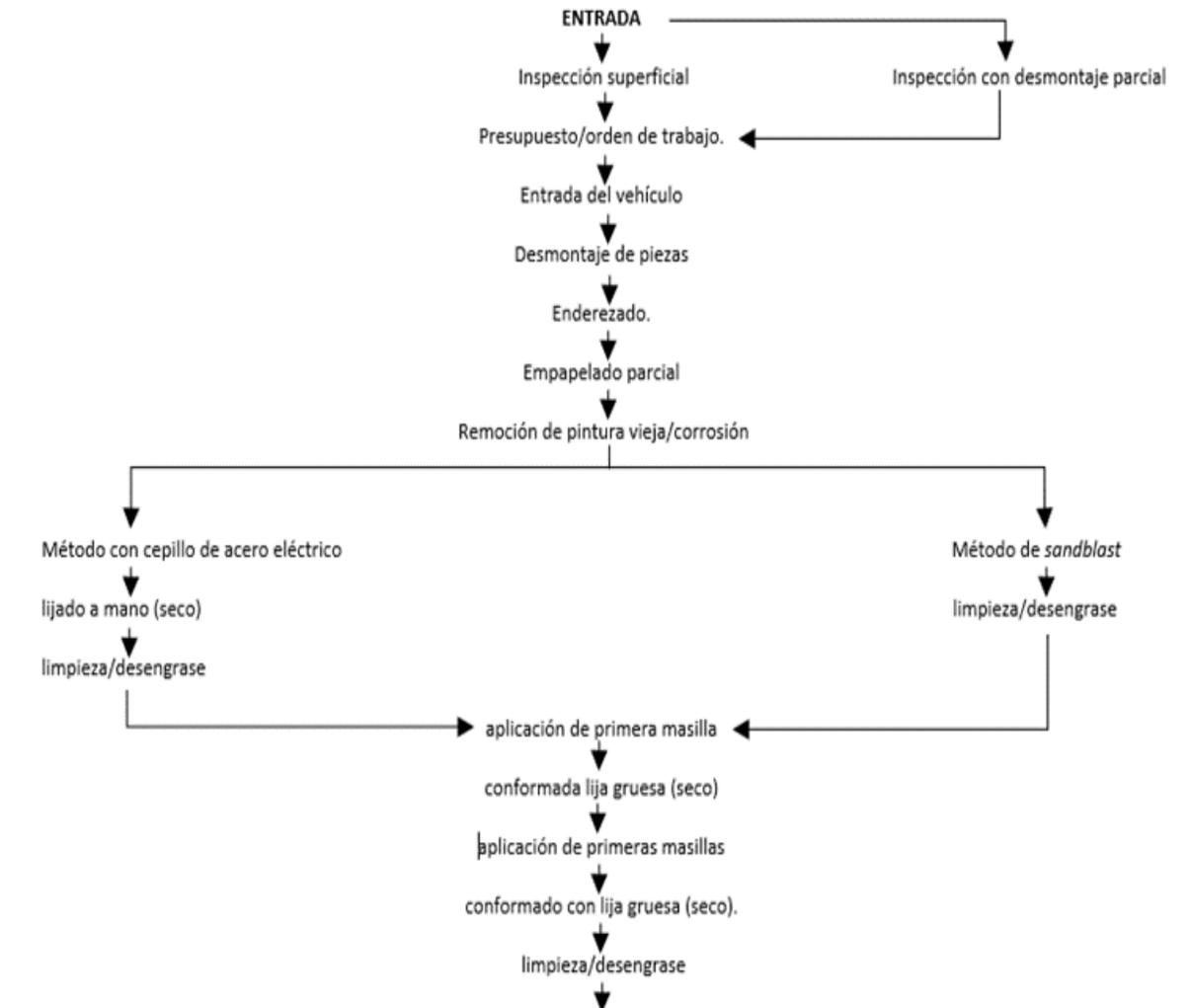
A continuación, se desmontarán todos aquellos equipos o piezas que no se pintarán, como por ejemplo vidrios, focos, persianas, etc. Esto con el fin de no dañarlos o mancharlos con pintura, tomando en cuenta que la utilización de herramientas de alta velocidad como una pulidora de esmeril podría dañarla si se utiliza cerca de ella, o en el caso de la soldadura de arco eléctrico, que tiende a salpicar con metal fundido los alrededores, dañando los plásticos o pinturas cercanas.

Consecutivamente se procede al enderezado, este proceso es el más absorbe en esfuerzo y tiempo en este campo de trabajo, pues si el golpe fue demasiado fuerte, al punto de haberse dañado el chasis, deberá de utilizarse equipos de enderezado hidráulicos como el *dozzer* y *power* para la restauración del mismo, cabe destacar que para ello el usuario deberá leer los manuales o capacitarse en el uso de los mismo de otra forma para el buen uso de estas herramientas. Adicional a esto debería de utilizarse una gama de herramientas como espátulas, martillos, yunques, etc., mismas que se describen el inciso 3.3.1.

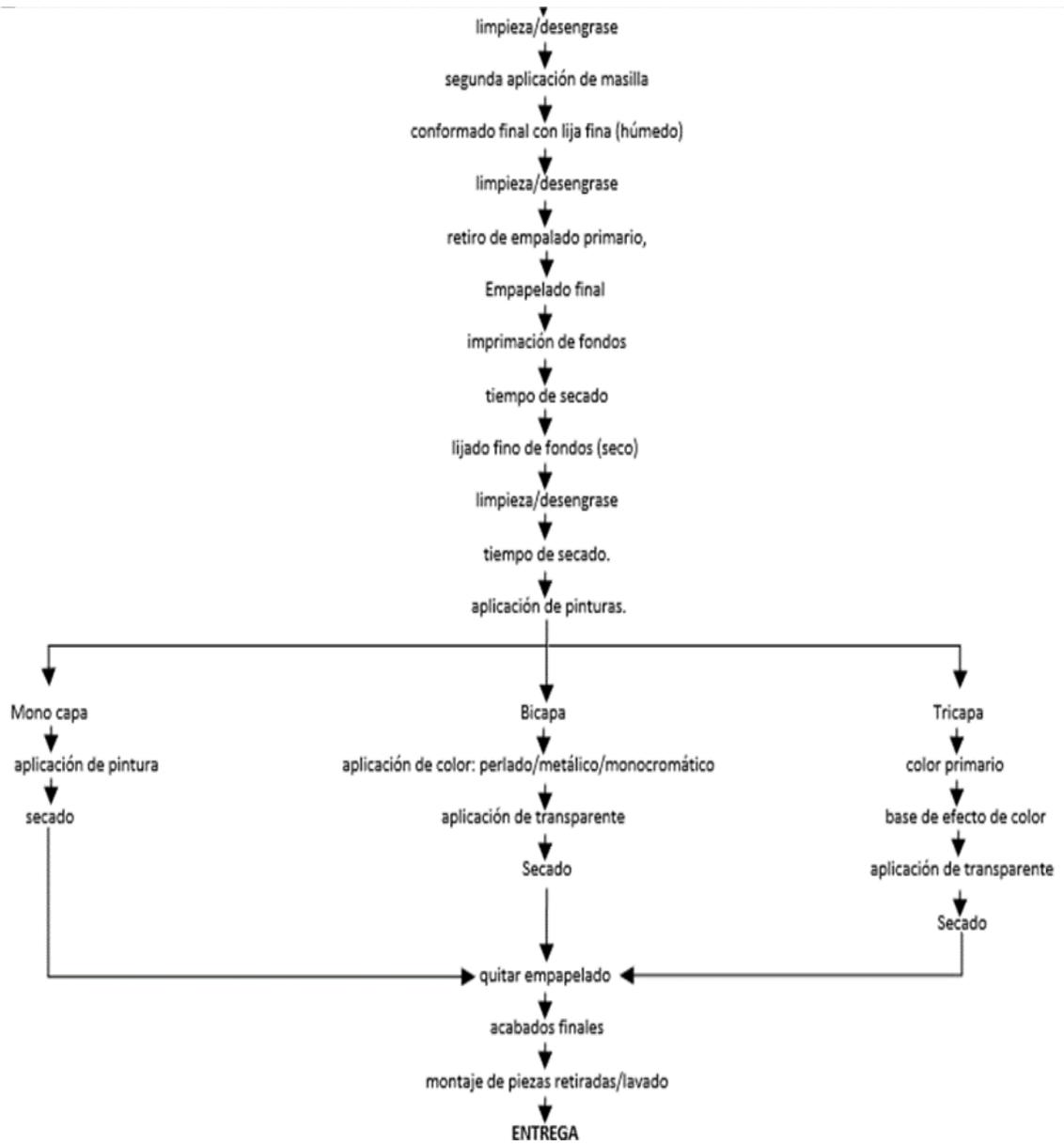
Por último, pero más importante, se procederá a tratar el óxidos y corrosión de las piezas afectadas, utilizando para ello cualquiera de los métodos enlistados en el inciso 1.3. pero por cuestiones de facilidad y viabilidad en este trabajo se sugieren los métodos electro mecánicos o de *sandblast*, ya que agilizan el proceso de remoción de impurezas en el metal, no son tardados o invasivos como la limpieza química. Estos procesos se adaptan perfectamente al tipo de talleres artesanales, con ello se garantiza que la pieza está libre de corrosión y así poder aplicar seguidamente las masillas o recubrimientos de pintura que protegerán la pieza al mismo tiempo brindarán belleza al vehículo. Para estos últimos (aplicación de masilla, fondos y pintura) se sugiere los procesos descritos en los capítulos 3 y 4.

A contención se presenta un diagrama de flujo, el cual contiene una sucesión de procesos para una adecuada práctica del enderezado, remoción de corrosión y pintura en un taller artesanal, con el cual se pretende que suba de clase C a clase B conjuntamente con la adquisición de una cabina de pintura y equipos como Dozzer para mejo y agilizar el enderezado y pintura.

Figura 4. Sucesión de procesos correctos



Continuación figura 4.



Fuente: elaboración propia.

2. PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE TRATAMIENTO ANTICORROSIVO

A continuación, se tiene el desarrollo de la propuesta de acondicionamiento para él un área apropiada de aplicación de pintura, así como una breve descripción de los equipos necesarios para la atomización de la misma, pero dado la complejidad del tema y los muchos equipos y accesorios adicionales que debe llevar el sistema, la propuesta se limita únicamente al diseño, no se realizarán estudios de inversión, costos, rentabilidad ya que estos son un punto aparte que propone para otro punto de tesis.

2.1. Consideraciones a tomar en el diseño del lugar apropiado para el proceso

Este recinto o cabina será erigida con el fin primordial de aplicar pintura atomizada, y así minimizar los problemas ocasionados por factores ajenos a la aplicación (polvo, grasas, viento, humedad, etc.), además debería minimizar la contaminación al medio ambiente ocasionado por el Overspray. Cabe destacar que es únicamente una propuesta en la cual se citaran materiales económicos para su diseño, dado que está pensado para un taller de tipo artesanal en el cual no se posee un gran presupuesto o está iniciando su labor en el mercado.

El principal enfoque estará en agenciarse de un ambiente adecuado, apartado del resto de un taller automotriz, donde se den las condiciones adecuadas para la aplicación de los diferentes tipos de pintura. El lector podrá hacer uso de ello y mejorar el recinto si así lo desea, utilizando otro tipo de

materiales de construcción a su conveniencia, o instalando un calefactor de aire para adecuar la temperatura dentro de la cabina si así lo desea; esto dependerá del espacio que posea y del capital que desee invertir, ya que existen en el mercado equipos o cabinas prefabricadas de tipo industrial que se encuentra en el rango de los USD 4,000.00 a USD 7,000.00 (el precio en quetzales dependiendo de la cotización del dólar), lo cual es un gasto significativo para muchos talleres de bajo presupuesto.

Cabe destaca que en este recinto no se llevará a cabo la remoción de pinturas viejas, óxidos y corrosión, y mucho menos el enderezado o latonería de carrocerías, será utilizado única y exclusivamente para la aplicación de fondos y pintura final.

En este diseño las principales consideraciones a tomar son; las dimensiones, tipo de materiales de fabricación para paredes y techo, ventilación, filtrado e iluminación.

2.1.1. Dimensiones y diseño

El área donde se construirá deberá ser amplia, contemplando el espacio máximo requerido por un vehículo para estacionarlo, a esta, se le sumará el espacio requerido por el trabajador para realizar el proceso sin inconveniente alguno, con comodidad y seguridad y por último el espacio que abarcaran los materiales de construcción.

Como ya se mencionó, la superficie se calculará en base al tipo de vehículo que con regularidad se trabaje, ya que en algunos talleres se dedican únicamente a vehículos livianos y otros a vehículos de mayor tamaño. En este caso nos enfocaremos en los vehículos de tamaño popular (livianos), por

ejemplo; los sedan, compactos, familiares o pick-up pequeños. Tomaremos como el ejemplo un vehículo tipo *Sedan*, y más específicamente un *Volkswagen Passat*, que tiene las siguientes dimensiones: 4,77 m de largo, ancho de 1,84 m y una altura de 1,46 metros, como se puede apreciar es un vehículo grande (ver anexo 1), en base a este ejemplo podremos definir un área en metros cuadrados y altura requerida para nuestra cabina.

El espacio que utiliza un trabajador es aproximadamente 1.20 m por cada lado del auto para el roseado de pintura, al igual que en la parte de atrás y la del frente, a esta última (el fondo de la cabina) deberemos sumarle un pequeño espacio para colocar cierto equipo; pinturas, fondos, equipo de seguridad y por su puesto la toma de aire hacia el compresor. Tomaremos en cuenta que, al ser una cabina de uso básico se utilizara el espacio mínimo para el proceso, lo cual quiere decir que, si el auto es más ancho que el especificado se deberá pintar un lado primero y luego acomodarlo nuevamente para pintar el siguiente lado, con esto se ahorrara espacio, ya que por lo general los talleres carecen de este.

Con respecto de la altura de la cabina, esta se fijará en 2.30 m, que es el mínimo requerido por ciertas normas, ya con ello se poseerá la distancia necesaria para que la ventilación no caiga directamente sobre el vehículo en cuestión.

En conclusión, nuestro diseño tendrá las siguientes medidas internas:

Largo: 7.00 m.

Ancho: 4.00 m.

Altura: 2.30 m.

Con estas medidas procedemos al diseño de la cabina, en la cual deberemos contemplar otros aspectos como; el ancho de las paredes y las instalaciones de equipos como ventiladores y los ductos de ventilación, las cuales, aunque no vayan instalados en el suelo, se deberá dejar a disposición este espacio para darle su respectivo mantenimiento, además con respecto a la losa, esta ayudará a que el área de pintado permanezca sin polvo en los alrededores.

- Losa

Con respecto a la losa, esta deberá fundirse con un mínimo espesor de 8 cm, ya que este es el grosor que según los constructores es el mínimo de espesor para soportar un vehículo en un garaje, esta deberá ser preferiblemente de concreto y hierro armado para una mayor durabilidad, sin olvidar que deberá de dársele un previo tratamiento al suelo, como lo es aplanarlo, luego agregar grava y compactar, este paso es importante si no se quiere tener grietas en la fundición, por lo general los talleres poseen áreas con fundiciones de losa o trabajan en bodegas, en cualquiera de ambos casos se deberá aplicar una capa pequeña de concreto para alisar la superficie del suelo, dando la apariencia de piso para que sea fácil de limpiar en caso de derrame de pintura.

- Estructura

La estructura de las paredes se erigirá con bastidores de acero galvanizado, para una mayor durabilidad, estos podrían ser de madera, pero esta tiene el inconveniente de pandearse y aún más con los pesos activos (como los ocasionados por el ventilador, el viento, etc.). Estos deben instalarse de tal forma que den a la cabina el soporte necesario para sostener tanto los

pesos activos como los pesos muerto (estructura del cielo) y demás accesorios de la cabina.

las canaletas también serán de acero galvanizado, se fijarán en el suelo, con tornillos de fijación (tarugos), los cuales deberán formar una “U”, dejando una parte sin canal por donde se supone entrara el vehículo a pintar. Estas canaletas deberán ser del tamaño adecuado para los bastidores a utilizar, ya que estas serán el principal soporte para la estructura en general (apéndice 3).

Para la estructura se seleccionará tubos de 2“(dos pulgadas), ya que estos serán lo suficientemente gruesos para sostener el resto de material de las paredes, así también el cielo raso, ventiladores, paneles de filtros, etc. Estos se anclarán a las canales dejando como máximo un espacio de 24” (60 cm), con respecto a esta medida, deberán formarse cuadrados en la estructura con el mismo calibre de tubo, dando la impresión de ser una escalera (apéndice 4), ya que con esto se garantiza rigidez en la estructura y se tendrá una mayor área donde poder atornillar o remachar el material seleccionado de pared.

La estructura de techo se fabricará del mismo material que las paredes, con tubos de 2”, pero esta formará cuadros más pequeños, ya que ello aportará mayor rigidez a la estructura y evitará el pandeo por peso activo como muerto (apéndice 5).

- Paredes

Para las paredes se contempló utilizar *Durlock* (tabal yeso), el cual es resistente a la humedad por utiliza pegamentos que pueden reaccionar con el *overspray* por lo cual el material seleccionado es lámina galvanizada plana, de un calibre 18, este grosor es el adecuado, ya que no aportara demasiado peso

a la estructura (2.016 libras por pie cuadrado), además se puede limpiar, no es inflamable, no es corrosiva al corto plazo y resiste cualquier tipo de pintura que se aplique dentro de la cabina.

Esta lamina será instalada en la estructura con remaches tipo pop, ya que son fáciles de utilizar y no tienden a la corrosión a diferencia de otros. En Guatemala existen varias medidas de esta lamina, pero la adecuada sería de 26' x 8' (26 pies por 8 pies), este material alcanzaría casi para una pared completa, tendiendo que cortar muy poco, además es más económico a diferencia de si se tiene que comprar laminas más pequeñas e instalarla estas será más fácil aún. A estas laminas deberá ponérsele entre las uniones o esquinas fibra de uretano, esta se aplica en forma de pomo y se expande al secarse, lo cual obstruye bastante bien la salida o entrada de aire.

Opcional, si se requiere aislar la cabina para instalar un futuro equipo calefactor, se podrá utilizar como material aislante fibra de vidrio, ya que es un material altamente aislante, posee la capacidad de soportar tanto temperaturas bajas como altas, es económico y como dato importante no se encuentra entre los materiales cancerígenos, aunque puede ser irritante para la piel.

