



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y APLICACIÓN DE LAS  
TÉCNICAS DE PINTURA EN BASE DE AGUA DE LA  
CARROCERÍA DEL VEHÍCULO LAND ROVER HARD TOP 1981  
PARA EL TALLER MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA  
AUTOMOTRIZ”**

**BARRERA PALMA CARLOS EDUARDO  
SALAZAR ARIAS BOLÍVAR ISRAEL**

## **TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

# **INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

---

2014 - 01 - 27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**CARLOS EDUARDO BARRERA PALMA**

---

Titulada:

**“MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PINTURA EN BASE DE AGUA DE LA CARROCERÍA DEL VEHÍCULO LAND ROVER HARD TOP 1981 PARA EL TALLER MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Andrea Viviana Razo  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Bolívar Alejandro Cuaical  
ASESOR DE TESIS

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2014 - 01 - 27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**BOLÍVAR ISRAEL SALAZAR ARIAS**

---

Titulada:

**“MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PINTURA EN BASE DE AGUA DE LA CARROCERÍA DEL VEHÍCULO LAND ROVER HARD TOP 1981 PARA EL TALLER MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Andrea Viviana Razo  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Bolívar Alejandro Cuaical  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** CARLOS EDUARDO BARRERA PALMA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PINTURA EN BASE DE AGUA DE LA CARROGERÍA DEL VEHÍCULO LAND ROVER HARD TOP 1981 PARA EL TALLER MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

**Fecha de Examinación:** 2015-05-29

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Andrea Viviana Razo. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Bolívar Alejandro Cuaical. ASESOR DE TESIS			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** BOLÍVAR ISRAEL SALAZAR ARIAS

**TÍTULO DE LA TESIS:** MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PINTURA EN BASE DE AGUA DE LA CARROGERÍA DEL VEHÍCULO LAND ROVER HARD TOP 1981 PARA EL TALLER MÓVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

**Fecha de Examinación:** 2015-05-29

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Andrea Viviana Razo. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Bolívar Alejandro Cuaical. ASESOR DE TESIS			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Carlos Eduardo Barrera Palma

---

Bolívar Israel Salazar Arias

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a Dios por llenar mi vida con felicidad, sabiduría y bendiciones, a mi amada Amelia por ser el pequeño motor que mantiene mi mundo funcionando, a mis padres por su apoyo incondicional, a mis hermanos y amigos que de manera directa o indirectamente estuvieron cooperando en el desarrollo de este trabajo.

**Eduardo Barrera Palma**

El presente lo dedico primeramente a Dios quien con su infinito amor me ha guiado para concluir con mi carrera, a mis padres, hermanos y en especial a mi esposa Pamela que son la motivación de mi esfuerzo diario.

**Bolívar Salazar Arias**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Nuestro más profunda gratitud, con admiración y respeto a los ingenieros Andrea Razo y Bolívar Cuaical que guiaron todo el proceso de desarrollo de tesis hasta su defensa.

A todos los Docentes y Administrativos de la Escuela de Ingeniería Automotriz por haber ayudado a nuestra formación como profesionales al aportar conocimientos y experiencia.

**Eduardo Barrera Palma**

**Bolívar Salazar Arias**



## CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	2
<b>2. FUNDAMENTO TEÓRICO</b>	
2.1. La chapa del automóvil .....	4
2.2. Efecto de las fuerzas de impacto .....	4
2.2.1. <i>Endurecimiento del metal.</i> .....	4
2.2.2. <i>Deformación plástica.</i> .....	4
2.2.3. <i>Deformación elástica.)</i> .....	5
2.3. Clasificación de los daños en la carrocería .....	6
2.3.1. <i>Daño directo.</i> .....	6
2.3.2. <i>Daño indirecto.</i> .....	6
2.3.3. <i>Métodos básicos de chapistería.</i> .....	7
2.4. Componentes de la pintura.....	7
2.4.1. <i>Pigmentos.</i> .....	8
2.4.2. <i>Resinas.</i> .....	8
2.4.3. <i>Solventes y diluyentes.</i> .....	8
2.4.4. <i>Aplicación de pinturas</i> .....	8
2.5. Tiempos de secamiento.....	11
2.5.1. <i>Acondicionadores.:</i> .....	11
2.5.2. <i>Base - fondos.</i> .....	11
2.5.3. <i>Masillas.</i> .....	12
2.5.4. <i>Cómo enderezar abolladuras con el martillo y el tas.</i> .....	12
2.5.5. <i>Desabollado con ganzúas</i> .....	13
2.5.6. <i>Desabollado mediante tracción</i> .....	14
2.5.7. <i>Extracción de abolladuras con espárragos.</i> .....	15
2.5.8. <i>Contraer abolladuras.</i> .....	16
2.5.9. <i>Retorcimiento.</i> .....	16
2.5.10. <i>Contraer una estría</i> .....	17
2.5.11. <i>Limar el área afectada.</i> .....	17
<b>3. PROCEDIMIENTO PREVIO PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EN BASE DE AGUA</b>	
3.1. Preparación de superficies .....	18
3.2. Determinación del estado del vehículo .....	19
3.3. Método químico para eliminar la pintura deteriorada .....	20
3.3.1. <i>Método de aplicación del removedor.</i> .....	20
3.4. Lijado.....	21
3.5. Reparación de abolladuras leves.....	22
3.5.1. <i>Preparación de la superficie reparada</i> .....	22
3.6. Reparación de daños por oxidación.....	23
3.6.1. <i>Preparación del área afectada por óxido superficial</i> .....	23
3.6.2. <i>Aplicación de la masilla sobre la superficie afectada por el óxido</i> .....	24
3.6.3. <i>Reemplazo y relleno de la zona oxidada</i> .....	24
3.6.4. <i>Concluir la reparación del área oxidada</i> .....	25

<b>4.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE DAÑOS MAYORES PRODUCIDOS POR COLISIÓN</b>	
4.1.	Determinación visual de la magnitud del daño por impacto. ....	26
4.2.	Revisión de la holgura y el encastre de la pieza. ....	26
4.3.	Revisión de averías en el habitáculo ....	27
4.4.	Equipos y herramientas de enderezado.....	28
4.5.	Técnicas de enderezado y realineación.....	29
4.6.	Desmontaje de las piezas.....	29
4.7.	Enderezado de daños en la parte frontal del vehículo ....	30
4.8.	Enderezado de la parte posterior.....	31
4.9.	Enderezado de daño lateral.....	31
4.10.	Eliminación de tensiones.....	32
<b>5.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE MASILLA DE RELLENO EN LA CARROCERÍA.</b>	
5.1.	Preparación de la superficie para relleno.....	33
5.2.	Tipos de masilla de carrocería.....	33
5.2.	Mezclado de la masilla ....	36
5.3.	Aplicación de la masilla plástica ....	36
5.4.	Aplicación de la masilla sobre la superficie afectada por el óxido ....	38
5.5.	Lijado de la masilla.....	39
<b>6.</b>	<b>ADAPTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE COMPARTIMIENTOS PARA EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
6.1	Diseño de la estructura.....	40
6.1.1	<i>Dimensiones del vehículo.....</i>	41
6.1.2	<i>Diseño de la carrocería.....</i>	41
6.1.3	<i>Modelado de la estructura.....</i>	43
6.1.4	<i>Materiales.....</i>	44
6.1.5	<i>Análisis estructural.....</i>	45
6.2	Construcción de la estructura de soporte.....	54
6.2.1	<i>Materiales para la construcción.....</i>	55
6.2.2	<i>Doblado de tubos.....</i>	55
6.2.3	<i>Corte.....</i>	55
6.2.4	<i>Adaptación.....</i>	56
6.3	Recubrimiento de la estructura.....	56
6.3.1	<i>Corte.....</i>	56
6.3.2	<i>Doblado.....</i>	57
6.3.3	<i>Adaptación.....</i>	57
6.3.4	<i>Sellado e impermeabilización.....</i>	58
6.4	Construcción de los compartimientos para herramientas.....	58
6.4.1	<i>Construcción de la estructura interna.....</i>	59
6.4.2	<i>Recubrimiento interior.....</i>	60
6.4.3	<i>Impermeabilización interior.....</i>	61
<b>7.</b>	<b>APLICACIÓN DE PINTURA EN BASE DE AGUA</b>	
7.1	Preparación de superficie.....	63
7.1.1	<i>Enmascarado.....</i>	63
7.1.2	<i>Desengrasado previo a la imprimación.....</i>	65
7.1.3	<i>Aplicación de fondo fosfatizante (WASH- PRIMER).....</i>	65
7.1.4	<i>Aplicación de imprimación.....</i>	66
7.1.5	<i>Lijado de imprimación.....</i>	67
7.1.6	<i>Lectura de instrucciones del envase.....</i>	68
7.1.7	<i>Medición y catalización.....</i>	68

7.1.8	<i>Aplicación de la pintura</i> .....	69
7.1.9	<i>Acabado final</i> .....	71
7.1.10	<i>Trabajo finiquitado</i> .....	74

## **8. ANÁLISIS DE COSTOS**

8.1	Costo de proyecto .....	75
8.1.1.	<i>Costos directos</i> .....	76
8.1.2.	<i>Costos indirectos</i> .....	76
8.1.3.	<i>Costo total</i> .....	76

## **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

9.1	Conclusiones.....	77
9.2	Recomendaciones.....	78

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

1	Datos técnicos de la masilla plástica .....	34
2	Datos técnicos de masilla poliéster.....	34
3	Datos técnicos masilla correctora .....	35
4	Características del acero estructural ASTM A500 .....	44
5	Resultados debido a la carga superior.....	48
6	Resultados debido a la carga lateral.....	51
7	Resultados debido a la carga lateral.....	54
8	Datos técnicos del producto .....	58
9	Datos físicos pedralinings.....	62
10	Datos técnicos del desengrasante.....	65
11	Sistema de pulido 3M .....	72
12	Costos directos.....	76
13	Costos indirectos.....	76