Si este fuera el caso, la fibra de vidrio será colocada entre los cuadrados de la estructura (anexo 2), prensada entre la lámina galvanizada seleccionada y otra que podría ser del mismo calibre o más delgada, esta a su vez protegerá la estructura y la fibra de vidrio. No se debe olvidar que antes de terminar de instalar estos materiales, deberá de hacerse las respectivas instalaciones eléctricas, aire comprimido, así también dejar previstos los espacios respectivos donde se instalarán los ventiladores y filtros de extracción de aire.

Como pudimos ver, acá no se le dio demasiado énfasis tanto al aislamiento al sistema de calefacción, pues solo se utilizará está en las regiones o países donde la temperatura ambiente no supere los 55°F (12.7° C) por largos periodos, en Guatemala rara vez se tienen temperaturas por debajo de este límite, por lo cual podemos prescindir de estos sistemas en nuestra cabina, ya que la mayoría de pinturas seorean o secan bien siempre y cuando permanezcan sobre esta temperatura.

Con respecto del techo, se utilizará la misma dinámica de construcción que de las paredes, pero a diferencia de estas, se dejará un espacio mayor, el cual es requerido para la sección de filtros de inyección de aire, la cual se describirá más adelante. Para una visualización de la cabina en conjunto ver el apéndice 6.

Las puertas se fabricarán madera, ya que estas tendrán que ser plegables para ahorrar espacio a la hora de abrirlas, tendrán que tener ventanas, ya que son necesarias tanto para una entrada extra de iluminación, así como para tener una visión hacia dentro de la cabina por parte de terceras personas en caso de percance o alguna otra necesidad requerida por el trabajador.

2.1.2. Ventilación, evacuación de polvos y pintura atomizada

Puede definirse la ventilación como aquella técnica que permite sustituir el aire del ambiente interior de un local, considerado inconveniente por su falta de pureza, temperatura inadecuada o humedad excesiva, por otro exterior de mejores características.²

² ECHEVERRI, Carlos Alberto. *Ventilación industrial*. p. 17.

La ventilación de la cabina de pintado es el aspecto más importante a tomar con respecto a la cabina de pintado, ya que de ello depende la calidad de aire del interior. Este flujo de aire debe mantenerse continuo y equilibrado a lo largo de todo el proceso de pintado, de esto también depende el buen roseado de la pintura y la calidad del acabado final. Además, deberá evitar la saturación de *overspray* para alargar la vida útil de la cabina, evitar incendios por excesos de solventes en el ambiente y proteger la integridad del trabajador.

Existen varios tipos de ventilación, pero la más razonable es la ventilación forzada, que consiste en utilizar aparatos electromecánicos para conseguir la renovación del aire de la cabina, en cambio, la natural no necesitaría de ningún aporte eléctrico, pero, es muy lenta para este proceso. En nuestro caso la ventilación deberá ser tal que evacue los polvos y pinturas atomizadas (técnicamente llamadas *overspray* o niebla) por la parte inferior del recinto, así se evitará que estas se adhieran a las paredes de la cabina, sean respiradas por el trabajador o causen grumos en la pintura aplicada.

Como hemos venido mencionando, otra de las funciones de la ventilación además de evacuar el *overspray* es la de evitar la contaminación del aire respirable, ya que cuando hay que pintar piezas pequeñas los trabajadores obvian colocarse el equipo de protección lo cual podría causar problemas respiratorios a corto y largo plazo.

En conclusión; como es necesario que la ventilación sea rápida y eficaz con respecto al *overspray* y polvo, la cabina deberá contar con un sistema de ventilación de tiro forzado (ventilación electro-mecánica) con el fin de acelerar el proceso de sustracción de sustancias suspendidas en el ambiente, la natural queda descartada dado que es muy lenta en función de los requerimientos para este proceso.

2.1.2.1. Ventilación

En esta sección se deberán tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Que la ventilación únicamente puede evacuar ciertas cantidades o concentraciones de sustancias contaminantes por segundo.
- Especificar el tipo de filtros a usar para el cálculo de ventilación, ya que del área que estos ocupen dependerá la velocidad de aire.
- La corriente de aire deberá ser continua y estable, pero no demasiado fuerte, que permita un buen roseado de pintura y evacue lo mejor transporte lo mejor posible el *overspray* hacia los filtros de salida.
- Que la corriente sustraiga el aire de todas las áreas posibles del recinto y evite que haya zonas muertas.
- Utilizar de preferencia ventilación forzada (electro mecánico).

Como pudimos observar, existen varios factores que intervendrán en el diseño de nuestro sistema de ventilación, a esto debemos sumar que el cálculo no se ha podido normalizar con precisión en todas las cabinas, debido a cambios existentes en la atmosfera, la altura, humedad, etc., Por lo tanto, la mención y uso de tablas elaboradas con base a cálculos previos realizados en ventilación para estos recintos se hace necesario, esto con la finalidad de facilitar al lector la comprensión de los cálculos realizados en este trabajo.

Para el cálculo de ventilación, tomará como base las dimensiones de la cabina y el tipo del trabajo que se realizará en ella, el anexo 16, muestra una lista predeterminada de renovaciones por hora según el uso que se le dará a cierto lugar. Para este tipo de proceso la tabla señala 40-60 renovaciones/hora, la tabla viene indicada en unidades de *aire/hora* o en *renovaciones/hora* donde “*renovaciones*” es un numero adimensional por lo cual al momento trabajarlo en

conjunto con el volumen necesario nos quedara en dimensiones de metros cúbicos por hora (m^3 /hora).

Para iniciar con el cálculo de ventilación necesaria calcularemos primero el volumen de la cabina, esto se logra fácilmente multiplicando el largo por el ancho por la altura de la cabina de pintura:

En nuestro caso el volumen total es el siguiente:

$$V = 7.00 \text{ m} \times 4.00 \text{ m} \times 2.30 \text{ m} = 64.4 \text{ m}^3.$$

Para fines de cálculos aproximaremos a 65 m^3 .

A continuación, multiplicaremos el volumen por la cifra indicada en la tabla para nuestro recinto, esto nos dará un aproximado del caudal de aire necesario que deberán manejar los ventiladores. Como ya lo habíamos mencionado el valor que indica la tabla es 40 - 60 renovaciones/hora, para el cálculo se tomara el número mayor ya que con este tendremos el caudal máximo y evitaremos que haya insuficiencia en el sistema.

$$Q = VN,$$

Dónde: Q= caudal de aire en metros cúbicos

N= número de renovaciones de aire por hora

Aplicando el cálculo tendremos que:

$$Q = VN = (65m^3)(60 \text{ renovaciones/hora}),$$

entonces: $Q = 3,900 \text{ m}^3/\text{hora}$.

Esto indica los metros cúbicos que deberían de renovarse por hora en la cabina.

2.1.2.2. Velocidad del aire

Esta velocidad debe ser de flujo laminar según el número *Reynolds*³ ≤ 2100 (relaciona la densidad, viscosidad, velocidad del fluido), ya que no debe sobrepasar los límites que están en el orden de los 0.4 m/s - 0.85 m/s, la velocidad recomendada para una recinto debe ser tal que evitamos el arrastre de partículas pesadas o un flujo turbulento ($Re \geq 2100$), deberá mantener una concentración menor al 25% de *overspray* para evitar la saturación y posible inflamabilidad de estos gases.

Según las normas OSHA, esta velocidad no deberá ser menor a los 100 fpm (pies cúbicos por minuto), que equivale a 0.50 m/s, con lo cual podemos constatar que se mantiene en el régimen de flujo laminar, lo cual nos garantiza que el aire entrara y saldrá de la cabina ordenadamente y sin turbulencias que perjudiquen la aplicación de pintura.

2.1.2.3. Filtrado

Existen varios tipos de filtros para aire, pero en nuestro caso los principales son los filtros diseñados para retener pintura, que vienen en varios tamaños y fabricados con fibras retardantes al fuego, ya que esto es de vital importancia en la cabina debido a la cercanía de los ventiladores, estos filtros vienen en dos tipos; los de emisiones limitadas, que sirven para el recabado de ciertas piezas y los de mayor durabilidad o emisiones interrumpidas, que sirven por así decirlo para aplicar pintura continuamente durante un periodo largo, como por ejemplo el de pintar un vehículo completo. La posición de los filtros será unos centímetros frente a los ventiladores (apéndice 9), tanto en la

³ El número de Reynolds (*Re*) es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, para fenómenos de transporte, comportamiento y movimiento de un fluido. el número de Reynolds fue nombrado por Osborne Reynolds (1842-1912), quien popularizó su uso.

descarga como en extracción, estos a su vez irán posicionados dentro de la cabina según el tiro de aire que se seleccionara en la imagen 5 que se muestra en el inciso 2.1.2.5

Según la OSHA, los filtros de extracción (anexo 3) deberán revisarse periódicamente o después de una aplicación de pintura, además en el momento de ser desechados deberán de ser sumergidos en agua o colocarlos en un lugar separado de forma segura. La importancia en el cambio de filtros radica en tres aspectos importantes: 1) Que la cabina no se sature de *overspray* debido al taponamiento por pintura en los poros del filtro, 2) que los ventiladores no sufran sobreesfuerzos y 3) en el caso del filtro de inyección o superior (anexo 4) no caigan pedazos de filtro envejecido o podrido sobre la pintura que se aplicando.

El tamaño o sección de área de los filtros de aire se delimitará según la velocidad de carga o descarga a los que estos serán sometidos, en nuestro caso los filtros deberán soportar un paso de aire a tiro forzado de 0.5 m/s para la inyección de aire y de 0.8 m/s para la sustracción de aire, entonces; según el caudal que deberán filtrar los ventiladores procederemos a determinar la sección (S) de estos filtros:

$$S = \frac{3900 \text{ m}^3/3600s}{0.5 \text{ m/s}} = 2.12 \text{ m}^2, \text{ para la inyección de aire y,}$$

$$S = \frac{3900 \text{ m}^3/3600s}{0.8 \text{ m/s}} = 1.40 \text{ m}^2, \text{ para el filtrado en sustracción de aire.}$$

Entonces, el tamaño mínimo de los filtros deberá ser de 2.12 metros cuadrados para la inyección, pero con fines de no saturar la descarga a través de los filtros de aire, se considera dejar un área de filtros superiores de 3 metros cuadrados, ya que con ello se tendrá una cobertura mayor sobre el vehículo y

propiciará la circulación del aire. Para la sustracción de aire en la cabina, el filtrado deberá ser tal que abarque la razón de área calculada 1.40 m^2 por filtro.

para cuestiones de economía se utilizará ductos flexibles para la extracción de aire en la cabina, como los que se muestran en el anexo 5, ya que son fáciles de instalar, no requieren de codos para las curvas, además si se requiere pueden estirarse o encogerse un poco. Con respecto a la descarga de aire, el único ducto que se utilizará será un codo (anexo 6) para conectar el aire a la rejilla de distribución de aire al pleno de filtros que ira dentro, además de la captura de entrada que es un accesorio extra (ver apéndice 7).

2.1.2.4. Ubicación de los ventiladores

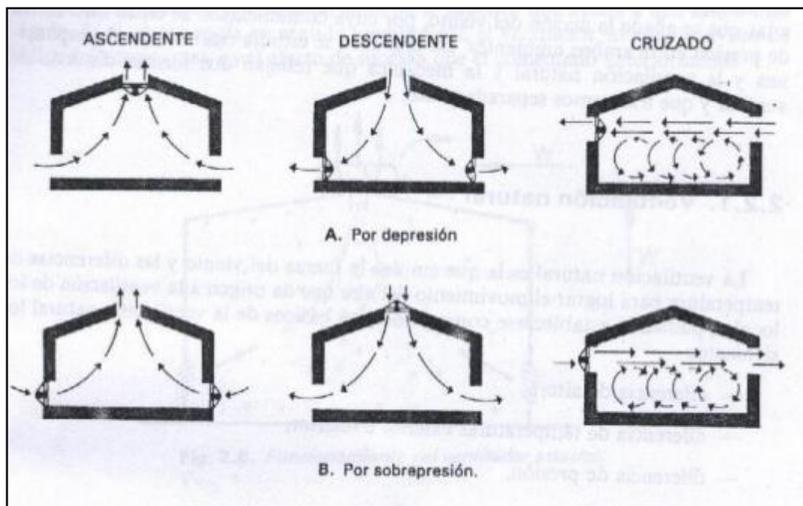
En la ubicación de los ventiladores, debemos tomar en cuenta 3 aspectos importantes:

- Deben de colocarse opuestos a las entradas de aire o rejillas, con lo cual se garantiza la ventilación y evitamos espacios muertos sin ventilar.
- Colocarlos lo más cerca posible de la fuente de contaminación para extraerlo antes que se disperse por todo el recinto.
- Colocarlos lejos de ventanas, puertas o rejillas para evitar el retorno del contaminante.

2.1.2.5. Tipos de corriente de aire

La figura 5 muestra diferentes métodos de ventilación y la posición adecuada de rejillas, que garantizan una ventilación eficaz, de las cuales debida a la naturaleza del proceso de pintado en donde el *overspray* tiende a subir al ser menos denso (o pesado) que el aire, en este trabajo se han escogido la ventilación descendente tipo “B” para la descarga de aire y descendente por depresión tipo “A” para la sustracción de aire en la cabina, ya que ambas benefician el proceso, acelerando la extracción de contaminantes y evitando el arrastre de polvo. A este tipo de ventilación combinada se le llama “grupo equilibrado”, ya que poseerá tanto un ventilador para impulsar el aire hacia adentro y otro para aspirarlo hacia el exterior de la cabina de pintado (ver apéndice 8).

Figura 5. Diversos métodos de ventilación



Fuente: PEÑA MUNAR, Carlos Gastón. <http://www.slideshare.net/cargaspemu/ventilacin-industrial>. Consulta: noviembre 2019.

2.1.2.6. Selección de ventiladores

El seleccionar un ventilador consiste en adquirir aquel que contenga los requisitos necesarios en lo que respecta a caudal y presión con las que debería manipularse el aire a ciertas condiciones en el interior de un local o recinto. Por lo general esta información es procesada y proporciona por los fabricantes de ventiladores, los cuales se valen tanto de tecnología de software, así como de catálogos electrónicos para facilitar la selección, esta información procede de las curvas de funcionamiento en ventiladores, que nos permiten visualizar de forma gráfica los cambios en la presión, caudal y eficiencia, con lo cual se puede saber el ventilador adecuado.

En general como cada grafica representa un ventilador diferente del cual pueden salir curvas a una velocidad diferente se ha tendido que generalizar la capacidad de los ventiladores a condiciones normales de la atmosfera, siendo estas:

Densidad: 0.075 psi (1.20 kg/m³)

Temperatura: 70° F (21°C)

Presión: 29.92 plg. de Hg. (60.6 kp)

En cuestiones de forma, existen varios tipos de ventiladores como como hemos podido observar, la selección de uno dependerá del uso que se les dará, la posición de trabajo y la cantidad de aire se requiere ser removida. A continuación, se describe brevemente y de forma general los dos grupos existentes de ventiladores en el mercado:

- Ventiladores axiales o helicoidales

Este tipo de ventiladores extraen el aire conduciéndolo en dirección de su eje (anexo 7) el cual sale en forma helicoidal, por eso el nombre. Son aptos para mover grandes caudales de aire a bajas presiones, como tienen mucha velocidad son por lo general ruidosos y suelen sub-clasificarse por la forma de su envolvente.

- Ventiladores centrífugos

Este tipo de ventilador son aquellos en los cuales, el flujo de aire cambia su dirección con respecto a su eje en un ángulo de 90° (anexo 8), entre la entrada de aire y la salida. Se suelen sub clasificar según la forma de las palas o álabes en el rotor. Este tipo de ventilador es de alta velocidad y por lo tanto alta presión. Algunas personas suelen llamarles turbinas, ya que tienen cierta semejanza en su funcionamiento, además son ruidosos dependiendo de su velocidad. Cabe destacar que este tipo de ventilador es más costoso que los tipos helicoidales.

Para selección y compra del tipo adecuado de ventilador se deberá de tomarse en cuenta tanto los datos técnicos, las pérdidas de carga en el sistema de ventilación (por lo general en milímetros de columna de agua), así también la necesidad en metros cúbicos de aire que se necesita trabajar dentro del recinto para poder seleccionar la capacidad específica de ventilador, por supuesto este cálculo lo hará una persona experta en el tema, contando con los datos anteriormente citados. Para fines de nuestro sistema de cabina las pérdidas se han normado en:

Perdidas por ductos flexible con curva de salida a 90° = 4.20 mm c.d.a.

Perdida por filtrado = 32.0 mm c.d.a.

Cobertor tipo chimenea = 7.50 mm c.d.a.

Total, perdida = 43.7 mm c.d.a.

en base a lo descrito y tomando encuentra el caudal inicial de la cabina (3900 m^3 /hora), el ventilador que se a seleccionaremos para inyectar aire a nuestra cabina y crear una sobre presión sobre los filtros de entrada será un ventilador centrífugo, de alavés curvos, con una potencia no menor a 1.5 Hp (1.12 kW), velocidad de 1760 RPM, motor trifásico de 208 V– 230 V, el cual ira instalado en el techo y garantiza proporcionar el caudal necesario a la velocidad y presión necesario para el proceso (anexo 9).

En el caso de evacuación de aire contaminado se ha seleccionado dos ventiladores axiales con alavés semicurvos, potencia de ½ HP, velocidad de 3000 RPM, motor 220 V. para una descarga de caudal de 2000 CFM, estos deberán ir instalados con rejillas anti retorno para evitar como el nombre lo dice el retorno de aire contaminado, situados en la partes baja de las paredes laterales, como se muestra en la Figura 5, ya que estos no ocupa demasiado espacio y son económicos con relación al sistema requerido por los equipos sofisticados en las cabinas industriales que a menudo necesitan hacer un ducto en el suelo.

2.1.3. Iluminación

La Iluminación en el trabajo es importante, tanto para la salud como para la seguridad ocupacional. La mala iluminación en el trabajo puede representar perdidas tiempo, así como accidentes y lesiones.

La iluminación deberá ser adecuada, idealmente de color blanco, estas se calculan a partir de tabla especiales basadas en el color y la distancia a la que se instalaran las futuras lámparas, las lámparas incandescentes quedan descartadas, pues son muy peligroso para un recinto de pintado, debido a que tal concentración de vapores es en efecto inflamables. Lo importante en este punto es que debe ser uniforme, para que ilumine todas las partes del vehículo, así el pintor podrá observar y evaluar la aplicación de pintura y así garantizar que el color sea el mismo en todas las partes del vehículo en cuestión. Las luces LED no aportan calor, pero, son apropiadas, ya que al producir luz blanca hacen que no desvarié o engañe al ojo, además son económicas.