## LISTA DE FIGURAS

1	Deformación elástica del metal.....	5
2	Pliegues en la chapa .....	5
3	Tipos de daños.....	6
4	Tipos de tenciones del panel .....	7
5	Aplicación de pintura .....	8
6	Velocidad de aplicación.....	9
7	Diagrama de proceso para el repinte.....	10
8	Enderezamiento de abolladuras .....	12
9	Desabollado con ganzuas .....	13
10	Desabollado con tracción .....	14
11	Desabollado con ventosa .....	15
12	Extractores de espárragos.....	15
13	Utilización del tas .....	16
14	Lavado del vehículo.....	19
15	Condiciones iniciales del vehículo .....	19
16	Removedor de pintura .....	20
17	Equipo de protección personal .....	21
18	Aplicación del agente removedor.....	21
19	Lijado de las superficies .....	22
20	Reparación de abolladuras.....	22
21	Superficie preparada .....	23
22	Áreas oxidadas de la carrocería .....	23
23	Oxidación superficial .....	24
24	Aplicación de la masilla sobre la superficie oxidada .....	24
25	Reemplazo de la zona oxidada .....	25
26	Superficie oxidada terminada .....	25
27	Inspección del impacto .....	26
28	Encastre en puertas laterales .....	27
29	Encastre puerta posterior .....	27
30	Habitáculo del vehículo .....	27
31	Spoter y tecele .....	28
32	Kit de estampes, martillos y porto.....	28
33	Suelda MIG, eléctrica y oxisuelda.....	28
34	Templado de carrocería .....	29
35	Utilización de spoter .....	29
36	Desmontaje de elementos del habitáculo .....	30
37	Enderezado de daños .....	31
38	Parte posterior abollada .....	31
39	Enderezado de daño lateral.....	32
40	Eliminación de tensiones.....	32
41	Masilla plástica .....	34
42	Masilla poliéster.....	35
43	Pasta correctora .....	35
44	Preparación de la masilla .....	36
45	Aplicación de la masilla .....	38
46	Masillado sobre área oxidada.....	38
47	Lijado de masilla.....	39
48	Dimensiones del vehículo.....	41
49	Medidas de la parte posterior del taller móvil.....	42

50	Vistas de la estructura del taller móvil .....	42
51	Vista superior de la estructura .....	43
52	Generación de los perfiles en la estructura alámbrica .....	43
53	Estructura generada .....	44
54	Estructura del taller móvil .....	44
55	Efecto de la carga G sobre la estructura.....	46
56	Tensiones en la estructura debido a la carga superior.....	47
57	Deformación de la estructura debido a la carga superior.....	47
58	Factor de seguridad debido a la carga superior.....	48
59	Tensiones en la estructura debido a la carga lateral.....	49
60	Deformación de la estructura debido a la carga lateral.....	50
61	Factor de seguridad debido a la carga lateral.....	51
62	Tensiones en la estructura debido a la carga sobre el techo .....	53
63	Deformación debido a la carga sobre el techo.....	53
64	Factor de seguridad debido a la carga sobre el techo .....	54
65	Doblado de marco .....	55
66	Corte de perfiles .....	55
67	Soldado de la estructura.....	56
68	Recubrimiento del techo.....	56
69	Corte del tol.....	57
70	Doblado de la parte curva del techo. ....	57
71	Remachado de los paneles .....	57
72	Impermeabilización de las juntas.....	58
73	Construcción de los gabinetes interiores .....	59
74	Construcción del marco interno .....	59
75	Adaptación de cajones corredizos .....	60
76	Adaptación de cajoneras .....	60
77	Recubrimiento interior con MDF .....	60
78	Corte y recubrimiento con MDF .....	61
79	Permex impermeabilizante .....	61
80	Lijado previo a la aplicación de impermeabilizante.....	62
81	Aplicación del impermeabilizante.....	62
82	Preparación de la carrocería .....	63
83	Enmascaramiento .....	64
84	Vehículo enmascarado.....	64
85	Desengrasante.....	65
86	Aplicación del fondo fosfatizante .....	65
87	Aplicación de la imprimación .....	66
88	Aplicación de pasta correctora .....	67
89	Lijado de imprimación.....	67
90	Desengrasado previo a la pintura.....	68
91	Catalización de la pintura en base a agua .....	69
92	Filtrado de la pintura.....	69
93	Pintado de la carrocería .....	71
94	Productos de pulido y encerado .....	72
95	Productos de limpieza de carrocerías.....	74
96	Trabajo finalizado .....	74
97	Taller móvil con sus herramientas .....	75

## SIMBOLOGÍA

$F_s$	Carga aplicada	N
$m$	Masa	Kg
$a$	Aceleración	$m/s^2$
MPa	Esfuerzo	$N/m^2$
$F_t$	Carga sobre el techo	N
$F_l$	Carga impacto lateral	N

## LISTA DE ABREVIACIONES

MIG	Gas Inerte de Metal
ASTM	Asociación Americana de pruebas de materiales
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
FAU	Federación Automotriz Universitaria
MDF	Tablero de Densidad Media
HVLP	Alto Volumen Baja Presión



## LISTA DE ANEXOS

- A** Planos de la estructura
- B** Manual de normas técnicas y normas de seguridad para el proceso de pintura

## RESUMEN

Se ha restaurado la carrocería del vehículo Land Rover Hard top 1981 y transformado en taller móvil de la escuela de ingeniería automotriz, el desarrollo de este proyecto está destinado principalmente a cumplir con la demanda pedagógica en el campo de chapa y pintura automotriz y nuevas tecnologías de pinturas.

El proceso inicio con la verificación de los daños producidos por colisiones y condiciones ambientales en la carrocería mediante una inspección visual determinando la magnitud de los daños, las áreas afectadas debieron ser tratadas con un proceso de limpieza y tratamiento anticorrosivo asegurando una superficie óptima para la adhesión de la pintura.

Se diseñó la estructura del taller móvil con la ayuda de un software de simulación, basados en la norma técnica INEN 1323 y el reglamento de la FAU (Federación Automotriz Universitaria). Con los resultados del análisis estructural se construyó el esqueleto con un perfil protegido contra la corrosión de tubo estructural de acero cuadrado de 2cm de ancho por 2 mm de espesor que cumplan con la normativa NTE INEN, y acero ASTM A36 para el recubrimiento.

Después de todo este proceso de reparación de golpes y choques anteriores procedimos a pintarla con la nueva técnica de pintura en base de agua.

La restauración del vehículo convertido en taller móvil, fue en beneficio de los estudiantes y sirviendo como vehículo de auxilio mecánico fomentando el desarrollo de la provincia. Debió ser basado en criterios ingenieriles e implementando nuevas técnica de pintura amigables con el medio ambiente.

## ABSTRACT

It has made the land rover hard top 1981 vehicle body and transformed into mobile workshop automotive engineering school, this project is intended mainly to meet pedagogical demand in the automotive paint and sheet metal field and new technologies paintings.

The process began with the verification of the damage caused by collisions and environmental conditions on the vehicle body by means of a visual inspection by determining the damage extent, the affected areas had to be treated with a process of cleaning and rustproofing treatment ensuring an optimal species for the paint adhesion.

The mobile workshop structure was designed with the help of simulation software based on the technical standard INEN 1323 and the regulations of the FAU (University Automotive Federation). With the results of structural analysis the skeleton with a corrosion protected profile structural steel tube square 2cm wide and 2 mm thick which comply with the standards NTE INEN, and ASTM A36 steel for coating was built.

After all this process of repairing bumps and shocks previous proceeded to paint it with the new technique of water-based paint.

The restoration of the vehicle become mobile workshop was for the benefit of students and serving as a vehicle for mechanical assistance promoting the development of the province. It must be based on engineering criteria and implementing new painting technique friendly to the environment.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Antecedentes**

El desarrollo de este proyecto está destinado principalmente a cumplir con la demanda pedagógica en el campo de chapa y pintura automotriz, específicamente en el área de remodelación de vehículos y nuevas tecnologías de pinturas en base de agua.

En la actualidad, la renovación, reconstrucción y personalización de vehículos clásicos y modernos ha ganado mucho terreno, ya que el automotor por sus cualidades como confort, aspectos personales, destacarse ante los demás vehículos, ser originales.

Por este motivo se decidió restaurar el vehículo Land Rover Hord Top de la Escuela de Ingeniería Automotriz que se encontraba en condiciones deplorables sin piezas, con golpes externos e internos, en su habitáculo se encontraba basura y animales muertos, en la parte posterior se había hecho un basurero e incluso había la presencia de plantas.

Recogimos el vehículo en grúa y lo llevamos al taller para proceder en su limpieza y extracción de contaminantes.

Luego verificamos los daños producidos por el tiempo y el descuido para realizar posteriormente su reparación.

Construimos la estructura y cabina de la parte posterior para modificar el vehículo y luego transformarlo en el nuevo taller, móvil de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

Después de todo este proceso de reparación de golpes y choques anteriores procedimos a la reparación de la carrocería para pintarla con la nueva técnica de pintura en base de agua; el vehículo se pintó de color amarillo Caterpillar debido a que como va a ser taller móvil tiene que ser normativo.

Concluido este último paso se prepara la superficie de la carrocería ya pintada para pulirla y abrillantarla, dejando una textura lisa y brillante libre de impurezas y protegerla contra el polvo y otros contaminantes.

Finalizado este trabajo el vehículo Land Rover Hard Top ahora restaurado y convertido en taller móvil se entrega a la Escuela de Ingeniería Automotriz.

## **1.2. Justificación**

En el Ecuador la reconstrucción y renovación de una carrocería aplicando conocimientos de chapa y pintura se lo realiza en muy pocos lugares, la mayoría de los talleres no cuenta con los conocimientos técnicos razón por la cual se lo realiza de forma artesanal desembocando en un fallo del material producido por no seguir el procedimiento adecuado.

El proyecto de tesis está enfocado a los estudiantes de ingeniería automotriz para que adquieran conocimientos de chapa y pintura, se explica cómo realizar la restauración de la carrocería desde cero y los cuidados necesarios para obtener un mejor acabado en la superficie de la pintura.

Por tanto fue imprescindible aplicar los conocimientos aprendidos durante la carrera, aportando a la ESPOCH con la restauración de uno de sus bienes como es el vehículo "LAND ROVER HARD TOP 1981" que será convertido en taller móvil para beneficio de los estudiantes de la escuela de ingeniería automotriz y sirviendo como vehículo de auxilio mecánico para la sociedad fomentando el desarrollo de la provincia siendo una muestra innovadora en el campo automotriz.

## **1.3. Objetivos**

**1.3.1. Objetivo general.** Realizar el mantenimiento correctivo y aplicación de las técnicas de pintura en base de agua de la carrocería del vehículo Land Rover Hard Top 1981 para el taller móvil de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

**1.3.2. Objetivos específicos:**

Conocer las partes de la carrocería y los diferentes componentes.

Reconstruir y reparar la carrocería, empezando por las partes oxidadas y deterioradas.

Aplicar la pintura en la carrocería utilizando sistemas modernos en pintura automotriz en base de agua.

Realizar el control de calidad final de la pintura mediante micro pulido para eliminar imperfecciones y obtener un acabado espejo.

Estudiar los productos complementarios que se utilizan en el repinte de un vehículo.

Implementar técnicas y normas de seguridad para el proceso de pintura.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1. La chapa del automóvil

En la fabricación de automóviles se utiliza dos tipos de chapa metálica que son la chapa laminada en caliente y la laminada en frío.

La chapa laminada en caliente se obtiene con el metal sometido a temperaturas por encima de los 800°C y su grosor esta entre 1.6 y 8 mm, por lo general se utiliza en la fabricación de piezas gruesas como el bastidor y los travesaños.