Con respecto a la instalación, estas deberán en dos series a lo largo del techo, precisamente entre la unión de las paredes laterales y techo para la iluminación superior del vehículo. Otra serie de luces será instalada en cada pared lateral, a 80 cm de alto con respecto a la loza, pues esto brindará iluminación a los costados del vehículo y la parte baja del mismo. Cabe destacar que todas las lámparas deberán de llevar su respectiva pantalla de protección, así se evitara el contacto directo de estas con los vapores inflamables.

Las características de la iluminación serán: 10 series para el techo (5 por cada lado), separadas de 15 centímetros y 10 serie de luces para las paredes separadas a 15 cm también, cada serie de luces tipo lámpara tendrá un largo de 1.20 m y tendrán una potencia de 36 w, conectadas a una corriente de 120 v, para satisfacer las necesidades de iluminación de la cabina.

Otro punto importante en la iluminación es el color que se le dará a las paredes, estas deberán tener un color claro, de preferencia blanco para que la luz refleje en ellas y así proporcionar iluminación extra a los lados del vehículo,

las paredes tendrán que ser pintadas con base de látex, para poder limpiarlas en caso sean impregnadas con overspray.

2.1.4. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas deben ser adecuadas y seguras en el recinto, ya que en la aplicación de pintura se utiliza solventes que por lo general son inflamables. Por otro lado, la distribución eléctrica se limita únicamente a las lámparas del interior, puesto que acá no se llevará ningún otro proceso eléctrico con lo cual se evita la instalación de tomacorrientes, el único dispositivo eléctrico que ira dentro de la cabina aparte de la iluminación, será un flipón de corte de corriente, para desactivar los ventiladores si fuera en el caso necesario. El resto de conexiones eléctricas deberían ir en una caja de flipones externa, en cuyo lugar irán conectados el resto de equipos externos tales como ventiladores, compresor, etc.

2.1.5. Área apropiada para la instalación del compresor y selección de compresor

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión por compresión y desplazar cierto tipo de fluidos compresibles (gases), en nuestro caso es el aire. Este liberara aire continuamente a una presión determinada y volumen mínimo en litros por minuto.

El compresor es el mecanismo eléctrico más grande utilizado en el tratamiento anticorrosivo de metales ferrosos, su función es el de comprimir suficiente aire para distintos procesos tales como el sandblast (descrito anteriormente), hacer funcionar ciertas maquinas como las lijadoras por ejemplo

o la liberar aire a condición para secar o limpiar polvo y agua residual de algún proceso anterior al pintado donde no cabría un paño, por ejemplo.

El mayor reto al que se le someterá es el de atomizar pintura, que requiere de un flujo y presión constante de aire en todo el proceso, para lo cual el compresor debe de estar en óptimas condiciones, ya que una vez comenzado el proceso de pintado, este no puede detenerse debido a que la pintura inicia su proceso de secado debido a la acción del catalizador, mismo que algunas pinturas incluyen en la mezcla o lo traen por separado y que reacciona en un lapso largo o corto dependiendo de otros factores.

El compresor deberá ubicarse fuera de la cabina de pintado. Tendrá un tamaño adecuado, aunque podría ser pequeño en casos de que solo se pintaran piezas pequeñas, pero como ya señalamos anteriormente deberá aportar el flujo y presión de aire requerido por la comúnmente llamada pistola de pintado.

Existen varios tipos de compresor, unos más eficientes que otros, en el sentido de ahorrar energía, tiempo de llenado del tanque, silenciosos, etcétera. Para este fin es necesario tener una buena capacidad de tanque ya que el proceso solo se detendrá por unos segundos, cada vez que se necesite llenar el depósito de la pistola o cuando termina el roseado de cada capa de pintura, lo cual brinda al compresor poco tiempo de reabastecimiento, además puede que sea requerido conjuntamente para otro proceso fuera de la cabina de pintura.

Los compresores que se fabrican hoy día se dividen en dos grandes grupos, atendiendo a su principio de funcionamiento: los de flujo continuo o aerodinámicos y los de desplazamiento positivo o volumétricos.

- Los compresores de flujo continuo o aerodinámico

Están basados en la cantidad de movimiento, donde una fuerza recibida de un motor de arrastre aumenta la velocidad del fluido, para posteriormente transformarla en presión. Los compresores aerodinámicos disponen de un órgano fundamental denominado rodete, que gira sobre su eje, donde se produce la transformación de la energía mecánica, que recibe del motor, en energía de fluido. Estos se dividen en flujo radial y flujo axial.

- Los compresores de desplazamiento positivo o volumétrico

Estos aumentan la presión del gas gracias a la reducción de su volumen, transmitiendo esta presión íntegramente a todo el fluido ya almacenado. Estos compresores disponen de un elemento denominado desplazador, que atrapa el gas mediante la creación de una succión, reduce su volumen, y lo desplaza hacia la salida donde existe una presión superior. Estos compresores se dividen según el movimiento del desplazador en alternativos y rotativos (anexo 10)

Según observaciones la mayoría de talleres de nuestro país cuenta con un compresor de movimiento alternativo de uno o más cilindros, los cuales aportan el suficiente caudal de aire para el suministro de operación y al ser equipos económicos en consideración a otros se dejará como apropiado un compresor recíprocante de dos etapas, con un rango de trabajo de entre 125 – 175 libras por pulgada cuadrada (863 – 1210 *kPa*) a una eficiencia del 75% para el proceso de pintado. Este deberá regularse la presión según sea el caso un 60% del tiempo.

2.2. Circuito de aire comprimido

El circuito de aire comprimido es la red de tuberías encargada de transportar el aire comprimido, en la cual deberá instalarse la unidad de mantenimiento, las válvulas y acoples de mangueras. Las consideraciones que se deben tomar en el circuito dependen de que tan grande sea la red o a que distancia se desea transportar el aire, por lo cual se recomienda instalar los compresores lo más cerca posible del cuarto de pintado, siempre y cuando este no esté a la salida de regias donde saldrán el *overspray*.

Existen en el mercado varios tipos de accesorios para crear una red de distribución de aire comprimido de calidad, libre de contaminantes, pero nos enfocaremos únicamente en aquellos que son de relevancia, pues muchos talleres artesanales no podrían adquirir estos accesorios por los elevados consto que poseen.

2.2.1. Instrumentación recomendada en el circuito de aire comprimido

Cuando hablamos de instrumentación, nos referimos a todos aquellos aparatos, tuberías, indicadores y accesorios que ayudaran al transporte de aire comprimido hasta la unidad de uso (figura 6), cabe mencionar que el compresor por medida de seguridad incluye un manómetro y una válvula de alivio que se puede calibrar para evitar una explosión por sobre carga. A continuación, se enlistará los accesorios necesarios para un circuito de aire comprimido básico.

Entre los accesorios obligatorios tenemos:

- **Compresor:** Con anterioridad se describió la función del compresor, así como los tipos que existen, se escogió por economía y espacio un compresor de movimiento alternativo ya que al ser una unidad compacta por lo general tiene adherido un tanque con buena capacidad, tiene integrados instrumentos esenciales como lo son el manómetro, que ayudan a visualizar la presión interna del tanque, además posee válvulas que liberan fluido automáticamente en caso de sobrecarga y otra de activación manual para liberar el agua condensada que se acumula en la parte baja del tanque, cabe recalcar que aunque tiene un filtro para el aire, este deberá ir en la parte externa del cuarto de pintado.
- **Tuberías:** su función es transportar fluidos como aire comprimido, a lugares cercanos o distantes donde se requieren de su uso, existen tuberías rígidas y flexibles, para el recinto se utilizarán como transporte una tubería rígida, de hierro galvanizado de $\frac{3}{4}$ ", que es el tamaño sugerido por la mayoría de fabricantes pues la mayoría de acoples y conexiones tienen de este tamaño, además son económicas y resistentes a la presión y oxidación.
- **Llaves:** existen varios tipos de llaves, para el paso y corte de flujo, estas deberán ir instaladas a la salida del tanque y una antes de cada acople para manguera, estas deberán ser para mayor seguridad válvulas de globo, pues permiten cortar y regular el paso de aire si no se tuviera un transformador de presión. La medida de estas será acorde a las tuberías ($\frac{3}{4}$ "
- **Acoples:** los acoples son piezas utilizadas en la unión de tuberías, también son un método de conexión rápida al final de una tubería para mangueras. El tamaño de estas al igual que las válvulas será de $\frac{3}{4}$ ".

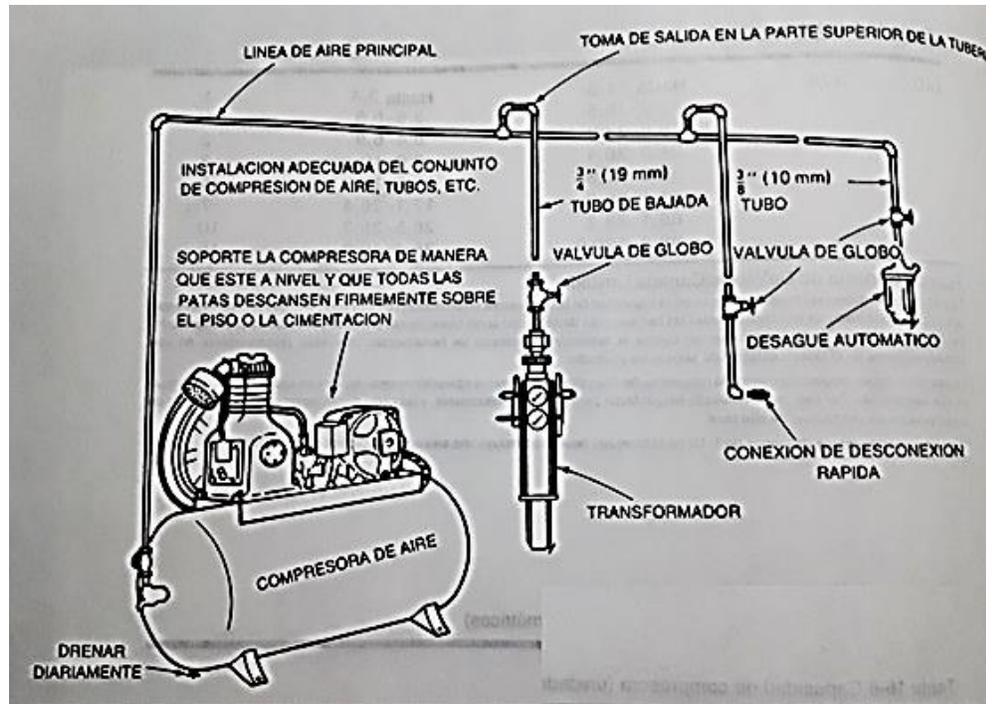
- Unidad de transformador: Es el conjunto de elementos que se encargan de acondicionar el aire antes de introducirlo en el circuito, esta se compone de manómetro, filtro, reductor de presión o regulador de presión y una pequeña trampa de agua en algunos modelos. Esta se instala normalmente en la tubería inmediatamente a la salida de aire del compresor, pero antes del resto de los equipos.

2.2.2. Importancia de la calidad del aire comprimido

Para garantizar la pureza y calidad del aire, se han creado varios estilos de filtros y trampas de agua de purga automática, que ayudan a este fin, alguno de son de tamaño industrial y otros de tamaño comercial (pequeños y económicos). Estos equipos deben ser capaces de retener cualquier partícula suspendida en el aire o agua condensada que este posea, ya que podrían aparte de ocasionar erosión en las tuberías, saturación y obstrucción de las mismas, fallos en los equipos y mala calidad en la aplicación de pintura.

La pureza del aire debe iniciar desde la captación de aire en el compresor, los cuales vienen con un filtro de aire a la entrada del mismo, el cual debe ser revisado periódicamente y cambiado si fuese necesario.

Figura 6. Circuito neumático básico con simbología



Fuente: KOEHLER, Roberto. *Manual de reparación y repintado de carrocerías automotrices*. p. 570

2.2.3. Problemas relacionados con la calidad del aire

Los problemas relacionados con la calidad del aire varían dependiendo del proceso, en el caso de aplicación de pintura la presión y abastecimiento de aire juegan un papel importante, ya que si no son suficientes la pintura no puede ser atomizada adecuadamente, ocasionando problemas permanentes en la pintura tales como: variación de color, sombreado, espesor de pintura delgada o demasiado gruesa al punto de escurrir, textura inconsistente, falta de brillo, rugosidad, etc. Además, la pureza del mismo debe ser la mejor posible como pudimos ver con anterioridad.

Como ya habíamos visto en el anteriormente, la presencia de agua en el aire comprimido puede ser un problema que afecte a la mayoría de procesos en los que se utiliza, de los cuales no se escapa la aplicación de pintura. La presencia de humedad puede causar, goteo de pintura, adherencia inadecuada, falta de brillo, porosidad, que la pintura seque por fuera pero no por dentro y falta de brillo aun en el pulido y encerado.

Las partículas extrañas en el aire comprimido son un factor poco importante pero que debe ser tomado en cuenta, como ya habíamos visto un mal filtrado del aire puede permitir el acceso al aire de estas partículas y a su vez causar problemas tales como, taponamiento del atomizador de pintura, causando una mala aplicación, contaminación que causa granos en la superficie ya pintada y que son difíciles de desvanecer en el pulido de la pintura.

Si se trata de aceites, ceras, siliconas u otras sustancias líquidas que pueden estar en el aire comprimido causaran el comúnmente llamado ojo de pescado, que consiste en esparcimiento de la pintura en la superficie y que puede ser del tamaño de un punto o tan grandes como una huella digital.

2.2.4. Equipo utilizado en la atomización del fondo y pintura

Los equipos utilizados en la aplicación de las pinturas son las pistolas aerográficas que requieren la instalación de un sistema de aire comprimido, para su funcionamiento. Actúan atomizando la pintura y proyectándola sobre la superficie; el aire y el producto entran en la pistola a través de conductos independientes y se mezclan a la salida del casquillo, de forma controlada.⁴

⁴ Mapfre servicios. http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/cesvimap/ficheros/Extracto_emb.pdf. Consulta: octubre 2015.

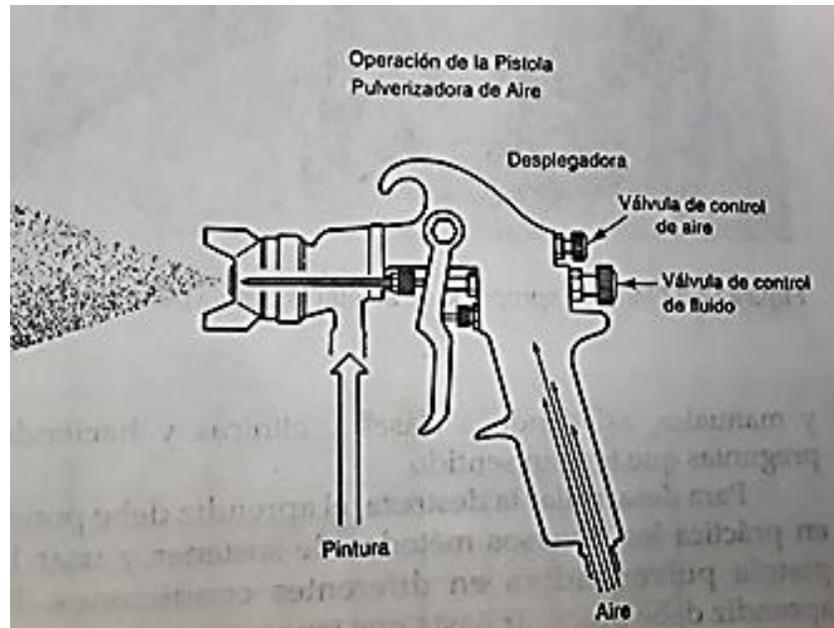
Existen varios tipos de pistolas, cada una con diferentes características para realizar los trabajos de pintura y fondo, pero el principio de funcionamiento es el mismo, unas con principios básicos como la caída por gravedad y otras por succión, pero el fin es el mismo.

El funcionamiento de una pistola es simple; una palanca o gatillo de la pistola es accionado por el pintor, esta abre una válvula que permite primero el paso de aire hacia la boquilla, a continuación, el gatillo desplaza una aguja hacia atrás que permite pasar el fluido (pintura) hacia el exterior por la boquilla lo cual causa la mezcla entre el aire y pintura (figura 7). De esta forma se crea la atomización y se crea un abanico por medio de dos chorros de aire en la boquilla que están en sentido perpendicular a la salida del fluido. A continuación, mencionamos y graficamos (anexo 11) los dos tipos de pistolas que más se usan en los talleres tipo artesanales de nuestra región, y que se adecuan en cuanto a precio y uso al proceso.

Para ver una serie de problemas relacionados con las pistolas, el anexo 14 muestra una lista de problemas relacionados con ellas, además de explicar el por qué y cuál es la solución a tal problema.

- Gravedad: es una pistola liviana, que al tener el depósito sobre el atomizador aprovecha toda la pintura en el sin dejar residuos, facilita el trabajo con pinturas espesas, viscosas o con tixotropía. Además, son fáciles de darles mantenimiento y limpieza.
- Succión: Al tener el depósito en la parte inferior permite guardar mejor la pintura, evitando que esta se derrame al girarla unos grados para pintados horizontales. Poseen una mayor capacidad en el depósito, ideal para pintar superficies grandes como capos, techos y baúles.

Figura 7. **Partes de calibración de una pistola atomizadora**



Fuente: KOEHLER, Roberto. *Manual de reparación y repintado de carrocerías automotrices*.
p. 601

2.3. Seguridad e higiene en el área

Con fecha 23 de julio de 2014 el Gobierno de Guatemala emitió el Acuerdo Gubernativo 229-2014 Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional mismo que llega casi 60 años después de haberse emitido el primero en 1957. Este reglamento actualiza las disposiciones en materia de seguridad en el trabajo.⁵ Dicho reglamento fue creado con el fin de que tanto patrones y trabajadores estén obligados a obedecer los lineamientos que se dan en este acuerdo de seguridad con el fin de evitar las enfermedades laborales y accidentes.

⁵ Cámara de Industria de Guatemala. <http://2-learn.net/higiene/acuerdo-gubernativo-229-2014-reglamento-de-salud-y-seguridad-ocupacional/>. Consultado el 16 septiembre 2019

Todos, patrono, representantes, intermediario, contratistas y trabajadores deben adoptar y poner en práctica los lineamientos de seguridad impuestos por el artículo Gubernativo 229-2014 o en su defecto lo que dictan las normas internacionales como por ejemplo la normas OSHA. En los lugares de trabajo, para proteger la vida, la salud y la integridad de sus trabajadores en lo que respecta a operaciones, procesos de trabajo, suministros, uso y mantenimiento de equipos de protección personal, edificaciones e instalaciones y sistemas de emergencia a máquinas y equipos.

para las personas que trabajan en enderezado y pintura el equipo necesario de protección será el siguiente:

2.3.1. Protección ocular

Es de vital importancia el uso de gafas protectoras de vista en el proceso de pintado, tanto en el momento de preparar la pintura y como al momento de la aplicación, ya que los solventes suelen ser sumamente perjudiciales para la vista.

2.3.2. Protección auditiva

Aunque los trabajos de pintura no son muy ruidosos, el uso de ventiladores, compresores y otros quipos eléctricos suelen serlo, por lo cual se recomiendan usar tapones auditivos, ya que estos disminuirán considerablemente el número de decibeles y evitara la pérdida del oído (anexo 15).

2.3.3. Protección del sistema respiratorio

En cuestiones de pintura la protección más importante es la del sistema respiratorio, ya que hay muchos compuestos químicos involucrados, tanto en los fondos como en las pinturas, podríamos mencionar por ejemplo el plomo, que puede causar cáncer, además la base de pintura es el tinner (como disolvente), que causa desde adicción hasta problemas pulmonares severos, esta (la base) podría saturar los pulmones con sustancias nocivas que podrían dispersarse a diferentes órganos del cuerpo por medio de la sangre. La enfermedad más común que puede padecer un pintor es la fibrosis quística, que según su tipo puede causar endurecimiento de los vasos en dicho órgano.

Para proteger el sistema respiratorio se han creado diferentes tipos de máscaras filtrantes, algunas con carbono activo para neutralizar algunos contaminantes, el uso en el proceso de pintado es importante ya que los compuestos están en forma de nube. Existen 3 tipos importantes de mascarillas, cada una con una función específica en su uso y una cuarta que une todas estas protecciones:

- Mascarillas filtrantes: en las que el aire contaminado atraviesa una serie de filtros para retener los elementos nocivos.
- Mascarilla contra partículas: se trata de una barrera física (fibra celulósica) que impide que el polvo sea inhalado en operaciones de lijado o limpieza de superficies con aire comprimido.
- Mascarillas contra vapores: mascarillas descartables impregnadas en carbón activo. Su protección es del 100% siempre y cuando la mascarilla sea la adecuada al contaminante.

- Mascarillas mixtas: proporciona una protección conjunta, contra partículas, gases y vapores.

2.3.4. Equipo de protección corporal

Aquí entra todo el resto del equipo que debe utilizarse aparte de los ya mencionados, como lo son el vestuario, guantes y el calzado.

El vestuario, debe ser un overol que generalmente es de una tela anti inflamable y posee una especie de casco para introducir aire fresco por medio de una manguera, que evita a su vez el paso de sustancias dañinas utilizadas en pintura y que pueden ser perjudiciales para la piel o ser irritantes.

El uso de guantes es importante también, desde el lijado hasta el momento de aplicar la pintura, ya que los compuestos pueden reseca la piel y rajarla, lo cual la expone a enfermedades. El calzado debe ser de uso industrial normalizado, con punta de acero para mayor protección.

Para el plan de seguridad sugerido en el área de trabajo nos basaremos en la regla de las cinco eses (5S), que son un conjunto de actividades a realizar en el recinto para evitar incidentes que pueden perjudicar la integridad de física de las personas y echar a perder trabajos finalizados.

Las 5S provienen del japonés y son 5 palabras que representan un conjunto de actividades a realizar en pro de la higiene y seguridad laboral las cuales se nombran, traducen y describen en la tabla III.

Aunque no se menciona en la tabla cabe destacar que se debe contar en toda área con el equipo contra incendios necesario, en un taller de pintura es de

vital importancia debido a que existe alto riesgo y donde más peligros que se corre, ya que los líquidos son de alta volatilidad y por lo general al atomizarse se corre riesgo de incendio por chispa. Las conexiones eléctricas deben contar con dispositivos de acorte de corriente y estar bien aislados para evitar el incendio.

Tabla III. **traducción y definición de las 5S**

Denominación		Concepto	Objetivo particular
En Español	En Japonés		
Clasificación	整理, <i>Seiri</i>	Separar innecesarios	Eliminar el espacio de trabajo lo que sea inútil.
Orden	整頓, <i>Seiton</i>	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz.
Limpieza	清掃, <i>Seiso</i>	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
Estandarización	清潔, <i>Seiketsu</i>	Señalizar anomalías	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden (Señalizar y repetir). Establecer normas y procedimientos.
Mantener la disciplina	躰, <i>Shitsuke</i>	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido.

Fuente: Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/5S>. Consulta: octubre 2019.

En el recinto debe de existir por lo menos dos extintores de incendios, colocados cada uno a una altura y posición accesible, se recomienda usar los que interrumpen la reacción en cadena, sofocando la llama. Estos deben contener fosfato mono amónico que se funde a las temperaturas de la combustión, originando una sustancia pegajosa que se adhiere a la superficie de los sólidos, creando una barrera entre estos y el oxígeno por lo cual no hay propagación.

2.4. Órdenes de trabajo y fichas técnicas

Las órdenes de trabajo y fichas técnicas, son documentos que nos servirán para organizar la información de los vehículos y sus respectivos dueños, así como los trabajos a realizar, tipos de equipos, repuestos y otros productos que se utilizarán en el tratamiento anticorrosivo. A continuación, se describe cada una de estos documentos por separado.

2.4.1. Orden de trabajo

La orden de trabajo, es una herramienta documentada que sirve para organización. Se ocupa mucho en talleres de todo tipo: mecánicos, carpinterías, talleres de pintura, etc. En fin, son muchos los sectores en los que se utiliza y aunque su existencia puede parecer insignificante, tiene gran importancia, ya que la orden de trabajo es un documento que tiene la forma de contrato, aunque con menos formalismos.

La orden de trabajo puede tener una gran variedad de diseño, pero debe poseer siempre los contenidos textuales que se quieren especificar: fecha, nombre del cliente, teléfono, la marca del auto en el caso de taller de pintura, número de placas, etc. Adicionalmente puede contener un área donde se especifiquen ciertas normas o compromisos que tanto el trabajador como cliente deberán de cumplir.

Usualmente tiene un formato parecido a las hojas de factura, pero no lo es, debe llevar impresa en letras grande “orden de trabajo” y numero de correlativo para su identificación. Cabe destacar que actualmente existen programas de computadora que permiten la recopilación de estos datos, pero la

orden de trabajo debe ser impresa, ya que debe ser firmada tanto por el que realizo el trabajo como el cliente, para que esta tenga valides.

2.4.2. Fichas técnicas

Una ficha técnica no es un documento, pero detalla todas las características de una mercancía o un equipo, su forma, tamaño o composición. Esta a su vez es una forma de presentación y permite que las personas interesadas en el servicio o producto tengan una idea de esta sin tener que estar presencialmente en el lugar o tener el equipo a la vista, ya que esta debe brindar la información concreta de lo antes mencionado.

La ficha técnica del taller de pinta está enfocada a brindar al técnico todas las características de los equipos utilizados en el desarrollo del mismo, los tipos de pintura y su composición, tipos de masilla, lijas, etc. Brindará al pintor una forma más rápida de actuar ante un nuevo proyecto ya que tendrá a la mano toda la información necesaria para iniciarlo. Debe poseer datos esenciales como, por ejemplo: para que tipo de superficie se usara, temperatura, humedad, presión de aire comprimido, tiempo de secado del producto, etc. Estas deberán ser archivadas y catalogadas para su posterior uso.

3. TRATAMIENTO EN FRÍO ANTICORROSIVO Y APLICACIÓN DE PINTURA PARA PIEZAS DE METAL

La finalidad de este capítulo es proporcionar al lector una guía básica sobre el proceso previo a la aplicación de pinturas, se denota “básica” debido a que no se puede globalizar todos los procesos pues cada día aparecen nuevos y otros dejan de ser viables, además cada vehículo representa una forma de trabajo diferente debido al tipo de golpe, tipo de pintura, etc., por lo tanto este trabajo se enfocara como ya lo mencionamos en mejorar en la medida de lo posible los actuales procesos de protección anticorrosiva a vehículos en talleres artesanales, no se profundizará en los temas de latonería y enderezado de chasis debido a que es un tema que amerita otro estudio o trabajo.

Recordemos que el tratamiento anticorrosivo y aplicación de pintura para piezas de metal, es el proceso en el cual se da protección al metal por medio de productos como imprimadores y posteriormente pinturas embellecedoras a una temperatura ambiente, por ello se le llama tratamiento en frío.

3.1. Revisión y limpieza de los equipos utilizados en la aplicación de fondo

Antes de iniciar cualquier trabajo en los procesos anticorrosivos y aplicación de pintura, debe de hacerse una revisión previa de los equipos que se utilizaran, ya que de esto depende la buena ejecución del trabajo, así mismo la disminución de inconvenientes que podrían causar pérdidas y atrasos en el trabajo. Para ello el pintor deberá poseer conocimientos en lo que respecta a los tipos y uso de los equipos que utilizará en el proceso de restauración y

recabado de los vehículos, para este fin deberá informarse por medio de manuales y fichas técnicas de las mismas. Además, si solo posee conocimientos básicos deberá realizar ensayos o practicar en metales reciclados para evitar echar a perder piezas importantes, tener un buen acabado y lo más importante una labor más profesional.

Para iniciar el trabajador deberá revisar con más cautela aquellos equipos que sean del tipo eléctrico, su mal estado podría causar accidentes si no tiene un mantenimiento. Además, se deben revisarse los equipos neumáticos, en especial el compresor, ya que este puede contener agua condensada y podría echar a perder horas de trabajo valioso.

En caso de que la pistola no sea nueva, debe de verificarse que esta esté completamente limpia, con todos los pasos y conductos de pintura desbloqueados, ya que esto al igual que el agua puede arruinar todo el trabajo.

Por último, pero no menos importante, debe de revisarse tanto el equipo de protección personal, que este esté completo y limpio. Así también el área de trabajo, todo debe de estar en su lugar y a la mano para evitar contratiempos, con el sistema de ventilación funcionando en perfecto estado, verificando que no exista demasiada humedad y temperaturas muy altas o bajas.

3.2. Evaluación de la superficie

Como hemos venido mencionando, para este paso el lector deberá poseer un grado de conocimiento básico en latonería, enderezado y aplicación de pinturas, ya que con ello podrá determinar el proceso a seguir.

En el caso de ser un golpe leve en la carrocería se procederá a la latonería, o enderezado, pero en el caso de estar demasiado dañada la pieza se procede al reemplazo de la mismas.

En el caso de la corrosión, también se verificará el estado de la pieza, ya que puede haber causado más daño en unas áreas que en otras, por lo cual, cada una tendrá su procedimiento a seguir; el primero caso, si no está demasiado corroída se procederá únicamente a la remoción de óxidos y corrosión. En el segundo caso, si está demasiado corroída, pero el daño abarca un área pequeña de la pieza, se procederá únicamente al reemplazo del área dañada. En el tercer y último caso, si la corrosión abarca toda la pieza y está demasiado avanzada, se procederá al remplazo de la misma.

3.3. Preparación

Como ya lo hemos mencionado la preparación inicia con una evaluación de la superficie, terminada esta debe escogerse el proceso a seguir, el cual a su vez dependerá mucho de la experiencia que se tenga en enderezador y pintura, esto debido a que existe una gran cantidad de problemas y golpes así como procedimientos para repararlos que serían imposible de describir a cabalidad en este trabajo.

3.3.1. Latonería

La latonería es en sí, el proceso de enderezado de las partes exteriores de un vehículo (puertas, loderas, faldones, entre otros.). Este proceso incluye si fuese necesario soldadura y remplazo de piezas. La latonería debe realizarse lo mejor posible, acudiendo al planchado del metal para evitar el uso en exceso de masilla, que son un tipo de material sintético que con la acción de calor

excesivo y dependiendo de la calidad de la misma podría contraerse o expandirse si es demasiado gruesa, dando pie al apareamiento de grietas o rajaduras, arruinando la apariencia del acabado final.

Antes de iniciar cualquier proceso en el vehículo, se deberá tener como medida de precaución el desinstalar la batería del vehículo, principalmente si se utilizara soldadura de arco eléctrica, pues podría ocasionar un daño severo a los sistemas electrónicos si se olvida este paso, además dependiendo de la pieza, deberán retirarse todos aquellos módulos, luces, arneses o mandos eléctricos que posea, con el fin de evitar percances en ellos o un posible corto circuito. Deberá de retirarse todos los vidrios de las ventanas si fuera necesario en el repintado, sino es necesario cubrirlos con papel especial o periódico será suficiente. No debe olvidarse para todo trabajo el equipo de protección personal.

Seguidamente, si la pieza fue dañada por un golpe, pero éste no fue demasiado fuerte o la deformación es mínima, como la que se muestra en la figura 8, podría repararse usando herramientas adecuadas, que no aumenten el daño o deformación, como por ejemplo las herramientas de acero, en cambio pueden utilizarse martillos de goma, nylon o trozos de madera con los cuales se puede golpear sin miedo de causar otro tipo de deformación a la pieza. A esta deformación se le llama normalmente en nuestro país abolladura.

Si el golpe tuvo un efecto demasiado deformante, como se muestra en el apéndice 10, debe de utilizarse métodos un tanto más severos para enderezarla, aquí entra una gama de herramientas de acero, con formas y funciones especiales para devolver la forma a las piezas, también entra el uso de soldadura oxiacetilénica y de herramientas hidráulicas como el Power y Dozer si fuera necesario.

Figura 8. **Abolladura leve en un vehículo y martillos blandos**



Fuentes: Taringa. <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo>. Consulta: octubre 2019.

Entre la gama de herramientas para enderezar tenemos, tanto herramientas de golpe, moldeo y perforación, así como el uso de herramienta hidráulicas, que son muy beneficiosas en cuanto al ahorro de tiempo y simplicidad para el enderezado, estas por lo general se usan en pocos talleres artesanales debido a que son equipos caros o por falta de conocimiento en el uso.

En el caso de los martillos existen diferentes tipos de cabezas, como lo son los de bola, los de punta, plancha, mazos, todos con una función diferente dependiendo del trabajo a realizar.

En las herramientas de moldeo, existe una gran variedad, entre ellas tenemos los comúnmente llamados “tas”, que son yunques pequeños con curvas y tamaños diferentes, creadas con el fin de amoldarse a una curva o sector de curva para darle la forma casi original a la pieza dañada por medio del planchado de la lámina. Las espátulas de acero entran en este grupo, ya que las piezas tienen muchos sectores planos en los que se utilizan estas. Los punzones y cinceles juegan un papel importante en el enderezado, ya que son utilizados tanto para cortar, como para golpear en un punto exacto sin comprometer otra área (ver anexo 12).

Las espátulas son fundamentales en este proceso, ya que con ellas podemos llegar a lugares de difícil acceso, como lo son las esquinas de las puertas, en las cuales es necesario golpear, pero dado el poco espacio para introducir un martillo, la espátula es la adecuada.

El enderezador será el que escoja la herramienta adecuada, dependiendo de la necesidad y aplicará una intensidad de fuerza sobre ella según le convenga. Cabe destacar, que la función de los tas y martillos es la de planchar las láminas de material ferroso, para tratar de moldearlas lo más parecido posible a su estado original.

Si en dado caso, se utilizó algún tipo de soldadura del tipo eléctrico para rellenar algún agujero o soldar una sección de la pieza, se finalizará el proceso puliendo los grumos o surcos de soldadura con una pulidora eléctrica con disco abrasivo.

3.3.2. Remoción de óxidos y corrosión en las piezas

Para la remoción de óxidos y corrosión existen varios procesos, los cuales se mencionaron en el capítulo 1, la elección de uno de ellos dependerá del enderezador, ya que algunos de estos al ser químicos y si no se retira en la totalidad podrían dañar los fondos aplicados, causando que estos se caigan o que los resultados en brillo y color de la pintura, no sean los esperados.

Dado lo anterior lo preferible es retirar el óxido o la corrosión con el proceso de sandblast o proceso mecánico y manual, que es más económicas y tienen condiciones controlables, aunque más desgastantes para la pieza, pero no dejan residuos extraños como el uso de químicos.

No es recomendable, retirar la corrosión de una pieza si a esta no se le dará la debida protección en el corto plazo, ya que cuando un metal se oxida al mismo tiempo trata de protegerse del ambiente, antes de que este se corroa por completo. Caso contrario habrá que comenzar el proceso de remoción de óxido nuevamente y esto dañará aún más la pieza.

3.3.3. Función, catalización y aplicación de la masilla

La masilla es un material que se utiliza para rellenar concavidades, cráteres, grietas, fisuras, abolladuras y otras imperfecciones, causadas tanto por golpes como por corrosión. Después de ser aplicada (rellenar), esta debe lijarse para conseguir una superficie homogénea o estéticamente correcta. La masilla no tiene ninguna función protectora ni mejora las propiedades de la superficie en la que se aplica, su única función es nivelar y restaurar pequeñas o medianas áreas de superficie.

Existen muchas marcas, tipos e incluso colores de masilla, pero esto no importa, lo que realmente importa, son las propiedades de estas, para que una masilla sea buena debe tener las siguientes características:

- Adherencia: masilla debe de tener una muy buena adherencia sobre metales, pintura e incluso plásticos, debe ser compatible con ellos.
- Elasticidad: debe ser capaz de soportar vibraciones, pandeo, cargas dinámicas al igual que cambios bruscos de temperatura, para evitar que se agriete o se desprege con las posteriores aplicaciones de fondo y pintura.
- Invariabilidad de volumen: debe mantener igual volumen cuando esta se aplica y cuando seque, no debe contraerse, ya que su función principal como ya lo dijimos es rellenar.

- Facilidad de lijado: posteriormente al rellenado y secado, la masilla es lijada para conseguir la forma deseada y textura adecuada para que se adhiera a los siguientes procesos de pintura, por lo cual no debe de presentar ningún tipo de inconveniente al realizar el lijado.
- Baja porosidad y resistencia: una vez seca la masilla, debe desarrollar baja porosidad al igual que resistencia mecánica y química, frente agentes externos como golpes, desengrasantes, grasas entre otros.