La chapa laminada en frío se obtiene de la misma manera pero debe ser sumergida en ácido, luego laminada en frío para reducir su grosor posteriormente destemplada. Ésta posee mayor precisión en el grosor, calidad del acabado y mejor ductilidad que la chapa laminada en caliente. La mayoría de las carrocerías monocasco se fabrican con la chapa laminada en frío. (SCHARFF, y otros, 1999)

#### 2.2. Efecto de las fuerzas de impacto

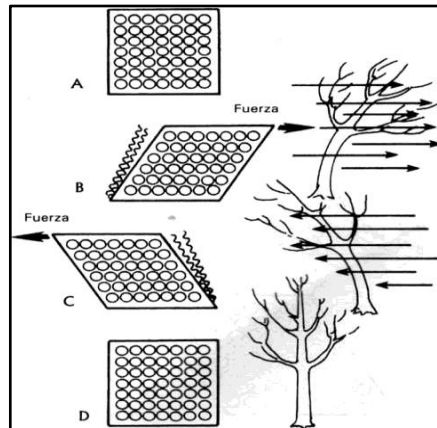
Según la configuración de los granos del metal se determina la reacción de este a una fuerza de impacto. Las propiedades de la chapa a la deformación son las siguientes: endurecimiento, deformación elástica y deformación plástica estas propiedades se relacionan con el límite de resistencia.

**2.2.1. Endurecimiento del metal.** Esto se produce cuando el metal alcanza su límite máximo de deformación plástica, de esta manera el metal se endurece en el área del pliegue; es importante comprender la manera en que el metal alcanza su rigidez. Se trata del concepto en que se basan las reparaciones de la carrocería.

**2.2.2. Deformación plástica.** Esta es la cualidad que permite que el metal se doble y adopte formas diferentes de la original, esto ocurre cuando un metal excede su límite elástico; debido a los cambios en la estructura granular.

**2.2.3. Deformación elástica.** Es la capacidad del metal de dilatarse y regresar a su forma original esta tendencia hace que sea necesario conocer la deformación elástica en los paneles averiados. Esta capacidad está presente en las áreas que se encuentren lisas aun cuando estas se hayan deformado ligeramente por las abolladuras. (SCHARFF, y otros, 1999)

Figura 1. Deformación elástica del metal



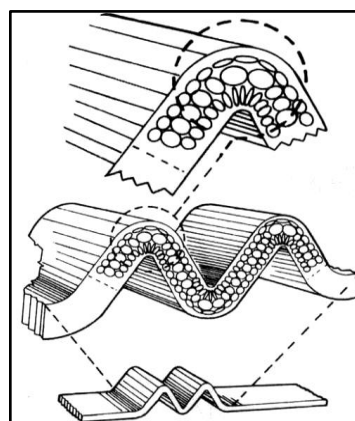
Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1

Las abolladuras que se producen en una colisión producen un endurecimiento en el área de impacto, cuando el técnico trabaja en el área afectada en frío, este produce más endurecimiento en el momento de enderezarla. Si la superficie se trabaja inadecuadamente esta se endurece haciendo más difícil el trabajo de enderezado.

Un técnico sin experiencia puede producir tal endurecimiento en el metal de manera que sea imposible su reparación sin dañar un poco la carrocería al enderezarlo.

Figura 2. Pliegues en la

chapa



Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1.pdf



## 2.3. Clasificación de los daños en la carrocería

Se debe analizar el área dañada con una serie de condiciones a tomar en cuenta estas son:

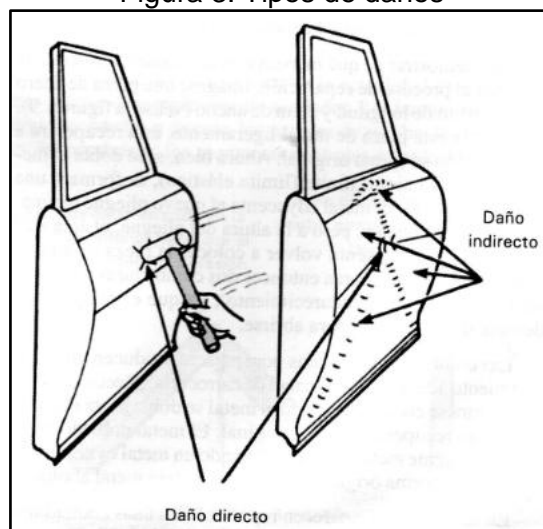
- Daño directo
- Daño indirecto
- Endurecimiento del material

**2.3.1. Daño directo.** Se trata del área en que se produjo el contacto directo con el objeto causante del impacto. Esto suele ser el 80% del daño total, este es el daño fácil de identificar como arañazos o fisuras.

Su reparación es limitada debido a que el metal utilizado en el panel es demasiado delgado para recuperarlo, para este tipo de daños directos se requiere la utilización de masillas plásticas y en algunos de los casos plomo para que los daños queden subsanados. (DUFFY, y otros, 1999)

**2.3.2. Daño indirecto.** Es causado por el impacto que es transmitido por la carrocería que actúan sobre la carrocería del monocasco a manera de fuerzas inerciales. Este daño es más difícil de identificar, la razón de esto es que se produce en cualquier parte del vehículo, este daño representa un 10 a 20% de los daños por colisión

Figura 3. Tipos de daños



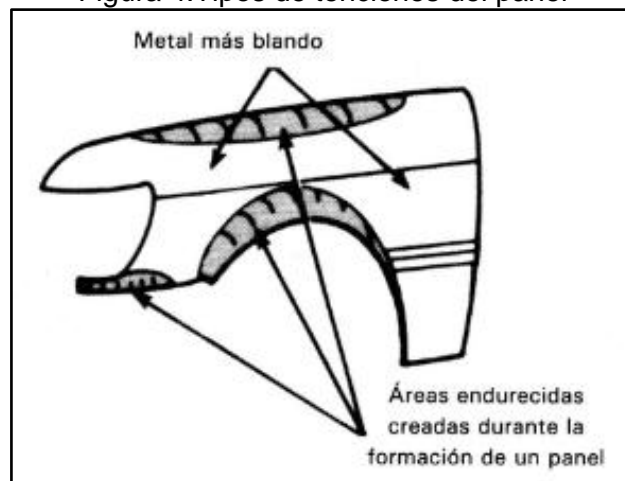
Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1.pdf

**2.3.3. Métodos básicos de chapistería.** Se debe realizar una inspección visual para determinar la orientación del impacto, al doblarse el metal se endurece debido a que la estructura granular ha sido modificada en otras palabras las partes relativamente planas son más blandas mientras que las partes dobladas han adquirido una dureza considerable. Estas áreas duras son más resistentes a los golpes, no obstante si sufren averías resulta más difícil de enderezar.

El metal liso es más propenso a sufrir daños durante el enderezado por lo que se debe utilizar técnicas correctas para evitar estropear estas áreas.

En la chapa del vehículo existen diversos grados de dureza que deben ser tomados en cuenta al momento de recibir un golpe, si se dobla ligeramente el metal este recuperará su forma pero si se excede el coeficiente de elasticidad se formará una combadura, el metal adyacente recuperará la forma pero a la altura del pliegue el metal está endurecido, si se intenta devolverle su forma original se formarán dos combaduras debido a que el metal está demasiado endurecido como para abrirse. (SCHARFF, y otros, 1999)

Figura 4. Tipos de tenciones del panel



Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1.pdf

## 2.4. Componentes de la pintura

La pintura es un producto sólido o líquido que se adhiere a un objeto cuando se lo aplica y al secarse produce una capa que protege, cubre y decora la superficie. La mayor parte de estas está hecha de pigmentos y thinners.

**2.4.1. Pigmentos.** Son polvos muy finos que le dan su color a la pintura. Los que se utilizan para fondos en metales protegen contra la corrosión, en las masillas rellenan las porosidades facilitando el lijado, presentan resistencia a la luz solar, humedad y demás condiciones de medio ambiente sin que este cambie su color. (CESVIMAP, 2010)

**2.4.2. Resinas.** Están formados por materiales como la nitrocelulosa, la acrílica, el poliuretano y otras disueltas en thinners, éstas pueden ser utilizadas para:

- Proteger el acabado contra el medio ambiente y el uso.
- Dar resistencia a la lluvia, luz solar y el rallado.
- Promover adherencia
- Evitar el agrietamiento.
- Darle brillo y tersura al acabado.
- Mantener unidos todos los componentes de la pintura.

**2.4.3. Solventes y diluyentes.** Son productos líquidos que sirven para:

- Facilitar la aplicación de las pinturas.
- Acelerar o retardar el secamiento según las necesidades del pintor.
- Posibilitar la obtención de acabados óptimos.
- Facilitar el lavado de los equipos de aplicación.

Éstos no deben contener metanol, bencol ni compuestos clorados deben regirse por la norma técnica colombiana 1102.

**2.4.4. Aplicación de pinturas.** Para obtener un acabado de excelente calidad se debe elegir los productos y ajustar los equipos, la forma de aplicación de pintura adecuada es: (Manual práctico repintado de vehículos, 2001)

Figura 5. Aplicación de pintura



Fuente: Autores

- Aplicación a pistola. Es indispensable ajustar el fluido de la pintura y la presión del aire para conseguir el abanico de aplicación correcto.

Una presión muy alta o muy baja repercute en pérdidas de pintura por rebote y un bajo rendimiento, también produce cascara de naranja, espolvoreo, bajo brillo y telaraña, una presión muy baja, crea capas demasiado gruesas que presentan un secado demasiado lento, pueden producir puntas de alfiler, chorreos, burbujas y fallas en el color.

Al momento de aplicar se debe mantener la pistola en ángulo recto con la superficie que se pinta y a una distancia de 20 a 25 centímetros cualquier desviación produce altos espesores, burbujas, espolvoreos.