Existen diferentes tipos de masilla, la elección de la adecuada dependerá tanto de la destreza del enderezador como de la superficie en la cual se va a aplicar o cubrir, pues existen masillas destinadas a rellenar y otras que son para un acabado más estético, que por lo general son las que se usan en la mayoría de talleres, pues sirve únicamente para tapar pequeñas imperfecciones.

La masilla al ser una especie de pintura de fondo, con componentes de poliéster estireno el cual permite ajustar la viscosidad, viene acompañada de un catalizador o endurecedor específico que contiene peróxido de benzoico, este compuesto hace que la masilla seque, debe mezclarse en proporciones de 3% a 5% de total de masilla a utilizar y mezclar bien para tener una mezcla homogénea. Arriba de este rango el catalizador acelera el tiempo de secado, lo cual dificulta su aplicación y posterior lijado, ya que se pondría demasiado dura, además propiciaría la aparición de manchas en la pintura final, por el contrario, menos del 3% provocara que la masilla tarde mucho en secar, y dificultara el lijado ya que provocara embasamiento de la lija.

La masilla se aplica mediante espátulas de goma, ya que esta puede amoldarse a las curvas que poseen las piezas, aunque también se puede usar espátulas de metal, pero, con riesgo de rallar lo que ya se trabajó. El tamaño

de las espátulas depende de la superficie, aunque también existen masillas que se aplican con pistolas. No hay que olvidar que, antes de aplicar la masilla la superficie debe estar lijada, libre de óxido y seca, esto ayudara a que la masilla se adhiera bien y que dure mucho tiempo.

Así mismo, no podemos emplear la masilla para superficies de acero que para superficies plásticas, ya que cada superficie tiene su tipo específico de masilla. Debemos velar por la buena proporción en mezcla entre la masilla y catalizador, para saber si está bien mezclada bastará ver que el color sea el mismo en toda la mezcla. La temperatura ambiente a la cual se realiza y aplica la mezcla debe ser arriba de los 22 grados centígrados para un buen secado y finalmente esperar el tiempo necesario para empezar a lijar la masilla. Por lo general, todos estos parámetros vienen indicados en las fichas técnicas que proporcionan los fabricantes de masillas.

3.3.4. Lijado

Lijar es pulir, alisar o devastar una superficie con un material abrasivo, con el fin de mejorar la apariencia, aunque en el caso de la masilla, el lijado no siempre debe llegar al punto de pulido. El lijado debe de dejar, dependiendo del tratamiento una superficie texturizada, adecuada para la adherencia de masillas, fondos y anticorrosivos a modo que estos se adhieran a ella sin dificultad. Existen diferentes formas de lijado, entre ellas están, el lijado en seco y el lijado en húmedo, los cuales dependen del tratamiento y de si este se realizara a mano o con equipo eléctrico.

Las pinturas de automóvil por lo general son difíciles de remover, al igual que la corrosión en las superficies de estos, los líquidos para quitar pintura no funcionan tan bien en automóviles como en objetos pequeños, por eso la

manera más práctica de eliminar pintura del vehículo es aplicar calor y luego retirar la pintura con una espátula, seguidamente se deberá lijar para terminar de quitar todo rastro de impurezas en el metal, aunque para un repintado no es necesario quitar la pintura en su totalidad sino simplemente lijar para pasos finos para borrar rayones y tener así buena adherencia de la nueva pintura

Existen muchas opciones para lijar mecánicamente, pero, el lijado a mano es la mejor opción cuando necesitamos realizar un trabajo más detallado y de gran precisión. El lijado a mano demanda más tiempo y esfuerzo, pero, garantizará excelentes resultados.

El instrumento que se utiliza para lijar a mano es el papel lija, que es una hoja de papel reforzada y resistente, a la cual se le pegan partículas de material abrasivo, como polvo de vidrio o esmeril. Para designar al papel de lija se utiliza un número, cuanto más pequeño es ese número mayor es el tamaño del grano abrasivo. Como ya lo habíamos mencionado, el número de grano se refiere al número de partículas abrasivas contenidas dentro de 1 centímetro cuadrado de la superficie del papel. Cuanto menor sea el número de partículas, más abrasivo será el papel de lija. Por ejemplo, una lija numero 30 tiene granos grandes y gruesos, 30 partículas en un centímetro cuadrado, mientras que una numero 400 tiene granos muy pequeños y finos en la misma área.

Al comprar pliegos de lija, debe de especificarse o saber según experiencia el número, el uso que se le dará, si es para metal o madera, por ejemplo, si es para usar en seco o con agua, ya que si no es para agua esta se deshará.

3.3.4.1. Lijado en seco

El lijado en seco consiste en remover impurezas, quitar oxido o moldear masilla, pero no se utiliza agua en el proceso y ni ningún otro liquido lubricante. Como este procedimiento es en seco se puede realizar a mano o con algún instrumento mecánico.

Si se quiere simplemente remover toda impureza de la superficie metálica, entonces se puede utilizar algún instrumento mecánico, como las pulidoras y cepillos con cerdas de acero, ya que por su velocidad se logra rápidamente la remoción de sustancias como pintura vieja, oxido y corrosión.

Para moldear la masilla que recubre, por ejemplo, un rayón profundo, debemos de usar lija, ya que tendremos mejor control sobre el tipo de desgaste que necesitamos, siempre con el cuidado de escoger el numero correcto de lija.

Utilizamos lijas de número 30 o 40 (grano grueso) cuando iniciamos a moldear grandes cantidades de masilla para rellenar concavidades que quedaron a raíz de la latonería. A este tipo de lija no se le agrega agua, porque la concentración de masilla con agua formaría una masa que cubriría los granos e impediría que sea abrasiva.

En lijado en seco tiene el inconveniente de producir demasiado polvo, que, aunque es sencillo de limpiar, puede causar problemas si no se elimina de la superficie antes de aplicar fondo. Además, es dañino a la salud, por lo cual no debemos olvidar utilizar mascarilla y gafas protectora para no exponernos a contraer enfermedades. Así mismo debemos cubrir las áreas que no se lijaran tanto para no rallarlas como para protegerlas del polvo de masilla.

3.3.4.2. Lijado húmedo

El lijado en húmedo se refiere a la utilización de agua y lija, con la finalidad de un desgaste controlado, el proceso se lleva a cabo con lija de número alto, como por ejemplo 180, 200 y se finaliza con números 320 o 400, ya que se quiere refinar el trabajo realizado con lijas de grano grueso. Se aconseja no usar equipo eléctrico en este paso pues estos no tienden a desgastar correctamente las piezas debido a su alta velocidad y menor control.

3.3.5. Protección de las superficies que no se desea pintar o manchar

Siempre que se realiza un trabajo de pintura, deben de protegerse las áreas que no quieren de tratamiento, como por ejemplo los vidrios del vehículo y partes que no se retocaran. A esta protección se le llama *empapelado* o *enmascarado*, y consiste en cubrir las áreas que no se van a pintar, esta protección no es únicamente cubrir las áreas a grandes rasgos, debe de hacerse minuciosamente ya que de esto también depende la estética del trabajo y de que un pliego de material protector no arranque porciones de pintura al momento de retirarlo.

En esta protección se pueden utilizar varios tipos de materiales, unos más económicos que otros, pero la finalidad es la misma; proteger las superficies dañadas o que no se quieren pintar. existen laminas adhesivas en el mercado que consiste únicamente estirarlas sobre la superficie a cubrir y quedad adheridas, en cambio, se puede utilizar nylon o papel periódico que da el mismo resultado, pero debe de utilizarse cinta adhesiva (*masking tape*) que se adhieren para pegarlas, esta cinta adhesiva comúnmente llamada en Guatemala cinta de empapelar, tiene la propiedad de tener una cantidad de

pegamento mínima, para que esta se pueda despegar de la superficie sin mayor dificultad.

El proceso consiste en pegar la cinta al papel o nylon justo por el borde de estos, dejando la mitad de la cinta libre para que se adhiera al límite de la superficie que no se trabajara, tomando la forma de la pieza como se muestra en la figura 9:

Figura 9. **Protección de las superficies que no se trabajarán**



Fuente: QUINN, Andrew. <http://es.wikihow.com/quitar-el-%C3%B3xido-de-un-carro>. Consulta: octubre 2019.

Existen varias marcas y tamaños de cinta, su elección y grosor depende de cómo se va utilizar. El inconveniente con esta cinta es que, si se utiliza a temperaturas altas, se expone a temperaturas altas, luz solar, disolventes antes de pintura, agua o detergentes previos a pintar, puede ocasionar que esta se arrugue o despegue justo antes en el momento de iniciar la aplicación de pintura, por lo tanto, es necesario cambiar el empapelado antes de la pintura final si se aplicó o expuso a alguno de estos factores.

Para finalizar, no deben de olvidarse el cubrir o empapelar los rines del auto, ya que estos al ser de caucho tienen a ser difíciles de limpiar debido a que

las acciones de los disolventes tienden a hacer esta tarea difícil, en vez de que la pintura despegue se unta más teniendo que gastar más material de limpieza.

3.4. Aplicación de material adherente anticorrosivo o pintura de base

Como ya lo habíamos mencionado con anterioridad el pintor o lector deberá poseer conocimientos básicos de aplicación de pinturas, además debido a la evolución de estos procesos tanto en materiales como en técnicas debería capacitarse constantemente, asistir a seminarios, leer manuales y fichas técnicas para mantenerse al día con la información.

El Recubrimiento anticorrosivo o pintura base comúnmente llamado fondo, a diferencia de los imprimadores estos pueden aplicarse a temperatura ambiente, estos a su vez pueden definirse como una mezcla estable de pigmento o solución de resinas y aditivos que al ser aplicada sobre un material ferroso sea capaz de formar una película seca, uniforme que actúe como una barrera flexible, adherente y de protección contra la corrosión.

La durabilidad de la película dependerá de su resistencia al medio corrosivo y de la capacidad de permanecer adherida al metal.

3.4.1. Selección de la pintura base para la superficie

Para la selección de fondo, debemos enfocarnos como ya mencionamos en varios factores que ayuden a que el material ferroso se conserve en óptimas condiciones, para ello debemos tomar en cuenta las características y propiedades que debe poseer el fondo y en qué tipo de superficie será aplicado para que este sea apto en el proceso.

Debe ser una capa pasiva, el recubrimiento sobre el metal debe de impedir los procesos anódicos y catódicos de la corrosión, incluso debe actuar como un material dieléctrico (alta resistencia eléctrica), que impida el flujo de electrones, dar protección catódica y que contenga cierto contenido de Zinc como pigmento para que actúe anódicamente al ser aplicado. Los fondos se fabrican de diferentes tipos de resinas, como acrílicas, alquílicas de laca acrílica, epóxicas y uretano.

Estas funcionan como barrera impermeable, dependiendo de la calidad del recubrimiento, contendrá ciertos aditivos que deben impedir el paso de los agentes de la corrosión al metal, tales como humedad, sales, rayos ultravioleta y temperatura. Además, debe poseer una cualidad de firmeza, ya que este deberá cubrir pequeños rayones que ocasiona el paso de las lijas.

Los aditivos son compuestos metálicos u órgano-metálicos que se añaden en pequeñas cantidades y que influyen sobre la viscosidad y estabilidad del fondo, también tienen que ver con el poder de nivelación y apariencia de la película aplicada. Entre los aditivos más utilizados tenemos: *agentes antioxidantes, secantes, estabilizadores de dispersión, bactericidas, modificadores de flujo y viscosidad, absorbentes de rayos ultravioleta y plastificantes.*

3.4.2. Limpieza previa a la aplicación de la pintura base o fondo

El fondo es la capa protectora que se aplica directamente al metal, el cual debe proporcionar una superficie texturizada y homogeniza que se obtiene con el trabajo de lija, pero, no servirá de nada si se mancha por ejemplo con aceite,

el cual ocasionaría que la pintura resbale, por lo tanto, es importante la limpieza previa a la aplicación.

La limpieza se puede llevar a cabo a temperatura ambiente, si el trabajo de masilla dejó mucho polvo, este debe lavarse con abundante agua y detergentes removedores de grasas pero, las superficies deben de ser secadas inmediatamente para evitar que inicie el proceso de oxidación sobre superficies metálicas; el secado se puede realizar con toallas y se aconseja sacar el agua de las partes más difíciles de llegar con aire comprimido de alta velocidad, para evitar que esta escurra en el momento de aplicación de fondo o brindarle calor extra con la ayuda de focos reflectores

Seguidamente, lo ideal será pasar un paño que no suelte ningún tipo de mota o polvo, humedecido con solvente para cera y grasa o en su defecto solvente de pintura si es metal (no se recomienda si es sobre pintura para retocar) o detergente común para ropa ya que funciona muy bien, esto con la finalidad de retirar algunas sustancias extrañas y asegurarse de que la superficie este completamente libre de impurezas. El anexo 13 muestra una lista de productos para limpieza de metales sin pintura que puede ser de mucha utilidad.

Además, deben revisarse todos los equipos a utilizar en el proceso de aplicación de fondos, esto si en dado caso ya fueron utilizados con anterioridad en otros trabajos, tomando mayor importancia a los equipos neumáticos, como la pistola de pintar y drenado del compresor.

3.5. Condiciones apropiadas para la aplicación de pintura base

Las condiciones apropiadas para aplicación son aquellas donde se tiene cierto control sobre aspectos naturales como el viento, polvo, humedad, etc., así también como de las condiciones mecánicas de presión, velocidad, distancia.

El área de trabajo debe estar aislada, fuera del alcance de personas que pueden ocasionar algún tipo de percance a la superficie previa o posteriormente tratada. Por ello, hacemos hincapié en el agenciarse de una cámara de pintado, ya que es necesaria esta área cerrada con todas las características básicas del diseño mencionado en el capítulo 2.

3.5.1. Presión neumática de trabajo

Dependiendo de las características de la pistola que se emplee, la presión de atomización deberá ser regulada, es de vital importancia medirla, ya que la presión a la entrada de la cabina no es la misma que llegara a la pistola, para ello deberá usarse una pistola con manorreductor o válvula reductora para evitar altas presiones a la salida de pintura. Algunas de las pistolas tienen incorporado un medidor de presión en la empuñadura, de esta manera se obtiene un valor exacto de los valores de presión, pero no todas lo incluyen, en general esto no es de todo necesario si se tiene la capacitación o experiencia necesaria en este trabajo.

Hay que tener en cuenta que al utilizar una manguera de diámetro pequeño o corta la presión se incrementa y a mayor cantidad de metros de manguera o mayor diámetro interno se tendrá más pérdida o caída de presión. En cualquier caso, se podrá utilizar válvulas de globo o de compuerta a la salida del compresor para controlar la presión interna del circuito de aire. Si se tienen

los instrumentos de medición necesario el rango de presión utilizado en la pulverización deberá ser de entre 40 y 45 $lb/pulg^2$ (276 a 320 kPa), esto evitara la sobre carga de pintura o rebote de la misma sobre la superficie.

Como punto adicional, la distancia media entre la pistola y la superficie a pintar deberá estar entre las 6" y 8" (15 a 20 cm), con esto se evita tanto de escurrimiento de pintura como de poca adherencia. Este punto se ampliará en el capítulo 4.

3.5.2. Temperatura y humedad

La temperatura y humedad son dos factores importantes que debemos de cuidador al momento de la aplicación y secado de pinturas y fondos, la buena adherencia y protección depende de estos factores, ya que podrían causar resultados inesperados que se apreciarían hasta el final del proceso, como lo son por ejemplo imperfecciones, caída de pintura, arrugas, ampollas, entre otras. No debe de aplicarse ningún tipo de pintura bajo los rayos de sol, tanto por el exceso de temperatura como por razones de limpieza.

los tiempos de secado del fondo dependen del espesor y la temperatura, como indicación, los tiempos de secado pueden variar 5 a 30 minutos, con una variación de temperatura de 18°C a 35°C. Con fondos adecuados y específicos también se puede realizar un proceso húmedo sobre húmedo, de forma que no es necesario esperar a que seque, sino que basta con dejar evaporar los solventes.

La humedad del ambiente debe ser mínima (menor al 35%), no debe de aplicarse si no se tiene un recinto adecuado para el proceso, si no se posee al menos una galera, evitar hacerlo en días de lluvia, debido al exceso de

humedad y que la temperatura disminuye regularmente en un día así a menos de los 23°C.

Una vez seco el fondo, en este debe realizarse un lijado (usar lija fina, por ejemplo, la numero 400), para facilitar la adherencia de las pinturas finales y mejorar la superficie.

4. PROCESO FINAL DE APLICACIÓN DE PINTURA PARA PIEZAS DE METAL

Al igual que el fondo, la pintura final (el color) ayuda a proteger las superficies del óxido y corrosión al ser impermeable, pero su aplicación debe realizarse minuciosamente ya que de ella dependerá la estética del vehículo. Su durabilidad también dependerá de la aplicación, así como de la forma correcta en la preparación de la mezcla.

4.1. Revisión y limpieza de los equipos utilizados en la aplicación de pintura

Esta revisión y limpieza se realiza de la misma manera que en el inciso 3.1, lo relevante de esta es verificar que el equipo neumático no contenga condensado en ninguna de sus partes, principalmente en el compresor, el cual tiende a acumular demasiado líquido, el resto de equipos deben ser observados antes y durante el proceso, se debe estar seguros de que todas las válvulas funcionen correctamente y que no exista fuga de aire en ningún sector del sistema de distribución.

En el caso de que la pistola aerografía no sea nueva, deberá de desarmarse para limpiar todos los orificios y conductos de la misma, así evitamos que restos de pinturas viejas se disuelvan con el solvente de la nueva, esto se hace como medida de precaución teniendo en cuenta que las pistolas tienen la ventaja de poder desarmarse. Lo apropiado es limpiarla inmediatamente después de utilizarla, aprovechando que la pintura aún está

fresca y es más fácil de remover, incluso se puede limpiar solvente de pintura económico para removerla.

4.2. Verificación y limpieza de la superficie a pintar

Después de la aplicación de fondos, debemos de revisar el estado de la superficie, recordando que al final del proceso de fondo, este debe de lijarse con lija número 400, para retirar grumos y verificar si existe algún rayón o defecto, a su vez cuidando de no desgastar demasiado el fondo y tener que repetir la aplicación. El polvo derivado del desgaste deberá ser removido con un paño húmedo con detergente y se esperará a que seque por lo menos 15 minutos antes de iniciar el roseado de pintura, para evitar concentración de agua. En el caso del lijado con agua (si fue necesario), deberán de limpiarse con aire presión todas las uniones y rejillas que se pintarán también, y dejar secar por un lapso no menor a los 15 minutos también.

En conclusión, la superficie debe estar impecable, ya que una vez iniciado el proceso de pintura reparar o rectificar una de estas fallas será casi imposible, a menos que se inicie el proceso de nuevo.

4.3. Condiciones apropiadas de la aplicación de pintura

Las condiciones apropiadas para la aplicación de pintura son parecidas a la aplicación de fondo. Esta debe realizarse en condiciones que puedan ser controladas, con la diferencia de que este tratamiento deberá realizarse con más cuidado, ya que, tratándose de un acabado final, este debe quedar impecable. Por lo tanto, deberán de acatarse todas las recomendaciones y precauciones antes mencionadas y no fiarse de la experiencia.

Como en este proceso se aplicará una mayor cantidad de manos de pintura que en el caso del fondo, debe realizarse con mayor razón en un lugar apartado y ventilado como el recinto propuesto en el capítulo 2, con ello se evita contaminación, exposición a la luz directa del sol y otros factores como la lluvia. En el caso de temperatura y humedad estas deberán ser adecuadas, ya que, a diferencia de los fondos, las pinturas por su pigmentación y componentes son más susceptibles a estos cambios

4.4. Proceso de pintado

Antes de empezar a pintar debemos planificar el proyecto y el tiempo requerido para realizarlo. Para asegurarse que todo esté organizado y evitar imprevistos, percances o accidentes que podrían afectar los resultados esperados.

4.4.1. Selección y preparación de la pintura

Generalmente, los automóviles tienen una placa o calcomanía donde se especifica el código de color, dependiendo del fabricante esta placa se ubicara en el marco de la compuerta, capo u otro lugar del chasis; este código se copia y lleva a la tienda de pintura donde se buscara por catálogo y formularan la mezcla con el color indicado, en caso de no contar con esta placa, deberá de enviarse una muestra del color para su fabricación pero, deberá de hacerse una prueba por separado para verificar si el color coincide con el color del vehículo y evitar variabilidad. Si el vehículo será pintado por completo, lo anterior no será de mucho problema pues el color será uniforme en todo el vehículo.

Cuando tengamos que escoger la pintura, la más cara no siempre es la mejor solución, debemos tener en cuenta otros factores importantes, como, por

ejemplo, el tiempo de vida que esperamos tenga la pintura. Escoger una pintura adecuada alarga la vida útil y puede representar una economía de hasta 20% del precio de la pintura.

Otros factores a tomar en cuenta son determinados por características de la superficie a pintar y las condiciones en las cuales se realizará. Cuando se selecciona la pintura debemos de tener claro, por ejemplo, que tipo de fondo se utilizó, ya que en ocasiones los componentes de este no son compatibles con los de la pintura y reaccionan levantándolo o arrugándolo, de igual forma que si se pretende rosear fondo sobre pinturas antiguas puede que estas no sean compatibles.

4.4.2. Tipos de pintura comúnmente utilizados

Los tipos de pintura dependen de sus componentes, los colores por ejemplo pueden ser de diferente naturaleza según sea el tipo de pigmento que los compone. En términos generales se pueden clasificar de dos formas diferentes, por tipo de color y tipo de aplicación por color:

Por el tipo de color:

- Colores perlados: incorporan partículas de mica, a veces nácar, y otras similares de origen sintético, que proporcionan al color reflejos de diferentes tonalidades.
- Colores sólidos: son colores llenos, homogéneos, no presentan ninguna partícula que destaque como el perlado. Los más comunes son el blanco, rojo, negro, amarillo, etc.

- Colores metalizados: son colores que incorporan partículas de aluminio en su composición, que les proporcionan una reflexión de la luz especial, con efecto metálico y perla.
- Colores metalizados/perlados: estos incorporan ambos tipos de pigmentos.

Según el tipo de aplicación que necesita cada color:

- Acabado mono capa: como su nombre lo indica se aplica una sola capa (esmalte acrílico), el color y el brillo aparecen simultáneamente, este tipo de acabado solo se dispone para colores sólidos.
- Acabado bicapa: este se aplica en dos capas, la primera capa es el color (capa de base), su aspecto al secar es mate o comúnmente opaco cuando seca, La segunda capa es laca (o barniz) esta proporciona protección y brillo al color, este acabado es aplicable a colores metalizados, perlados y sólidos.
- Acabado trícapa: este se aplica en tres capas, La primera capa es un color de fondo (capa de base), generalmente suele ser un color sólido, la segunda capa es un efecto (capa de efecto), generalmente puede ser un color perlado muy transparente y la tercera capa es el barniz, este acabado se aplica a colores perlados lo más común es en blancos perlados.

Por lo general la mayoría de los colores se realizan en acabado bicapa, solo los colores sólidos pueden aplicarse en acabado monocapa, aunque es mejor realizarlos en bicapa por durabilidad, calidad, belleza y resistencia.

4.4.3. Relaciones de volúmenes en la mezcla

La relación de volúmenes en una mezcla de pintura depende del tipo de pintura que se vaya a aplicar, aunque en algunas ocasiones dependerá de la marca, ya que cada casa podría tener sus propios aditivos.

La mezcla proporcional y correcta de pintura para automóviles no es un procedimiento sencillo, para ello debería de utilizar un viscosímetro, que es un instrumento para ver la delgadez o grosor de la pintura, pero como pocos tienen el conocimiento de esto lo hacen de manera empírica, teniendo en algunas ocasiones muy gruesa o delgadas capas de pintura, carencia de brillo o escurrimiento al momento de imprimir las piezas, aunque cabe destacar que muchos pintores tienen la suficiente experiencia en el ramo o se informan bien lo cual genera buenos resultados.

Además, una mezcla correcta ayudaría a atomizarla correctamente y producir un buen acabado con texturas mínimas que en su defecto podrían proporcionar resultados del tipo "piel de naranja", que al momento del pulido darían los resultados esperados, además tendría fuerte contenido metálico y excelentes niveles de adherencia.

Para una relación de volúmenes exacta, deberemos tomar en cuenta la información de las fichas técnicas de las pinturas y fondos, las cuales nos pueden proporcionar los valores exactos de mezcla si en dado caso la pintura es pedida por código o catálogo.

En Guatemala por lo general los talleres de pintura solicitan esta en lugares ajenos a las agencias, y aunque cada producto posee fichas técnicas los proveedores no las adjuntan al producto vendido ya que en ocasiones no

venden la totalidad del producto, sino que lo venden por fracciones ($1/32$, $1/16$, $1/4$, etc.) adjuntándoles también sus volúmenes respectivos de aditivos como el diluyente y catalizador (secante).

Por lo tanto, en este trabajo no se profundizará mucho en el tema, debido a la gran cantidad de marcas y bases de solventes que existen, solo se citarán algunos ejemplos de mezclas más comunes de mezclas, su proporción en volúmenes y métodos empíricos que satisfacen la proporción.

Para realizar la mezcla de los productos de pintura es necesario utilizar vasos cilíndricos con medida en el costado o reglas de medida. Es importante mencionar que la mayoría de los productos de pintado tienen pesos específicos distintos, por lo cual la cantidad en volumen (ml.) no es proporcional al peso. Es por eso que se recomienda realizar las mezclas por volumen para evitar que alguno de los productos sea agregado en una cantidad incorrecta.

Los productos actuales requieren mayor cuidado al momento de preparar la mezcla, ya que están diseñados para combinarse con productos específicos y en cantidades exactas con el fin de obtener los mejores resultados. Por ejemplo, no se pueden mezclar pinturas acrílicas con poliuretanos en un mismo recipiente de igual modo que no pueden aplicarse acrílicos sobre pinturas de base uretano.

El siguiente ejemplo nos ilustra de manera escrita las proporciones exactas, que deberán agregarse en un recipiente para una mezcla homogénea de base uretano si se pidió o tiene información en fichas técnicas o de la casa de compra. Si la relación de mezcla señala 4:1:1 y se requiere preparar aproximadamente un litro de mezcla, las cantidades deberán agregar de la siguiente manera.

4 partes de producto 600 ml.
1 parte de catalizador 150 ml.
1 parte de reductor 150 ml.
Total, de mezcla 900 ml.

La mayoría de los productos utilizan el primer dígito (4) para indicar el producto (transparente, sellador, monocapa); el segundo dígito (1) para el diluyente y el tercero (1) para el reductor o secador. En casos raros esta nomenclatura podría variar, lo adecuado es revisar la ficha técnica.

4.4.4. Cuidados, ajustes y manejo de la pistola

Con anterioridad pudimos ver las diferentes formas y familias de pistolas aerografías, cada pistola tiene forma distinta, pero, todas tienen en común el servicio y limpieza que debe de brindárseles antes y después de la aplicación de pintura. Para trabajos artesanales utilizaremos las pistolas HVLP o las convencionales de gravedad.

Describiremos entonces de manera técnica y general el uso de la pistola para la aplicación de cualquier tipo de producto empleado para pintar automóviles y siguiendo los parámetros de tipo de pintura. La aplicación de pintura deberá ser una tarea fácil, aunque requerirá de práctica para tener la soltura necesaria, agregar cantidades adecuadas y homogéneas a la superficie.

Los ajustes que deben darse la pistola aerográfica, pueden variar de proceso a proceso y del estado actual de la misma, ya que existe una variedad de fallos, causas y soluciones posibles que podrían suscitarse (figura 7). Aunque a menudo lo único que necesita la pistola es un pequeño ajuste, ya sea en la mezcla, en la misma pistola o en la presión de aire. En general, en el

momento de aplicación de pintura existen tres parámetros que debemos de cuidar los cuales son; longitud del abanico, caudal de aire y presión de entrada.

4.4.4.1. Longitud del abanico

El abanico es una huella de pintura que debe tener forma elíptica sin desplazar la pistola en ninguna dirección, debe cubrir cierta cantidad de área y atomizar una cantidad adecuada de pintura para que sea eficiente. Las pistolas aerográficas atomizan la pintura en forma de abanico cuando sale del cabezal, a esta huella se le llama “patrón de atomizado”.

El patrón debe ser lo más largo posible, por lo que el regulador debería estar abierto al máximo para lograr el mejor resultado. La figura 10 muestra el patrón y cantidad de pintura adecuadas en comparación con patrones deficientes o muy cargados.

4.4.4.2. Caudal

La regulación de caudal depende de que tan rápido o lento queramos distribuir la pintura atomizada sobre las superficies, o lo que sería lo mismo, la velocidad a la que desplazamos la pistola a lo largo de la pieza; a mayor velocidad mayor caudal y a menor velocidad menor caudal, esto dependerá de la experiencia. Esta regulación se lleva a cabo en la pistola, la cual posee una válvula que debe apretarse o aflojarse dependiendo del caudal que se desea. Por lo general cada pistola trae estas indicaciones en su manual de uso.

Figura 10. **Muestra de patrón correcto de atomización**



Fuente: Grupo Air Productos. www.indura.net. Consulta: octubre 2019.

4.4.4.3. Presión de entrada

La entrada de aire a la pistola debe ser regulada, la presión adecuada viene dada por el tipo de producto a aplicar, ya que entre más denso mayor presión será necesaria y viceversa. Por ejemplo, lo habitual para aplicar la capa base (bicapa) sería entre 1, 8 y 2 bares, y el barniz o transparente y esmalte (monocapa) entre 2 y 2,5 bar (tabla IV).

4.4.4.4. Posición de la pistola

La pistola debe colocarse perpendicular a la superficie, tratando de guardar un ángulo de 90° grados entre la superficie y el cabezal de la pistola como se muestra en la figura 11.

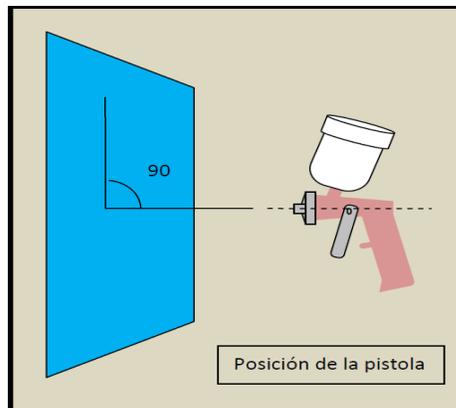
El trabajador deberá asegurarse de estar agarrando correcta y firmemente la pistola por la empuñadura, con una sola mano y colocando el dedo índice sobre el gatillo el cual liberará tanto aire como pintura.

Tabla IV. **equivalencias de presión a la salida de la pistola**

<i>Barea</i>	<i>Lb/plg²</i>	<i>kPa</i>
1	14.50	100
2	29	200
5	72.50	500
8	116	800

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Posición correcta de la pistola**

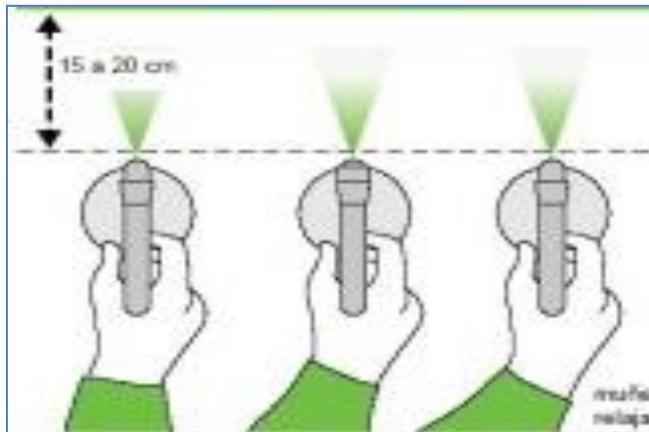


Fuente: Equipo pintarmicoche. <http://www.pintarmicoche.com>. Consulta: octubre 2019.

4.4.4.5. Distancia de aplicación

La pistola deberá de mantenerse a una distancia constante de la superficie durante todo el desplazamiento, aproximadamente de 15 a 20 cm de distancia (figura 12). La pistola ha de estar siempre en movimiento mientras esta atomizando, evitando una sobrecarga de pintura sobre la pieza.

Figura 12. **Distancia aproximada a la que debe mantenerse la pistola**

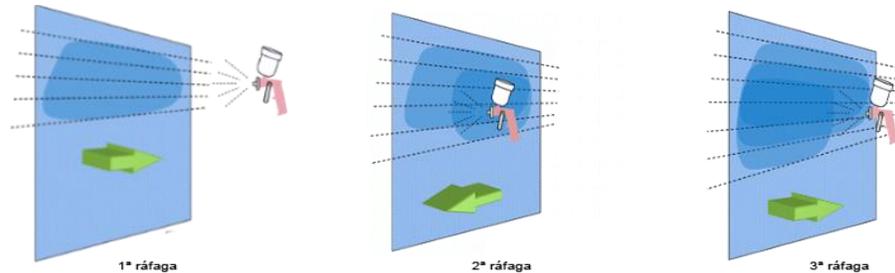


Fuente: Comunidad Modding. <http://www.hardcore-modding.com>. Consulta: octubre 2019.

La pistola debe de trazar franjas paralelas entre sí, en ambos sentidos (de derecha a izquierda y de izquierda a derecha), empezando por la parte superior del objeto y terminando en la inferior. La longitud de las franjas deberá ser adecuada evitando desplazar demasiado los pies, lo que restaría precisión y provocaría un posible error.

Con la finalidad de repartir uniformemente la cantidad de pintura sobre la pieza, tendremos que sobreponer o hacer coincidir las franjas, esto significa que cada franja tiene que montarse parcialmente en la anterior. Una forma práctica de sobreponer las franjas es dividiendo mentalmente la primera franja en cuatro, al terminado de depositar la primera franja y al momento de regresar con la segunda mano, bajaremos el abanico un cuarto de esta división, cubriendo las otras tres partes de la deposición anterior como se indica en la figura 13, con esto garantizamos cubrir adecuadamente la superficie.

Figura 13. **Pasos y deposición correctos de pintura atomizada.**



fuelle: Equipo pintarmicoche. <http://www.pintarmicoche.com>. Consulta: octubre 2019

4.4.5. **Problemas y soluciones más comunes en la aplicación de pintura**

En la aplicación de pintura a menudo encontraremos problemas de acabado, estos son muy variados y e influyen mucho o poco en el aspecto visual de la pintura, aunque esto no significara que todo el trabajo se echó a perder, pero en otros casos si supone un problema grave, como, por ejemplo, cuando la pintura se cae, salen ampollas, problemas con el color o pérdida de brillo. Estos problemas pueden situarse en una sola pieza y en ocasiones en todo el vehículo. A continuación, se describirán algunos problemas comunes en acabados, así como su solución.

Falta de adherencia:

Esta se dará una vez seca la película de pintura, la cual se desprenderá con facilidad del metal sobre el cual fue aplicada.

- Causas: Preparación defectuosa de la superficie, con restos de grasa, humedad o suciedad, lijado deficiente de la capa precedente, elección

incorrecta del sistema de pintado, como el uso de una imprimación inadecuada.

- Previsión: Limpiar y desengrasar la superficie antes de pintar para eliminar toda impureza, consultar con el fabricante la forma de pintado más apropiado y respetar las indicaciones de la ficha técnica.
- Reparación: Eliminar las capas defectuosas de pintura, mediante lijado, verificar que la superficie no tenga nuevamente impurezas y pintar de nuevo.

Ampollas:

Son elevaciones circulares y uniformes que pueden aparecer por cualquier parte de las superficies, estas se pueden formar entre las diferentes capas de pintura como por debajo de la misma, es decir, entre el metal y la pintura.

- Causas: suciedad o sales solubles en el agua del lijado, el sudor de las manos también puede afectar, restos de humedad del secado previo a pintar, penetración de humedad en la pintura debida a humedad en el aire de pulverización, agua en el sistema neumático.
- Previsión: Lavar cuidadosamente con agua limpia las partes de la carrocería tratadas previamente, purgar frecuentemente las líneas de aire, no tocar con las manos las superficies preparadas para pintar si no es necesario.
- Reparación: eliminar toda o únicamente las capas de pintura con lija que estén por encima de la que ha ocasionado el defecto y pintar de nuevo.

Arrugas:

Consiste en la formación de ondulaciones o arrugas en la superficie del transparente o en la aplicación de este.