La velocidad de aplicación debe ser uniforme y equidistante sin inclinar la pistola con movimientos de la mano o el codo. (CEAC, 2008)

Figura 6. Velocidad de aplicación



Fuente: Autores

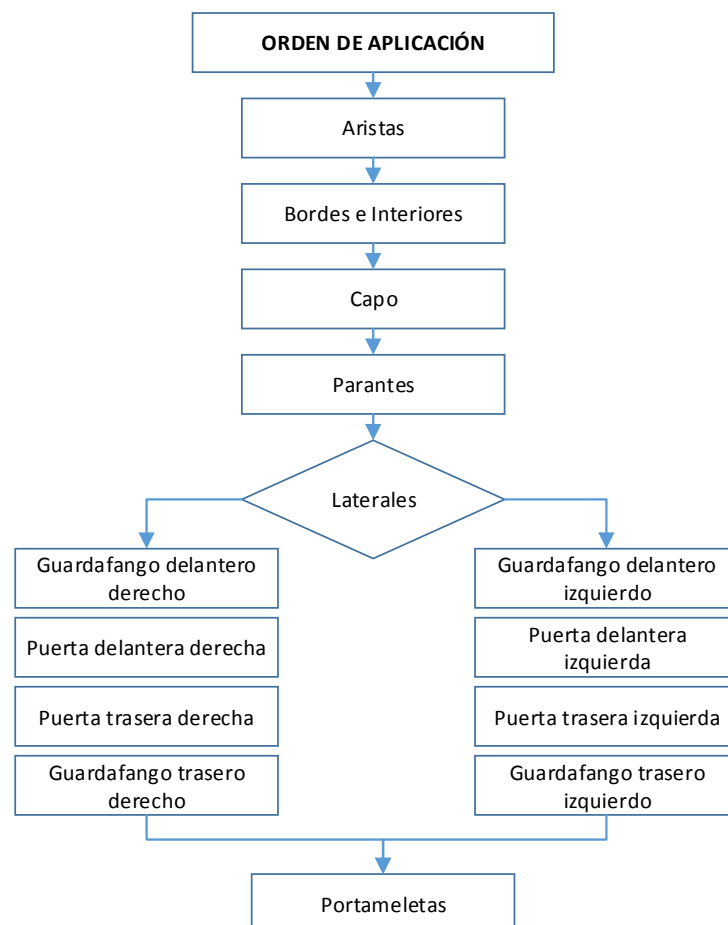
Al iniciar el movimiento antes de disparar la pintura y aflojar el gatillo se debe terminar la pasada, esto evita espesores excesivos en los empates de cada pasada.

Al volver a pasar se debe cubrir la mitad anterior para tener capas uniformes con el menor número de pasadas.

La pintura aplicada en una sola pasada se denomina capa sencilla mientras que dos pasadas equivalen a una capa doble, cuando se da una capa doble y la segunda capa se da en forma cruzada con relación a la anterior se lo conoce como capa cruzada. Las capas dobles mejoran el acabado dando más brillo, aumentan el espesor y reducen el espolvoreo.

Se debe tomar en cuenta el orden de la aplicación para un repinte completo del vehículo de manera que se eviten movimientos innecesarios, empates visibles y espolvoreos, de preferencia se debe empezar de la siguiente manera: (DOMÍNGUEZ, 2008)

Figura 7. Diagrama de proceso para el repinte



Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1.pdf

Los portamaletas, puertas y tapas del motor se pintan después de aplicar las primeras manos dejando las puertas abiertas para un correcto secado.

## 2.5. Tiempos de secamiento

Se debe secar después de cada pasada de pintura para dar tiempo a que el thinner se evapore totalmente.

Se debe tomar en cuenta las indicaciones del fabricante al momento de dejar secar la pintura así como también tomar en cuenta las condiciones ambientales del taller ya que estas afectan directamente en el acabado de la pintura. Así cuando el tiempo sea frío, húmedo, ventilado, se debe prolongar los tiempos de secado, por otra parte si la temperatura es alta y muy ventilado se debe dejar menos tiempo de secado. (DOMÍNGUEZ, 2008)

**2.5.1. Acondicionadores.** La función de estos es la de limpiar la superficie para la adhesión de los demás elementos del repinte. A continuación citamos algunos de los más utilizados:

- **Removedor.** Para remover pinturas deterioradas o incompatibles con las que se va a utilizar.
- **Pintóxido.** Se utiliza para eliminar el óxido en áreas donde no se puede retirar manualmente.
- **Acondicionador wash- primer.** Este se utiliza para que la base fondo tenga una buena adherencia así como anticorrosivos que se apliquen en superficies muy lisas como aluminios, cromados, niquelados, estaños, aceros demasiado pulidos. Siempre se debe colocar sobre este el anticorrosivo.
- **Primer acrílico para plásticos.** Se utiliza para que la pintura se adhiera sobre las superficies plásticas.

**2.5.2. Base - fondos.** Mejoran la adherencia de las pinturas y masillas garantizando un óptimo brillo y acabado ideal de los repintes estos se caracterizan por.

- Son fáciles de aplicar.
- Proporcionan excelente tersura con baja porosidad.
- Protegen la lámina de la corrosión.

- Excelente poder de relleno.
- Lijan fácilmente sin embotar la lija.
- Poseen óptima adherencia y durabilidad.
- No rechupan.
- Resisten el cuarteo.
- No dejan rayas.
- Secan rápidamente.

**2.5.3. Masillas.** Son utilizadas para corregir pequeñas grietas e imperfecciones no muy profundas en el metal y fibra de vidrio las características del proceso son:

- Resistencia al cuarteamiento.
- Buena adherencia.
- Alta durabilidad
- Buen poder de relleno.
- Facilidad de aplicación.
- Rápido secamiento
- Facilidad al lijar.

**2.5.4. Cómo enderezar abolladuras con el martillo y el tas.** Una abolladura menor se puede enderezar con la utilización del martillo y el tas alisando el metal en el sentido contrario al que se produjo el golpe, a medida que el metal se hunde se forman canales a los lados del punto de impacto estas protuberancias tienen tienden a ir decreciendo mientras se aleja del punto de impacto, tanto las protuberancias como los canales tienen áreas endurecidas que dependen de la magnitud del pliegue.

Para eliminar la abolladura se debe ir enderezando desde afuera en dirección al centro del impacto manteniendo firme el tas y utilizando un martillo de desabollado, la presión cede en esos puntos, el metal circundante regresará gradualmente a su posición original. (SCHARFF, y otros, 1999)

Figura 8. Enderezamiento de abolladuras

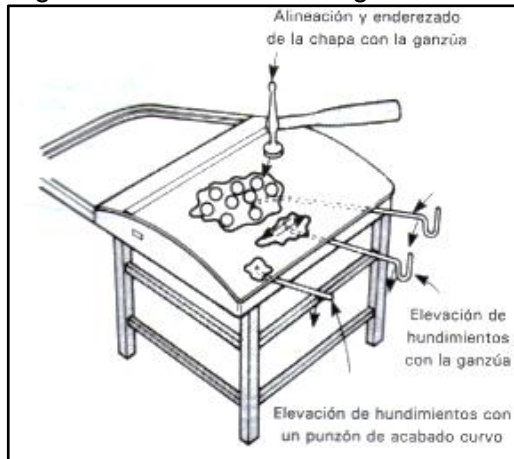


Fuente: Autores

**2.5.5. Desabollado con ganzúas.** Para levantar el metal utilizando herramientas puntiagudas se utilizan ganzúas, piquetas, el borde de un tas, para elevar una pequeña abolladura es recomendable no usar uno o dos golpes fuertes sino varios golpes suaves para devolverle su forma, una vez que se ha elevado la zona se debe usar una esmeriladora o lima para nivelar el área afectada.

Para ejercer palanca en las áreas de difícil acceso también se utiliza una ganzúa larga, un ejemplo de esto es la puerta de un vehículo, cabe introducir una ganzúa por un agujero de drenaje o uno ya existente eliminando la necesidad de quitar las molduras externas. (SCHARFF, y otros, 1999)

Figura 9. Desabollado con ganzúas



Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1



**2.5.6. Desabollado mediante tracción.** Con el uso de varias herramientas se puede tirar de las abolladuras tales como ventosas, martillos deslizantes varillas de tracción, tornillo de chapa y prensa de mano, pistolas de clavos.

Uno de los instrumentos más utilizados es el martillo deslizante debido a la complejidad de los paneles y el difícil acceso, dicha herramienta y una pieza en la punta o una ventosa, son utilizadas para reparar de manera rápida abolladuras simples

Figura 10. Desabollado con tracción



Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1

El martillo deslizante provisto de tornillo de chapa se emplea para abolladuras rebeldes, ante la ausencia de una pistola de clavos, los orificios se deben realizar en intervalos de 25mm a lo largo del pliegue inicial, es preferible usar un punzón para el orificio inicial de manera que deje más metal de el que se aferra el tornillo.

Se debe iniciar en el punto donde se encuentra el impacto, se rosca la pinta del tornillo se mantiene el mango en la otra mano y se desliza el peso hacia este.

Se elimina el pliegue gradualmente tirando con precaución de los agujeros, ahora diríjase al siguiente agujero tirando de la parte más profunda hacia los extremos, una vez que se haya realizado la operación en cada uno de los agujeros repita hasta que la superficie alcance su estado lo más próximo a lo normal. (SCHARFF, y otros, 1999)

La ventosa es utilizada para las abolladuras grandes y de no mucha profundidad, una vez adherida solo hace falta tirar de ella con la mano o si está montada en un martillo deslizante dar un golpe veloz.

Figura 11.Desabollado con ventosa



Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1

Existen ventosas de vacío las que cuentan con una fuente de energía aparte (bombas de vacío o compresores), para crear un vacío, esto aumenta la fuerza de tracción adhiriéndose fuertemente a la chapa eliminando abolladuras grandes u profundas. (SCHARFF, y otros, 1999)

**2.5.7. Extracción de abolladuras con espárragos.** Este es el método más habitual y avanzado para la extracción de abolladuras, consiste en una pequeña pistola que adhiere clavos o espárragos mediante soldadura a la abolladura, este sistema evita perforaciones en las chapa lo que evita posibles corrosiones en el futuro.

Una pistola de soldadura por pinto que adhiere espárragos en una fracción de segundo, de los que se puede tirar con un martillo deslizante o un gato hidráulico para eliminar las abolladuras, al finalizar se esmerila los espárragos.

El martillo deslizante es útil si se necesita una o dos clavijas para enderezar la chapa, se aplican golpes moderados con el martillo obligando a la abolladura a salir.

Figura 12.Extractores de espárragos



Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies /ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1

Si la abolladura requiere de varios espárragos se recomienda usar un gato hidráulico para su extracción, de esta manera se pueden sujetar varias clavijas a la vez con una mordaza grande una vez retirada la abolladura retire las clavijas esmerilando hasta que quede nivelado con el panel. (SCHARFF, y otros, 1999)

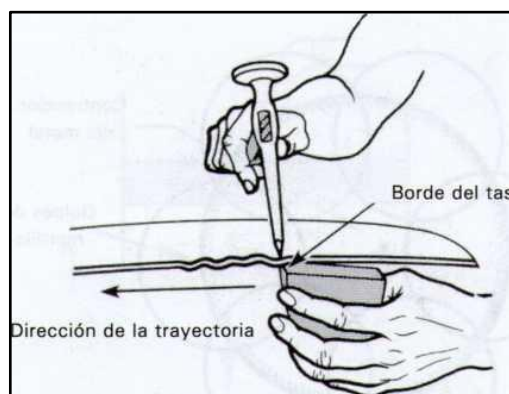
**2.5.8. Contraer abolladuras.** Para eliminar la tensión de un área afectada es necesario contraer el metal que se encuentra dilatado por el impacto, al momento de golpearla o tirar de ella la tensión puede persistir esto se produce porque el metal dilatado ya no encaja en el espacio destinado de la pieza y el material tenderá a pandearse hacia afuera o adentro.