- Causas: La pintura nueva no ha secado lo suficiente (sobre todo en sintéticos recién pintados), utilizar un fondo de secado lento con un de transparente de secado rápido por lo cual las capas de pintura no son compatibles o no se ha utilizado el diluyente apropiado.
- Prevención: Aplicar los productos según las recomendaciones del fabricante, si es preciso el empleo de grandes espesores, aplicar el producto en varias manos dejando el tiempo necesario de secado entre capa y capa y por ultimo utilizar diluyentes apropiados.
- Reparación: Si el defecto es de poca importancia, dejar secar bien la superficie y lijar hasta llegar a la capa seca, seguidamente pintar de nuevo. Si es un defecto de gran importancia, hay que quitar con lija toda la pintura y repintar.

Burbujas:

Como su nombre lo indica, son formaciones huecas producidas por aire u otro gas dentro de la película de pintura a causa de que esta se cierra rápidamente, esto disminuye la adherencia y la función de protección de la pintura.

- Causas: temperaturas muy altas como los rayos directos del sol u otras fuentes de calor, favorecen la evaporación de agua que las forman, tiempo de secado insuficiente entre capa y capa de pintura, disolventes inadecuados que se evaporan rápidamente en la superficie.

- **Prevención:** asegurarse de que las superficies estén totalmente secas, si es posible aplicar un poco de calor o es su defecto exponer a los rayos del sol durante unos minutos para evaporar los residuos de agua, aplicar los productos según las recomendaciones del fabricante.
- **Reparación:** Eliminar las capas de pintura que se encuentren por encima de la que han formado las burbujas y aplicar de nuevo la pintura.

Cráteres o siliconas:

Estos consisten en la formación de una especie de hundimiento o depresiones de la pintura de forma circulares parecidas a cráteres, que se encuentran en la capa de acabado y en las capas intermedias.

- **Causas:** limpieza deficiente en la superficie a pintar, ya que han quedado restos de aceite, grasas, ceras, o siliconas, gases de combustión y otros contaminantes del ambiente.
- **Prevención:** Limpiar la superficie de la carrocería antes y después del lijado, antes del aplicar la pintura de acabados y transparente, revisar el sistema neumático, que no contenga aceites de lubricación, realizando los mantenimientos al equipo, en especial al compresor.
- **Reparación:** dejar secar y luego lijar, dependiendo el tamaño y profundidad del cráter, con lija fina de un grano mediano y pintar de nuevo.

Arañazo o marcas de lijado:

Son marcas o pequeñas zanjás que aparecen en la superficie de la pintura de acabado, generalmente en forma aislada o agrupados en un área determinadas de la pieza.

- Causas: Utilizar lija de grano grueso en la superficie o masillas aplicadas y aplicar capas de pintura demasiado delgadas.
- Prevención: Lijar con el número de lija o grano adecuado, si es posible no utilizar herramienta eléctrica pues son más agresivas y dejan mucho arañazo.
- Reparación: Los arañazos de lijado pequeños se pueden eliminar con lijada de grano fino, posteriormente pulir y encerar. Cuando el defecto es muy grande se lijará y aplicará masilla o pintura de fondo para rellenar el arañazo, luego se lijará con lija de grano fino y se pintará de nuevo.

4.4.6. Tiempos de aplicación y secado de la pintura

Los tiempos de aplicación y secado de una pintura automotriz, son aquellos periodos que se deben esperar en el secado para que la pintura tenga una consistencia apropiada y así aplicar sucesivamente otras capas de pintura, a este proceso comúnmente se le llama curado.

La temperatura ambiente también jugará un papel importante en el secado de la pintura, ya que a mayor temperatura el tiempo de secado será corto y la calidad en brillo mejor; por ejemplo, los días cálidos son excelentes para aplicar pintura. Si se emplea otro medio para generar calor también puede reducirse el tiempo de secado, una cabina profesional con horno, por ejemplo, brinda mejor secado de pinturas y brillos monocapa y bicapa alrededor de los 45 minutos.

A continuación, se presentan dos ejemplos de secado para pinturas monocapa y bicapa, que son las de mayor uso en la región y se aplican a temperatura ambiente, pero recalamos que para un mejor resultado deberán consultarse las fichas técnicas o manuales de los productos además de capacitarse constantemente.

Bicapa: tardara entre 5 y 15 minutos en secar a temperatura ambiente (23°C), mientras que el transparente o brillo tardara alrededor de las 24 horas a la misma temperatura para secarse por completo. El secado es más lento, pero el brillo es excelente.

Monocapa: entre 4 y 6 horas, dependiendo de la temperatura ambiente, aunque todavía no se podrá tocar, deberá esperarse más y tener una temperatura superior a los 65°F (18°C) para un mejor resultado.

Precauciones:

Dado que estos productos son sensibles a la humedad, tanto en estado líquido como antes de secar, será necesario protegerlos de la humedad, de la exposición al rocío o mojarlos antes del curado. En caso contrario podría haber pérdida de brillo del poliuretano y pueden aparecer zonas blancas sobre el esmalte y podrían aparecer micro burbujas. Los rayos solares directos y constantes sobre una superficie recién pintada podrían ocasionar un secado excesivo en poco tiempo, lo que generara que la pintura se caiga en forma de hojuelas, por lo cual es de vital importancia no exponerlos a estos.

Nunca olvide la protección personal, ya que productos como el poliuretano tienden a ser demasiado dañinos para el cuerpo, tanto así que podrían causar fibrosis en los pulmones e irritaciones en los ojos, por ejemplo. Evite cualquier chispa en las cercanías del mismo (no fumar), ya que, aunque no haya presencia de overspray puede ser muy inflamable pues aún sigue evaporándose los solventes de la pintura.

4.5. Proceso post aplicación y secado de la pintura

Para el tratamiento pos aplicación de pintura debemos tomar en cuenta el tiempo de curado, ya que en este proceso suele ser un tanto agresivo y máxime si se trata con algún mecanismo eléctrico, como las pulidoras, por ejemplo; generalmente el pulido se realiza a mano, pero, la pintura deberá estar realmente curada. Como medida de precaución se dará un lapso mayor que el indicado para el curado.

El tratamiento post aplicación de la pintura consiste en pulir con pasta abrasiva y luego encerarla.

El proceso debe hacerse adecuadamente y sin prisa, ya que como es un proceso abrasivo para últimas capas de pintura, si se realiza exageradamente el pulido puede ocasionar pérdida de brillo o aun peor arruinar la pintura por completo teniendo sin ninguna alternativa que repintar.

Los pasos a seguir para el pulido y encerado son los siguientes:

- En primer lugar, velar que el automóvil se encuentre estacionado a la sombra, esto si en dado caso no se encuentra disponible el área de pintado, si se encuentra a la intemperie observar que el clima este moderado, ya que la luz directa del sol o calor excesivo de otras fuentes pueden dañar la pintura, cuando los productos químicos están sobre ella durante el proceso de pulido.
- Lavar bien el vehículo; la suciedad, el polvo y otras materias extrañas deben ser retirados antes de comenzar el proceso de pulido. El polvo puede causar que se raye la pintura.

- Cubrir al igual que cuando pintamos las aéreas que no deseamos pulir, con la finalidad de protegerlas de los productos y lijas que vamos a utilizar, y evitar así dañarlas.
- El pulido inicia lijando con lija de grano fino, las cuales podría ser de número 1000, 1200, 1500. Este proceso se realizará únicamente la primera vez que se es pulido el vehículo luego de ser pintado, ya que en algunas ocasiones la pintura seca muy bien, pero queda con una consistencia grumosa. sería difícil pulirla únicamente con pasta de pulir.
- Al finalizar el lijado se aplicará pasta de pulir, que como su nombre lo indica es una pasta con abrasivo fino, se aplica en un paño o pipe, de preferencia color blanco. se iniciará a pulir frotando con movimientos circulares la pintura. Este paso llevará una cantidad significativa de tiempo ya que se estará eliminando parcialmente la capa superior de pintura que contiene grumos o en casos posteriores este dañada por el ambiente. Este proceso se realizará hasta que la superficie quede con suficiente brillo al retirar la pasta con un pipe limpio.
- Por último, se aplica la pasta de encerar, que es un compuesto de polímero y siliconas, con el objetivo de resaltar el brillo y mantener el trabajo de pulido que se ha completado. Actualmente existen ceras líquidas, que facilitan la aplicación, pero el fin es el mismo, brindar protección a la pintura y mejorar el brillo.

En general el pulir y encerar están enfocados a mejorar el aspecto de la pintura y brindar una capa protectora a esta, no así a proteger el material ferroso. El proceso de pulido puede repetirse según sea la necesidad, una vez al año dependiendo de la exposición de la pintura al medio ambiente. El

proceso de encerado al ser más estético puede repetirse cada tres meses si es necesario.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló un estudio de observación en un taller tipo artesanal (o de clase “C”), en el cual se observaron los errores comunes cometidos en el proceso de tratamiento anticorrosivo, así como también en la aplicación de pinturas anticorrosivas y de embellecimiento de carrocerías.
2. Se examinaron de manera parcial el porqué de la oxidación y posterior corrosión en metales ferrosos, ya que con ello el lector comprenderá las causas de estas y así decidir el proceso adecuado a seguir en lo que respecta a remoción y el posterior recubrimiento para evitarlas.
3. Se realizó un estudio para las buenas practicas del tratamiento anticorrosivo ferroso con pintura, con el cual se propuso una guía para el proceso correcto, así como un diagrama en el cual se visualiza la sucesión de acciones a tomar tanto para la remoción de corrosión de piezas de metal (electromecánicas, manuales y de sandblast), así como de aplicación de masillas y pinturas, la cuales están respaldadas con normas para su buena aplicación y uso; con ello se busca mejorar la limpieza de las superficies y la buena adherencia de los productos anticorrosivos.
4. Se realizó una propuesta del recinto adecuado para la aplicación de fondos y pintura, así como las instalaciones y ubicación de equipos en dicha área, lo cual brindaría al trabajador comodidad; esto es necesario para un buen desempeño y aplicación de los anticorrosivos. Además, se propuso el equipo necesario para su seguridad física.

5. Se propusieron métodos y formas de trabajo para la aplicación de fondos y pintura; así mismo de la aplicación de masillas adecuadas, el lijado, preparado y limpieza previo a la aplicación de fondos, pinturas estéticas, acabados y mantenimiento posterior (pulido y encerado) de las mismas.

RECOMENDACIONES

1. Orientar a todos los talleres que se dediquen al enderezado y pintura o que posean un departamento dedicado a este trabajo; a que ofrezcan capacitación constante del personal dedicado a este proceso, pues no hay mejor herramienta que el conocimiento de nuevos procesos, ya que se vive en un mundo de constantes cambios y muy competitivo.
2. Investigar con mayor profundidad los diferentes diseños de cabinas de pintura, ya que en el trabajo solo se proporcionó un diseño base, el cual no aplica por ejemplo a las pinturas al horno, ya que las mismas tienen diferentes características de aplicación y tiempos de secado.
3. La correcta manipulación de los productos químicos utilizados, tanto para evitar accidentes como el trato a sus posteriores desechos, es necesario para evitar cualquier tipo de multas por parte de autoridades externas al taller. Además, deben utilizar productos que no sean dañinos al medio ambiente, procurando deshacerse adecuadamente de ellos.
4. Independientemente de si se decide mejorar o no las instalaciones o área de aplicación de fondos y pintura, las medidas de seguridad descritas son válidas y de vital importancia para conservar la salud e integridad de los trabajadores, por lo cual se recomienda tomar nota de ellas, utilizando principalmente los equipos de seguridad personal.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASKELAND, Donald. *La ciencia e ingeniería de los materiales*, 3a ed. México: International Thompson.1998. 556 p.
2. GIM, Toni. *Conceptos de pintura*. [en línea]. <<http://es.slideshare.net/ToniGim/214-conceptos-de-pintura-la-reparacin>>. [Consulta: 22 de noviembre de 2015].
3. DERECHO, Arturo Gil. *Manual de reparación y repintado de carrocería automotriz*. 5a ed. tomo 1. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1997. 784 p.
4. El chapista. *Sección de pinturas*. [en línea]. <http://www.elchapista.com/ventajas_tipo_de_pistolas.html>. [Consulta: 20 de octubre de 2015].
5. GABE, Dina Rufinova. *Fundamentos del tratamiento y protección de superficies metálicas*. Canadá: Alhambra, S. A., 1972. 205 p.
6. GONZÁLEZ DÁVILA, Roberto Antonio. *Diseño de la cabina de pintura de un taller automotriz de enderezado y pintura*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, 2002. 103 p.
7. LEYENSETER WÜRTEMBERG. *Tecnología de los oficios metalúrgicos*. Alemania: Reverté, S.A, 2006. 576 p.

8. MEDRANO MOLINA, Hugo Rolando. *Tecnificación de talleres de enderezado y pintura, como medida de desarrollo sostenible en economía guatemalteca*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 180 p.
9. Norma SSPC; *Steel Structures Painting Council, Pittsburgh USA*. [en línea]. <<http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/normas.php>>. [Consulta: 12 de octubre de 2015].
10. SALDARRIAGA MUÑOZ, Jaime Miguel Mariano. *Optimización del proceso de preparación de superficie en el servicio industrial de la marina*. [en línea]. <http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/Jaimehandle/123456789/1217/ING_445.pdf?sequence=1>. [Consulta: 8 de septiembre de 2015].

APÉNDICES

Apéndice 1. Precios sugeridos en el mercado para el trabajo de pintura

CANTD	DESCRIPCIÓN	Precio en quetzales con IVA		
		MICROBÚS	SEDAN/ HATCHBACK	SUV/PICKUP
1	BUMPER	550.00	500.00	550.00
1	PUERTA	440.00	440.00	500.00
1	CAPO	500.00	550.00	640.00
1	COMPUERTA TRASERA	500.00	500.00	540.00
1	CONCHA	600.00	750.00	650.00
1	ESTRIBO	450.00	440.00	300.00
2	FALDON	250.00	300.00	340.00
1	LODERA	500.00	520.00	640.00
2	MOLDURAS	230.00	200.00	330.00
1	PARAL CENTRAL DE PUERTAS	100.00	150.00	150.00
2	PARAL DE VIDRIO	550.00	150.00	150.00
6	PARAL DE CONCHA	175.00	175.00	175.00
1	PERSIANA	150.00	150.00	150.00
2	SOBRELODERAS	480.00	480.00	480.00
1	COLA DE PATO	320.00	300.00	320.00
2	CANTOS	200.00	290.00	298.00
2	MANECILLAS	100.00	100.00	100.00
4	AROS	350.00	380.0	380.00
1	BUMPERETA	330.00	210.00	330.00
2	RETOVISOR	180.00	180.00	180.00
4	FILETE PUERTAS	210.00	210.00	210.00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Tabla de tiempo estimado de trabajo por pieza**

Cantidad	Descripción	TIEMPO REPARACION	
		HORAS	DIAS
1	Bumper	11	1.4
1	puerta	11	1.4
1	CAPO	11	1.4
1	COMPUERTA TRASERA	11	1.4
1	CONCHA	14	1.8
1	ESTRIBO	10	1.3
2	FALDON	11	1.3
1	LODERA	11	1.4
2	MOLDURAS	6	0.8
1	PARAL CENTRAL DE PUERTAS	6	0.8
2	PARAL DE VIDRIO	6	0.8
6	PARAL DE CONCHA	6	0.8
1	PERSIANA	6	0.8
2	SOBRELODERAS	6	0.8
1	COLA DE PATO	10	1.3
2	CANTOS	8	1
2	MANECILLAS	4	0.5
4	AROS	10	1.2
1	BUMPERETA	8	1
2	RETOVISOR	6	0.8
4	FILETE PUERTAS	4	0.5

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Anclaje de canales de soporte al suelo**



Fuente: elaboración propia

Apéndice 4. **posición correcta de parales en la cabina**



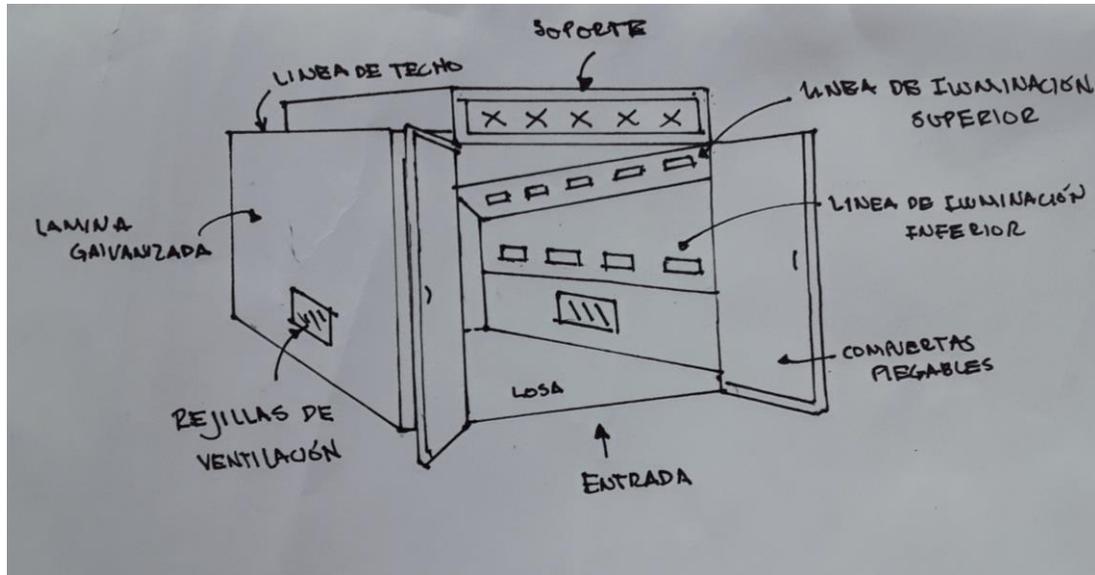
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Posición de la estructura de cielo raso**



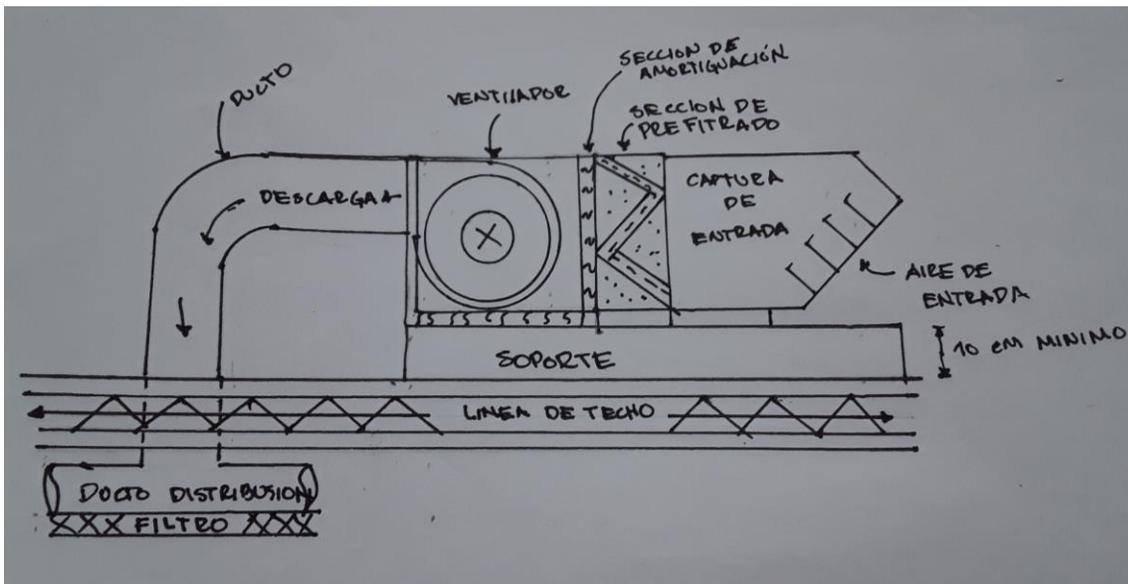
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Visualización del diseño de la cabina



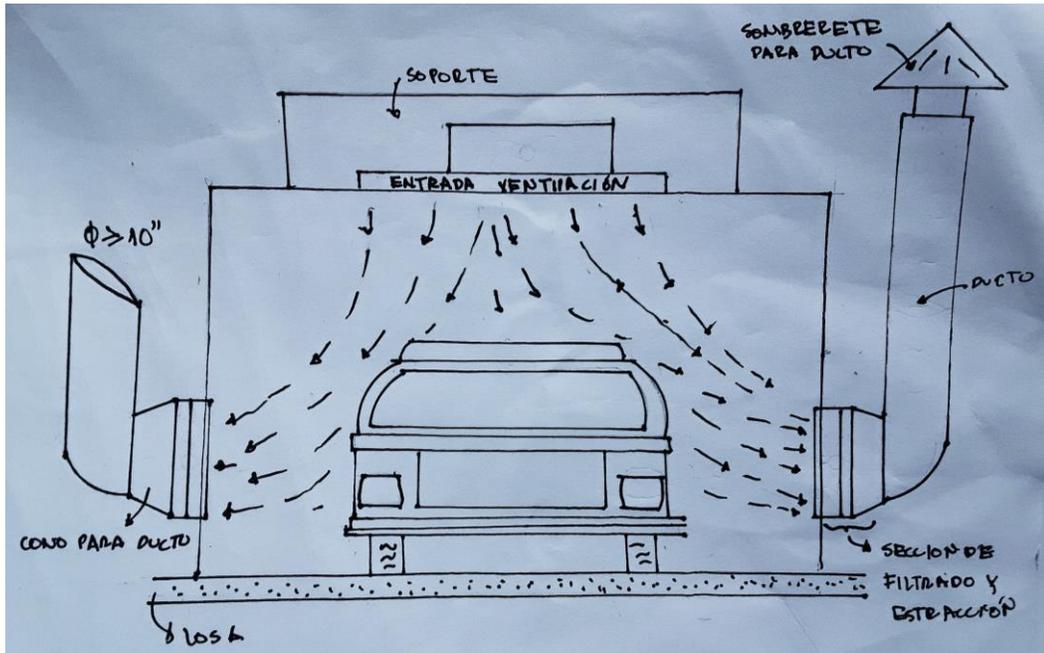
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Diagrama del sistema de inyección de aire cabina



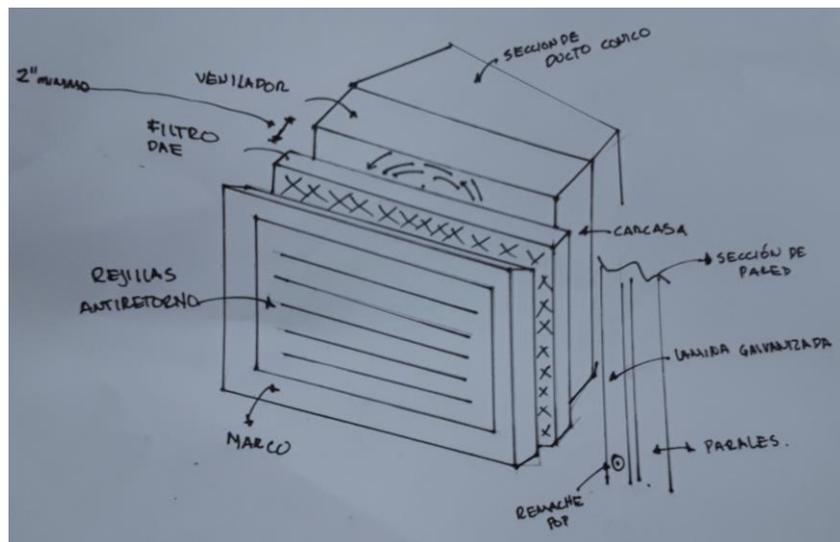
Fuentes: elaboración propia.

Apéndice 8. Diagrama de flujo de aire y posición de ventiladores extractores de aire contaminado



Fuente: elaboración propia

Apéndice 9. Diagrama de posición de filtros y ventiladores de extracción



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Golpe cebero en un lateral del vehículo**



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Dimensiones exteriores Volkswagen Passat 2015



Fuente: Medidas de coches.

<https://www.midasdecoches.com/modelos/volkswagen/passat2015>. Consulta: noviembre 2019.

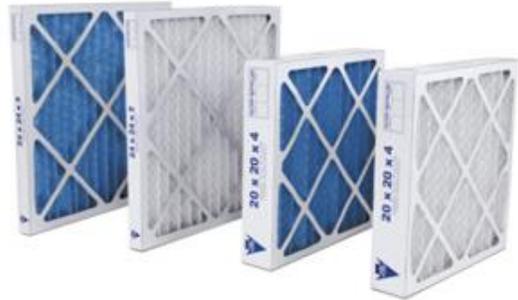
Anexo 2. Posición de la fibra de vidrio entre los bastidores



Fuente: Orión. <https://orionguatemala.com/es/recomendaciones-al-utilizar-fibra-de-vidrio/>.

Consulta: noviembre 2019

Anexo 3. **Filtros captadores de pintura**



Fuente: Air Care. <https://filtrodeaireacondicionado.com/filtros-para-cabinas-de-pintura.html>.

Consulta: noviembre 2019.

Anexo 4. **Filtros de descarga de aire en la cabina**



Fuente: Isofilter. <https://www.isofilter.es/cabinas-de-pintura-todos-los-filtros-y-prefiltros-para-el-tratamiento-del-aire/>. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 5. Ductos flexible y acople de ducto a ventilador



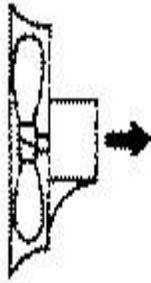
Fuentes: Torres Servicios Técnicos. <https://www.tstservicios.com/noticias/conductos-de-aire-y-accesorios-alquiler/>. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 6. Ductos y codo a 90° para transmisión de aire a descarga



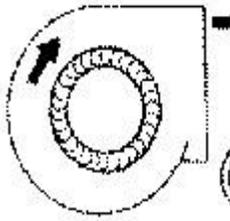
Fuente: Claf Ductos. <https://www.claf.pe/q/ducto-secadora/>. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 7. Descripción de un ventilador axial

VENTILADOR	DESCRIPCION	APLICACION
 <p>HELICOIDAL</p>	<p>Ventiladores aptos para mover grandes caudales de aire con bajas presiones. Son de bajo rendimiento. La transferencia de energía se produce mayoritariamente en forma de presión dinámica.</p>	<p>Se aplica en circulación y extracción de aire a nivel industrial. Se instalan en pared o techo sin ningún conducto. Utilizados con objetivo de renovación de aire.</p>

Fuente: SOLERA, Camila. http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 8. Descripción de un ventilador centrífugo

VENTILADOR	DESCRIPCION	APLICACION
 <p>CURVADAS HACIA ADELANTE</p>	<p>Rotor con palas curvadas hacia adelante, apto para caudales altos y bajas presiones. No es auto limitante de potencia. Para un mismo caudal y un mismo diámetro de rotor gira a menos vueltas con menor nivel sonoro.</p>	<p>Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado de baja presión y de vehículos.</p>

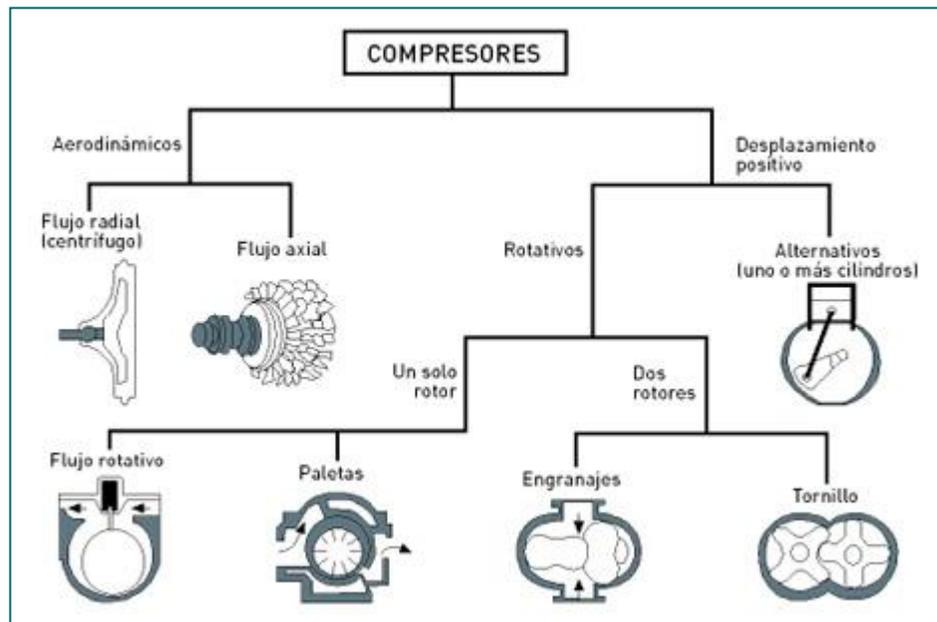
Fuente: SOLERA, Camila. http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 9. Datos técnicos de un ventilador

Velocidad RMP	Potencia HP	Voltaje	Caudal de descarga libre m ³ /h / CFM	Presion Sonora db(A)	Peso aprox.
1550	1/20	127	800/471	53	6 Kg
1625	1/10	127	1200/706	56	6 Kg
1740	1/2	127 / 220	1900/1118	60	11 Kg
1750	3/4	127 / 220	2600/1529	63	25 Kg
1700	1/2	220 / 440	1900/1118	60	11 Kg
1730	3/4	220 / 440	2600/1529	63	25 Kg
1760	1 1/2	208-230 / 460	3950/2324	72	28 Kg
1760	2	208-230 / 460	5200/3059	75	32 Kg
1765	3	208-230 / 460	6500/3824	80	34 Kg

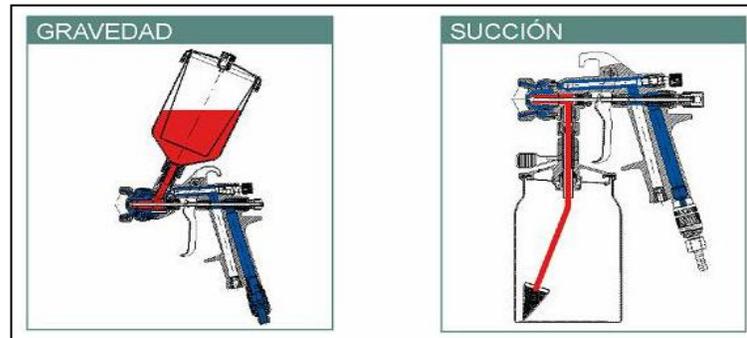
Fuente: Que Calor. www.quecalor.com/ficha.php?id=2913781&ds. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 10. Clasificación de los compresores según su tipo



Fuente: Unefa IM. <http://dinagasunefaim.blogspot.com>. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 11. Tipos de pistolas aerográficas



Fuente: Chapa y pintura. http://www.elchapista.com/ventajas_tipo_de_pistolas.html. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 12. Herramientas utilizadas en el enderezado de golpes severos.



Fuente: AHB ideas profesionales. <https://ahbonline.es/chapa-pintura/481-set-herramientas-chapista-ii.html>. Consulta: noviembre 2019.

Anexo 13. **Tipos de productos Du Pont para limpieza superficies metálicas sin pintura**

<i>Superficie</i>	<i>Limpiador</i>	<i>Acondicionador de metal</i>	<i>Recubrimiento para conversión</i>
Aluminio		225S	226S, 615S/616S
Latón	3812S	5717S	227S
Bronce	3812S	5717S	227S
Cromo	3812S	225S	
Cobre	3812S	5717S	227S
Hierro	3812S	5717S	227S, 615S/616S
Galvanizado	3812S	Lija, 5717S	224S, 615S/616S
Magnesio	3812S	Ninguno requerido	226S (5 partes de agua)
Níquel	3812S	5717S	227S
Acero inoxidable	3812S	Lija , 5717S	224S, 615S/616S
Acero (laminado en frío o caliente)	3812S	5717S	224S, 615S/616S
Estaño	3812S	225S	
Cinc	3812S	5717S	227S, 615S/616S

Fuente: KOEHLER, Robert. *Manual de reparación y repintado de carrocerías automotrices*. p.

656.

Anexo 14. **Mantenimiento y limpieza de la pistola aerográfica previo a pintar**

FALLA	CAUSA	SOLUCION
1.- La pistola de pintura muestra un abanico irregular (aleteo/escupir).	a) La boquilla de la pintura no está lo suficientemente apretada. b) Anillo de distribución de aire dañado o sucio.	a) Apretar la boquilla de pintura con la llave universal b) Cambiar el anillo de distribución de aire; no se puede efectuar una limpieza ya que no es posible hacer un desmontaje sin daño.
2.- Imagen del abanico demasiado pequeño, oblicuo, unilateral o se divide.	a) Taladros de la boquilla de aire obstruidos con pintura o residuos de líquidos de limpieza b) Punta de boquilla de pintura (espiga) dañada.	a) Limpiar la boquilla de aire debajo del líquido de limpieza con el cepillo de limpieza adecuado y secar. b) Examinar la punta de la boquilla de pintura en busca de daños si los hay cambiarla.
3.- Sin funcionar correctamente la regulación de abanico redondo, lineal o la regulación es aún más giratoria.	Anillo de distribución de aire no bien posicionado (perno no está en el taladro) o está dañado.	Cambiar el anillo de distribución de aire y tener en cuenta la posición correcta del perno.
4.- Sin funcionar correctamente la regulación de abanico redondo, lineal o la regulación no es giratoria.	La regulación fue giratoria en sentido contrario a las manecillas del reloj de manera que el uso probablemente la ha despegado de la rosca de la pistola	Destornillar con la llave universal en el sentido de las manecillas del reloj, atornillar la regulación por completo al cuerpo de la pistola empaquetar la rosca con adhesivo o Loctite y apretar, si esto no funciona, cambiar por completo.
5.- La pistola de pintura no para de exhalar aire.	El asiento del pistón de aire está sucio o el pistón de aire se desgasta	Limpiar el asiento del pistón o cambiar el pistón de aire o el empaque.
6.- Corrosión en la rosca de la boquilla de aire, en el conducto del material (conexión del depósito) o el cuerpo de la pistola.	a) el líquido de la limpieza es acuoso no es enjuagado por completo durante la limpieza y no es secado correctamente. b) líquidos de limpieza inadecuados o generador de disolventes demasiado agresivos.	a) Destornillar la boquilla de aire y después de la limpieza secar bien la pistola por fuera y por dentro. b) Utilizar líquido de limpieza con un valor o PH neutro o enjuagar con líquido neutro y realizar la limpieza como se recomienda.

Fuente: Auto Magazine. http://www.autobodymagazine.com.mx/tabla_mantenimiento.jpg.

Consulta: noviembre de 2019.

Anexo 15. **Intensidad en decibeles (db) de diferentes fuentes de sonidos comunes**

FUENTES DE SONIDO	DECIBEL S
Umbral de audición	0
Susurro, respiración normal, pisadas suaves	10
Rumor de las hojas en el campo al aire libre	20
Murmullo, oleaje suave en la costa	30
Biblioteca, habitación en silencio	40
Tráfico ligero, conversación normal	50
Oficina grande en horario de trabajo	60
Conversación en voz muy alta, gritería, tráfico intenso de ciudad	70
Timbre, camión pesado moviéndose	80
Aspiradora funcionando, maquinaria de una fábrica trabajando	90
Banda de música rock	100
Claxon de un coche, explosión de petardos o cohetes empleados en pirotecnia	110
Umbral del dolor	120
Martillo neumático (de aire)	130
Avión de reacción durante el despegue	150
Motor de un cohete espacial durante el despegue	180

Fuente: Así funciona. http://www.asifunciona.com/tablas/intensidad_sonidos/intensidad_sonidos.htm. Consulta: enero de 2019.

Anexo 16. **Renovaciones de aire según la naturaleza de los locales**

Tipo de local	Renovaciones de aire/hora
Bancos	3-4
Bares y tabernas	8-12
Cafeterías y comidas rápidas	15-18
Catedrales	.05
Cines	10-15
Cocinas domésticas	10-15
Cocinas industriales	15-20
Cuartos de baño	13-15
Discotecas	10-15
Escuelas, aulas	2-3
Estacionamientos subterráneos	6-8
Fábricas en general	5-10
Fundiciones	20-30
Granjas avícolas	6-12
Hospitales	6-8
Iglesias modernas	1-2
Laboratorios	6-12
Lavanderías	20-30
Oficinas generales	5-6
Panaderías	25-35
Restaurantes grandes	5-6
Sala de calderas	20-30
Talleres de maquinaria	6-10
Talleres de pintura	40-60
Tintorerías	20-30

Fuente: Estructplan. <http://www.estrucplan.com.ar>. Consulta: noviembre de 2019.