No es recomendable rellenar con masilla plástica las imperfecciones, las vibraciones en carretera provocarán un ruido seco y que la masilla se cuartee o se caiga definitivamente. (CESVIMAP, 2010)

**2.5.9. Retorcimiento.** Es una práctica que se realiza con el martillo y el tas formando pliegues en el área dilatada con el fin de contraer la superficie dilatada, además de la utilización de calor para contraer el metal, el retorcimiento hunde el área por debajo de la superficie de la chapa para posteriormente rellenarla con masilla plástica luego lijarla y nivelarla. (SCHARFF, y otros, 1999)

Figura 13.Utilización

del tas



Fuente: carrocería del automóvil (reparación y embellecimiento de superficies  
/ROBERT SCHARFF—JAMES E. DUFFY tomo 1

**2.5.10. Contraer una estría.** Una estría se produce cuando una abolladura llega al punto de cuartear la chapa metálica, resulta necesario contraerlas para que la lámina recupere su tamaño normal de esta manera se puede empezar a repararla. Si solo se levantara la abolladura para luego rellenarla con masilla hará que esta se cuartee y termine por desprenderse. (SCHARFF, y otros, 1999)

El proceso para reparar una estría es el siguiente:

- Calentar el metal en el punto de la estría hasta que alcance el rojo vivo.
- Utilizar el martillo y el tas para levantar la zona mientras se mantiene caliente, de esta manera se eleva la tensión hinchándola y obligándola a recuperar su forma normal.
- Mientras el metal se encuentre caliente golpee con el martillo y el tas para bajar los pliegues que se forman en ambos lados de la ranura.
- Si es muy grande la estría el proceso se deberá repetir varias veces para lograr levantarla correctamente.

**2.5.11. Limar el área afectada.** Una vez que se ha enderezado la chapa es necesario utilizar la lima de carrocería para identificar irregularidades en el nivel de la chapa.

Se debe limar desde el área no afecta hacia ella hasta llegar al metal así se determina si el metal está correctamente plano.

Al momento de limar se debe hacerlo empujando hacia adelante y sosteniéndola por el asa, las pasadas deben ser lo más largas posibles, la presión y la dirección deben estar controladas por la mano que sostiene la lima por su parte delantera, para limar áreas relativamente planas la lima se debe sostener en un ángulo de 30 grados y empujar en línea recta, la trayectoria de la lima permite visualizar cualquier imperfección, de esta manera el técnico puede corregir las imperfecciones necesarias dejando la chapa lista para recubrirla con masilla plástica. (SCHARFF, y otros, 1999)

## **CAPÍTULO III**

### **3. PROCEDIMIENTO PREVIO PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EN BASE DE AGUA**

#### **3.1. Preparación de superficies**

Se lavó el vehículo para eliminar todo tipo de agentes contaminantes como:

- Grasa
- Polvo
- Partículas metálicas

- Basura
- Aceite
- Restos de animales
- Plantas

Figura 14. Lavado del vehículo



Fuente: Autores

### 3.2. Determinación del estado del vehículo

El vehículo marca Land Rover modelo Hard Top, en sus condiciones iniciales presentó daños altos en su carrocería producidos por años de abandono a la intemperie y varias colisiones.

Figura 15. Condiciones iniciales del vehículo



Fuente: Autores

### 3.3. Método químico para eliminar la pintura deteriorada

Se utilizó removedor de pintura para quitar toda la pintura del vehículo.

Figura 16. Removedor de pintura



Fuente: Autores

**3.3.1. Método de aplicación del removedor.** El procedimiento a seguir fue el siguiente:

- Enmascarado. Se cubrió cauchos, vidrios y superficies plásticas de todo el vehículo para evitar su deterioro por el ácido.

Colocación del equipo de seguridad.

- Guates
- Gafas
- Mascarilla
- Overol plástico
- Zapatos de protección

Figura 17. Equipo de protección personal



Fuente: Autores

- Aplicación del agente removedor. Se procedió a aplicar pieza por pieza el agente químico en forma unidireccional esperando de 15 a 20 minutos para retirar el producto con la utilización de una espátula y guaípe metálico.

Figura 18. Aplicación del agente removedor



Fuente: Autores

### 3.4. Lijado

Con la utilización de equipo de lijado y varias lijas de grano 100, se preparó la superficie del metal lijando de forma unidireccional para identificar los golpes imperceptibles.



Figura 19. Lijado de las superficies



Fuente: Autores

### 3.5. Reparación de abolladuras leves

Las abolladuras pequeñas que mostraba el vehículo se las enderezó con la ayuda de un martillo y un estampe así como también de un spoter.

Figura 20. Reparación de abolladuras



Fuente: Autores

**3.5.1. Preparación de la superficie reparada.** Una vez que se ha enderezado lo más posible el área donde se encontraba las abolladuras se procede a lijar con la ayuda de una lija de grano 100, posterior a esto el área es limpiada con desengrasante eliminando residuos de grasa dejándolo listo para la aplicación de la masilla.

Figura 21. Superficie preparada



Fuente: Autores

### 3.6. Reparación de daños por oxidación.

Las áreas que muestran óxido en el vehículo deben ser lijadas totalmente eliminando por completo el óxido y de ser necesario reemplazar el área con una nueva pieza metálica.

Figura 22. Áreas oxidadas de la carrocería



Fuente: Autores

**3.6.1.** *Preparación del área afectada por óxido superficial.* Se preparó el área con la ayuda de una lija de grano 220, eliminando los restos de óxido que pudiesen haber quedado, se limpió el área con anticorrosivo retirando completamente los vestigios de corrosión.

Figura 23. Oxidación superficial



Fuente: Autores

**3.6.2.** *Aplicación de la masilla sobre la superficie afectada por el óxido.* La masilla se aplica directamente sobre el metal tratado con anticorrosivo en una cantidad adecuada con ayuda de una espátula para masilla.

Figura 24. Aplicación de la masilla sobre la superficie oxidada



Fuente: Autores

**3.6.3.** *Reemplazo y relleno de la zona oxidada.* En las superficies grandes deterioradas totalmente por la corrosión se recurre al reemplazo de la pieza metálica del mismo material y grosor del área afectada.

Se fabricó un parche metálico del mismo material que el panel original, la unión fue reforzada con puntos de suelda.

Figura 25. Reemplazo de la zona oxidada



Fuente: Autores

**3.6.4. Concluir la reparación del área oxidada.** Terminado el reemplazo se pule el perímetro soldado con una moladora y disco de desbaste para luego aplicar una capa de masilla cubriendo el área en su totalidad restituyéndola a su forma original.

Figura 26. Superficie oxidada terminada



Fuente Autores

## CAPÍTULO IV

### 4. DIAGNÓSTICO DE DAÑOS MAYORES PRODUCIDOS POR COLISIÓN

#### 4.1. Determinación visual de la magnitud del daño por impacto.

Mediante una inspección visual del vehículo se determinó que el grado de deformación de las piezas frontales laterales y posteriores era bajo, razón por la cual fue factible enderezar las piezas evitando el reemplazo.

Figura 27. Inspección del impacto



Fuente: Autores

#### 4.2. Revisión de la holgura y el encastre de la pieza.

Se comprobó la alineación de las puertas laterales y trasera del vehículo abriendo y cerrando las puertas observando su alineación y movimiento, con el paso del tiempo las bisagras suelen desgastarse y las puertas tienden a descolgar esto por lo general ocurre en la puerta del conductor que tiene un uso más frecuente.

El encastre de las puertas puede verse afectado por la flexibilidad de la carrocería

Figura 28. Encastre en puertas laterales



Fuente: Autores

Figura 29. Encastre puerta posterior



Fuente: Autores

#### 4.3. Revisión de averías en el habitáculo

Se encontró deterioro producido por corrosión en las partes metálicas, daños en los plásticos y la tapicería.

Figura 30. Habitáculo del vehículo



Fuente: Autores

#### 4.4. Equipos y herramientas de enderezado.

- Spoter
- Porto
- Tecles
- Tragacables
- Kit de estampes y martillos
- Suelda MIG
- Suelda oxiacetilénica

Figura 31. Spoter y tecele



Fuente: Autores

Figura 32. Kit de estampes, martillos y porto



Fuente: Autores

Figura 33. Suelda MIG, eléctrica y oxisuelda



Fuente: Autores

#### 4.5. Técnicas de enderezado y realineación.

Se utilizó el templado unidireccional para las deformaciones que se encontró en la carrocería.

Figura 34. Templado de carrocería



Fuente: Autores

Figura 35. Utilización de spoter



Fuente: Autores

#### 4.6. Desmontaje de las piezas.

Fue necesario retirar el capot y la compuerta posterior, de manera que se facilite la restauración de las mismas.



Esto facilita la extracción de abolladuras que se encuentran en lugares de difícil acceso, con esto se asegura restaurar la chapa metálica lo más próximo a su estado original

Figura 36. Desmontaje de elementos del habitáculo



Fuente: Autores

#### 4.7. Enderezado de daños en la parte frontal del vehículo

Se corrigió las abolladuras en los guardafangos, capot, bumper, con la ayuda de los componentes del porto y juego de martillos y estampes, reduciendo las abolladuras en la diferentes piezas, todo esto con el fin de regresar a su estado original.

Figura 37. Enderezado de daños



Fuente: Autores

#### 4.8. Enderezado de la parte posterior

Se retiró las lunas posteriores del vehículo para enderezar las abolladuras que existían en ésta.

Figura 38. Parte posterior abollada



Fuente: Autores

#### 4.9. Enderezado de daño lateral

Se extrajo los golpes que se mostraban en las puertas, paneles laterales del cajón y estribos.

Figura 39. Enderezado de daño lateral



Fuente: Autores

#### 4.10. Eliminación de tensiones

Las tensiones existentes en las abolladuras del vehículo se eliminaron con la técnica de templado del metal realizando ventosas con la suelda oxiacetilénica.

Figura 40. Eliminación de tensiones



Fuente: Autores

## **CAPÍTULO V**

### **5. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE MASILLA DE RELLENO EN LA CARROCERÍA.**

#### **5.1. Preparación de la superficie para relleno**

El área en que se va a aplicar la masilla de relleno debe ser pulida totalmente con lija de grano 100, posterior a esto se limpia el metal con un paño empapado en desengrasante para eliminar residuos de grasa que afectan a la adherencia de la masilla.

#### **5.2 Tipos de masilla de carrocería**

Las masillas utilizadas son:

- Masilla plástica. presenta una excelente adherencia en el metal y por su composición evita que se formen porosidades que alteran el acabado además de ser muy dúctil y fácil de aplicar.

Tabla 1. Datos técnicos de la masilla plástica

<b>Datos técnicos</b>	
<b>UNIPLAST PU-355</b>	
<b>Uso</b>	Aluminio, galvanizado, fibra de vidrio y plástico automotrices.
<b>Características</b>	Puede ser aplicada en gruesas o finas capas, rápido secado. Estructura fina que permite facilidad de lijado con excelente resistencia al calor, puede ser llevada cámara horno, para secado del conjunto ya pintado.
<b>Composición básica</b>	Resina poliéster, pigmentos inorgánicos cargas inertes y aditivos.
<b>Catalizado</b>	Hasta 3 en volumen.
<b>Vida útil de la mezcla</b>	3 a 4 minutos.
<b>Secado</b>	15 a 30 minutos

Fuente: <http://www.pinturasunidas.com/masillas-plasticas>

Figura 41. Masilla plástica



Fuente: Autores

- Masilla poliéster. Es de fácil lijado, mejor compactación, fácil aplicación, excelente adherencia, secado rápido y sirve para corregir leves imperfecciones que deja la masilla plástica.

Tabla 2. Datos técnicos de masilla poliéster

<b>Datos técnicos</b>	
<b>UNIPLAST PU-7000</b>	
<b>Uso</b>	Corregir defectos en lámina como hendiduras, huellas de escofina, rayas de lijado
<b>Especificaciones</b>	Viscosidad de presentación: 45 - 55 Segundos % Sólidos: 85 - 95% Densidad: 5.4 - 5.6 Kilos por galón
<b>Preparación del producto</b>	Masilla Poliéster IXELL 99 - 96% Endurecedor Masilla Poliéster IXELL 1 - 4%

<b>Vida útil de la mezcla</b>	5 a 7 minutos
<b>Secado</b>	El tiempo de secado depende de las condiciones ambientales, la concentración del catalizador y el espesor de la masilla aplicada; oscila entre 15 – 20 minutos

Fuente: <http://www.pinturasunidas.com/masillas-plasticas>

Figura 42. Masilla poliéster



Fuente: Autores

- Masilla correctora. No necesita catalización, fácil lijado, es resistente al agua, posee una buena capacidad de relleno, esta se aplica directamente en las pequeñas fisuras que puedan presentarse en la imprimación en el acabado previo a la pintura.

Tabla 3. Datos técnicos masilla correctora

<b>Datos técnicos</b>	
<b>MASILLA POLIURETANO 2K</b>	
<b>Uso</b>	Se recomienda para corregir imperfecciones que se observan en el repintado de automóviles.
<b>Especificaciones</b>	Densidad: 5.24 Kilos por galón
<b>Catalización</b>	Viene listo para usarse.
<b>Aplicación</b>	Espátula
<b>Secado</b>	Secado al tacto: 10 minutos Secado Duro: 30 minutos Repintado: 1 hora

Fuente: <http://www.pinturaspopular.com/index.php>

Figura 43. Pasta correctora



Fuente: Autores

## 5.2. Mezclado de la masilla

Se preparó la masilla en una canalización de 20: 1, es decir 20 partes de masilla y una de catalizador hasta obtener una pasta suave, libre de grumos de manera que alcance un color rosa pálido y la consistencia adecuada para asegurar su adherencia.

Una masilla mal mezclada puede generar los siguientes problemas:

- Aparición de pegotes durante la aplicación de la masilla.
- Secado lento y deficiente.
- Consistencia gomosa durante el lijado.
- Biselado pobre.
- Superficie muy pegajosa.
- Aparición de vejigas y levantamientos.
- Adhesión deficiente.
- Formación abundante de picaduras.

Figura 44. Preparación de la masilla



Fuente: Autores

## 5.3. Aplicación de la masilla plástica

Preparada la superficie la aplicación de la masilla se hace cuanto antes en una superficie totalmente limpia y bien lijada se debe aplicar una capa fina y compacta. Apretando la masilla firmemente contra la superficie sobre los arañazos de lija para maximizar la unión con la ayuda de una espátula para masilla, de lo contrario será difícil aplicar una capa lisa de masilla sobre el área que se va a reparar; colocando una cantidad adecuada que cubra las imperfecciones en un movimiento firme y controlado una masilla irregular requiere más tiempo a la hora de lijarla, la espátula debe moverse sobre el área de manera que ésta adquiera el mismo contorno que la pieza. Cuando la masilla se ha secado por completo, se puede aplicar capas adicionales para mejorar el aspecto del área de reparación hasta obtener la forma deseada, es necesario esperar que cada capa se asiente antes de aplicar la siguiente.

Si se aplica una gran cantidad de masilla sobre el área afectada sin antes esparcir una capa fina y compacta sobre la zona, la unión será deficiente y aparecerán picaduras. Se debe evitar que la humedad se deposite sobre el área a reparar, en el caso de que el taller esté demasiado húmedo por condiciones climáticas el área a masillar debe estar completamente seca para asegurar su adherencia. Este producto se caracterizan por:

- Buen poder de relleno.
- Facilidad de aplicación.
- Rápido secamiento.
- Facilidad al lijar.
- Resistencia al cuarteamiento.
- Buena adherencia.
- Alta durabilidad.



Figura 45. Aplicación de la masilla



Fuente: Autores

#### 5.4. Aplicación de la masilla sobre la superficie afectada por el óxido

La masilla se aplica directamente sobre el metal tratado con anticorrosivo en una cantidad adecuada que cubra el área afectada con ayuda de una espátula para masilla.

Figura 46. Masillado sobre área oxidada.



Fuente: Autores

## 5.5. Lijado de la masilla

Una vez que la masilla se aplicó sobre el área afectada se desbasta con disco de lija para facilitar la adherencia del repinte para que sea durable, y segundo, conseguir un acabado final atractivo. Existen tres formas para hacerlo:

Manualmente para superficies curvadas o con perfiles, se colocó directamente la mano sobre el papel de lija, y se apunta siempre en la dirección que se va a lijar para evitar rayas profundas. Este trabajo se hizo suavemente, en trayectos cortos y siguiendo la curvas o perfiles de la superficie. Demasiada presión embota el papel de lija y ocasiona rayas o arrugas.

El lijado también se hizo con la ayuda de un taco de lijado plano del tamaño de un cuarto de hoja de papel de lija. Este método es ideal para superficies planas y tiene la ventaja de eliminar la tendencia a seguir las curvas que presentan defectos pequeños de las pinturas antiguas.

Por último, se lijó en seco con máquina neumática recomendada para partes planas o ligeramente curvadas. Aunque estas máquinas no eliminan el procedimiento manual economizan tiempo y esfuerzo.

El lijado se hizo suavemente, con una lija de hierro número 4 facilitando la remoción del exceso de material. Luego de este proceso se aplicó el degrade de lijado partiendo del uso de la lija de grano 100 hasta llegar a la lija de grano 220 para luego de esto aplicar la imprimación. Los residuos se retiran con abundante aire a presión.

Figura 47. Lijado de masilla



Fuente: Autores

## **CAPÍTULO VI**

### **6. ADAPTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE COMPARTIMIENTOS PARA EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

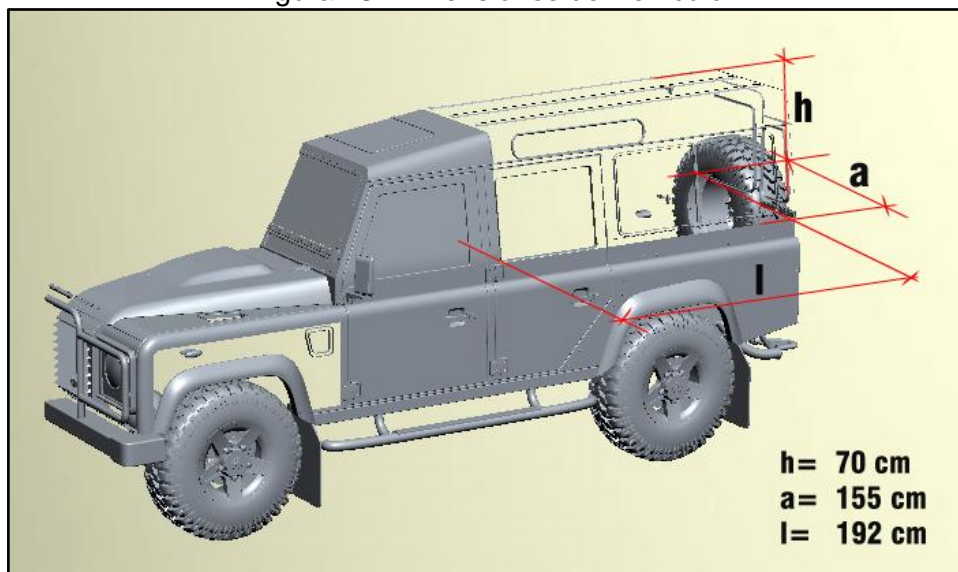
#### **6.1 Diseño de la estructura**

Realizado el mantenimiento correctivo de la carrocería tomamos la mediadas del balde de la camioneta de esta manera con la ayuda del software de diseño solidworks procedimos a realizar los planos necesarios para seguir un orden de construcción.

**6.1.1 Dimensiones del vehículo.** De acuerdo a las medidas originales del vehículo, se buscará proyectar las dimensiones referenciales que durante el desarrollo del diseño permitirá realizar el prototipo de taller móvil.

Al momento de obtener las medidas del vehículo, tenemos que dimensionar el espacio interior ya que esto permitirá realizar una mejor distribución de los espacios, gabinetes y así maximizar la utilidad del espacio disponible.

Figura 48. Dimensiones del vehículo

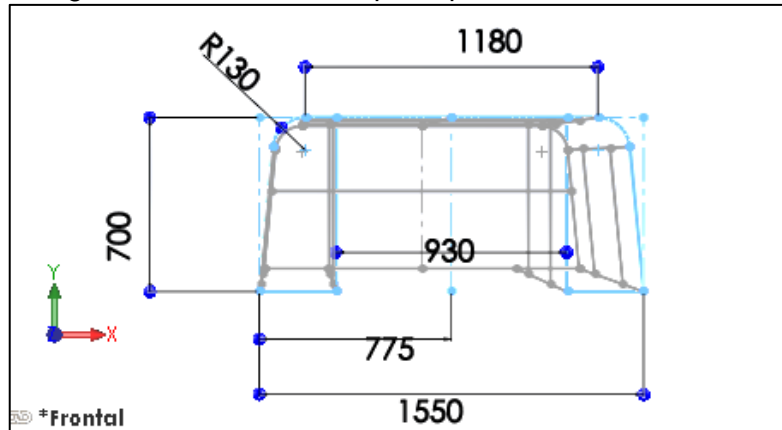


Fuente. Autores

**6.1.2 Diseño de la carrocería.** En cuanto al diseño de la estructura, se determinaron las posibles medidas interiores y exteriores básicas del taller móvil, estas dimensiones no serán las definitivas debido que en el transcurso del proyecto deberemos realizar modificaciones que mejoraran tanto en funcionalidad como en la estética.

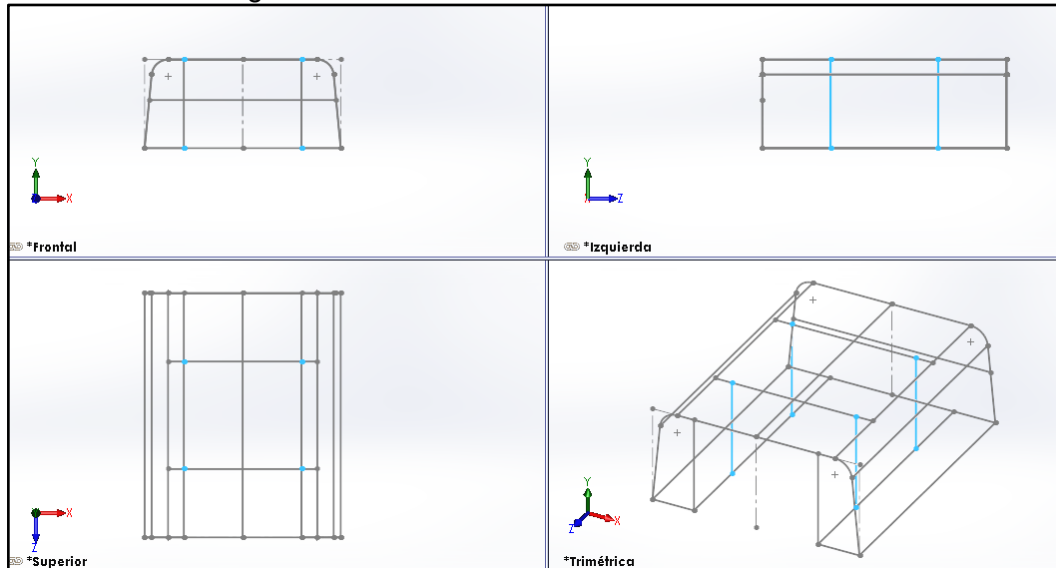
Las medidas de la parte posterior del taller móvil se determinaron en base a modelos existentes de autos de la misma marca con carrocería, se diseñó en una estructura alámbrica en solidworks con croquis 3d, consta de la siguiente forma que a su vez añade elementos estructurales como barras laterales, arcos de seguridad que permitirán en caso de accidente, vuelco o choque sirvan como protección para la integridad del vehículo como sus ocupantes.

Figura 49. Medidas de la parte posterior del taller móvil



Fuente: Autores

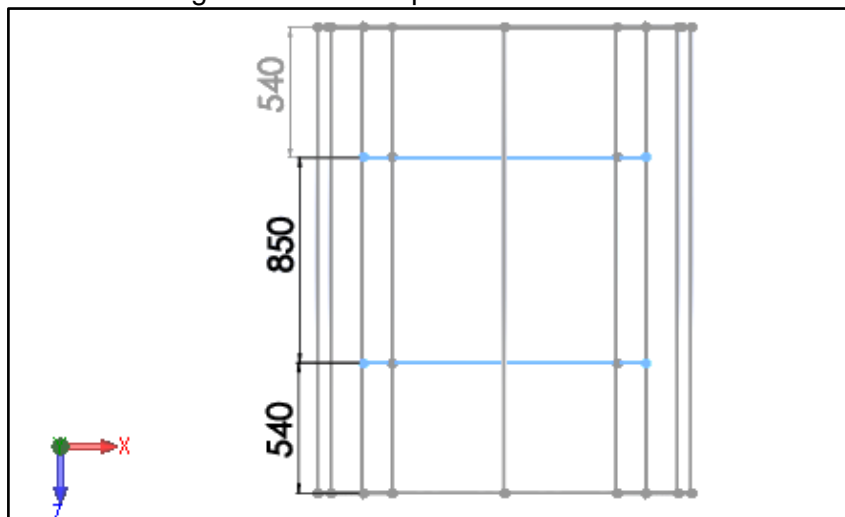
Figura 50. Vistas de la estructura del taller móvil



Fuente: Autores

De la vista superior se puede apreciar la longitud total que tendrá la estructura del taller móvil.

Figura 51. Vista superior de la estructura

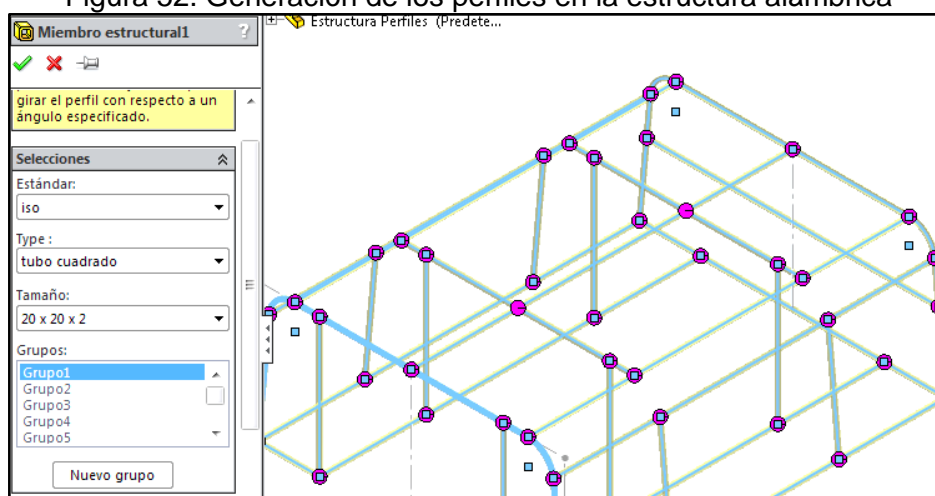


Fuente: Autores

**6.1.3 Modelado de la estructura.** A partir de las dimensiones generales del vehículo, dimensiones externas y compartimentos que se realizarán, se procede a modelar la estructura con la ayuda del complemento de piezas soldadas del software solidworks, incorporando a las líneas perfiles metálicos que conformarán el armazón del taller móvil.

La carrocería se diseña en tubo cuadrado de 20x20x02, para la generación de la estructura se utiliza la herramienta de miembro estructural de solidworks, añadiendo el perfil a cada uno de los grupos de la estructura para posterior estudio con la ayuda del complemento de análisis en solidworks.

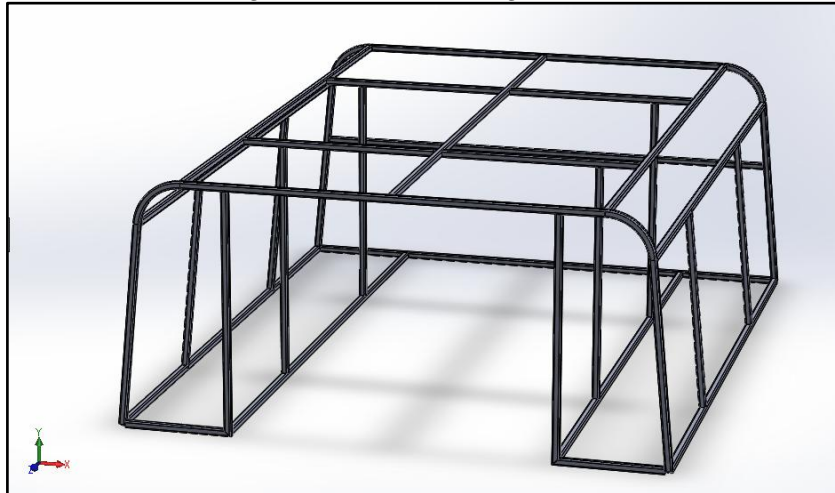
Figura 52. Generación de los perfiles en la estructura alámbrica



Fuente: Autores

Después de aplicar todos los perfiles al croquis 3d, el resultado obtenido es el siguiente.

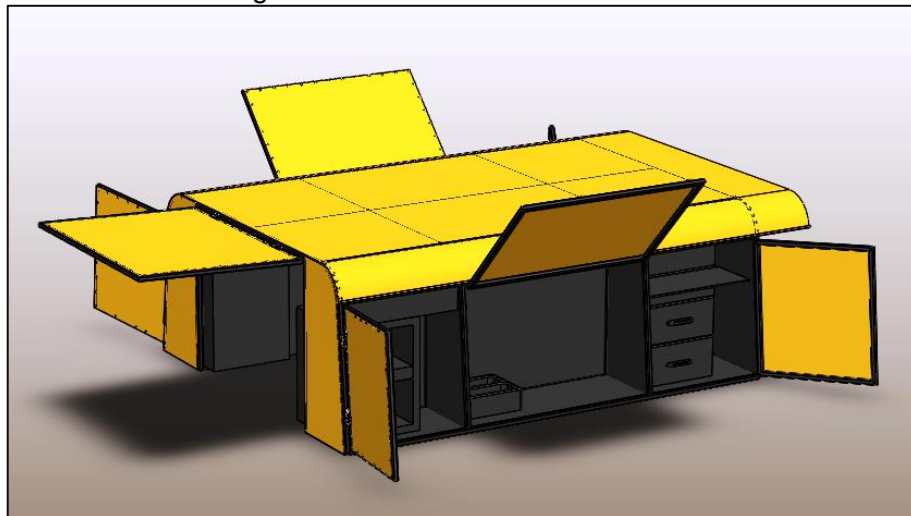
Figura 53. Estructura generada



Fuente: Autores

Realizado la estructura de perfiles se procede a diseñar las puertas de los gabinetes de herramientas y a recubrir la estructura con plancha metálica siguiendo las líneas del vehículo a reconstruir.

Figura 54. Estructura del taller móvil



Fuente: Autores

**6.1.4 Materiales.** Para la construcción y diseño de la estructura se seleccionó perfiles estructurales protegidos contra la corrosión que cumplan con la normativa NTE INEN, se utilizó un perfil de tubo estructural de acero cuadrado de 2cm de ancho por 2 mm de espesor.

Tabla 4. Características del acero estructural ASTM A500

<b>Característica</b>	<b>Unidades</b>	<b>USD</b>
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	7,870
Coefficiente de Poisson	GPa	200,000
Módulo de Young	su	0,290
Coefficiente de Elasticidad	MPa	350,00
Límite de elasticidad	Mpa	420,00
Conductividad Térmica	W/(mK)	52,000
Expansión Lineal	Su/c	0,0000120
Calor Específico	J/(kgK)	0,486

Fuente: NTE INEN 2415, Tubos de acero al carbono soldados para aplicaciones estructurales y usos generales. Requisitos, 2009

**6.1.5 Análisis estructural.** El análisis estructural permite simular con un software las diferentes condiciones que estará sometido la estructura, con los resultados obtenidos se verificará el diseño y la integridad de la carrocería en las diferentes circunstancias de trabajo.

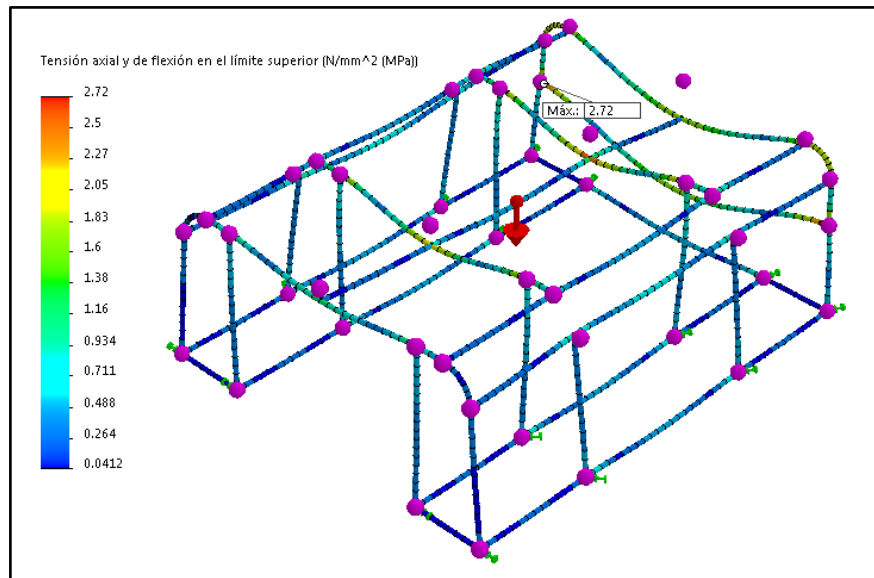
En el análisis para asegurar la integridad física en caso de diferentes condiciones, se ha considerado en caso de impacto lateral y superiores que en caso de accidente deberá soportar la estructura, en el cual se determinarán y analizarán los resultados de tensiones, deformaciones y nos indicara un factor de seguridad.

**6.1.5.1 Peso propio de la estructura.** El software SolidWorks en la opción de propiedades físicas calcula automáticamente la masa, volumen, área de superficie, centro de masa y momentos de inercia, esta carga del peso propio va aplicada en el centro de gravedad de la estructura e incide en todos los miembros de la misma, misma que se le designa como carga "G".

En la figura se muestra el efecto de la aplicación de la carga G sobre la estructura en referencia al propio peso, la escala de deformación es sobredimensionada para poder apreciar de manera más clara dicho efecto.



Figura 55. Efecto de la carga G sobre la estructura



Fuente: Autores

**6.1.5.2 Carga de impacto superior.** La estructura según las normas INEN 1323 y el reglamento de la FAU, habrá de soportar en caso de impacto una carga superior igual a una aceleración igual a 2g.

(1)

$$Fs = m * a$$

$$Fs = 212,35kg * 2(9,81m/s^2)$$

$$Fs = 4166,307 N$$

Dónde:

*Fs = Carga aplicada en impacto superior*

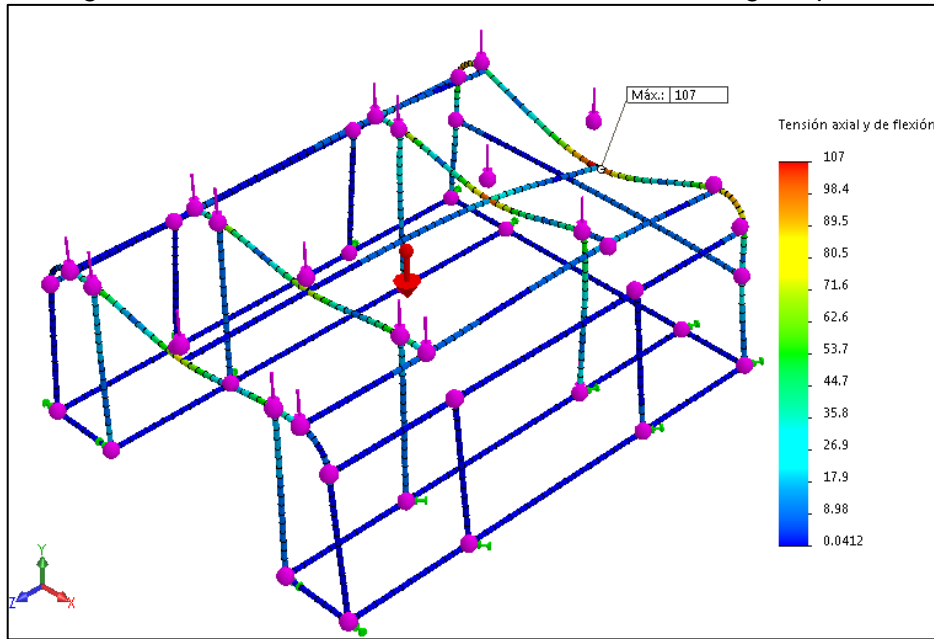
*m = masa total*

*a = aceleración*

Con los datos calculados se procede a realizar la simulación en el software, la carga se aplica en la dirección vertical Y en los nodos que correspondan a la parte superior de la estructura.

En la figura se muestra el esfuerzo axial frente a la carga de impacto superior donde el valor máximo es de 107 MPa

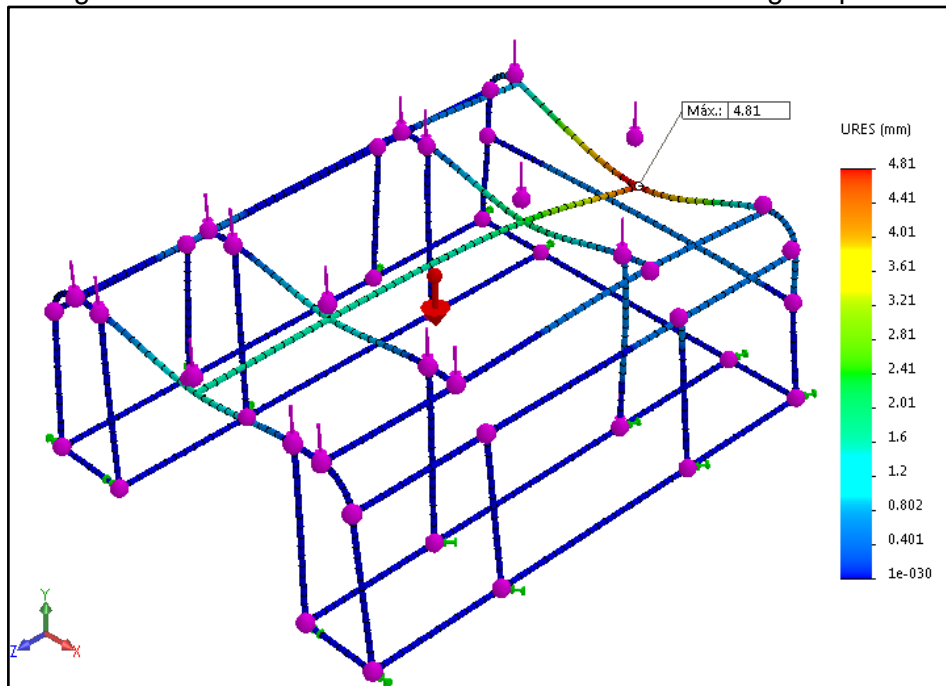
Figura 56. Tensiones en la estructura debido a la carga superior



Fuente: Autores

En la figura se muestra la deformación total debida a la carga superior de la estructura, con una deformación máxima de 4,81 mm sobre el techo.

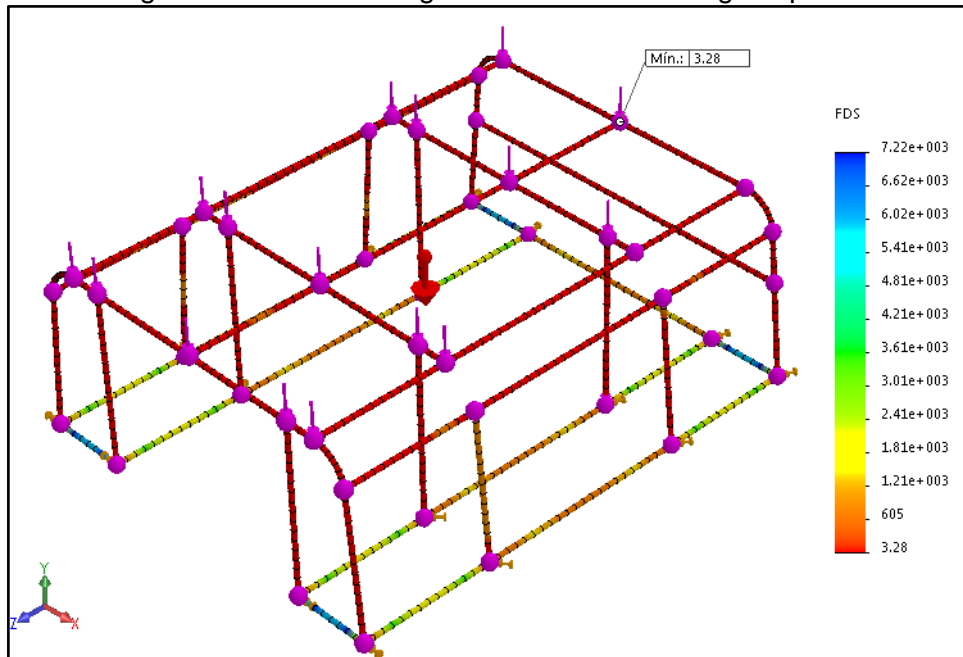
Figura 57. Deformación de la estructura debido a la carga superior



Fuente: Autores

En la figura se presenta el factor de seguridad mínimo debido a la carga, donde el factor mínimo es de 3,28.

Figura 58. Factor de seguridad debido a la carga superior



Fuente: Autores

Los resultados se muestran en la siguiente tabla debido a la carga superior de impacto.

Tabla 5. Resultados debido a la carga superior

<b>Deformación Máxima</b>	<b>Esfuerzo Axial</b>	<b>Factor de seguridad</b>
4,81 mm	107 MPa	3,28

Fuente: Autores

Al analizar los resultados de la carga aplicada sobre el techo se observa una deformación máxima de 4,81 mm; cuyo valor se encuentra en valor establecido en la norma, además el esfuerzo de 107 MPa calculado indica que el material de estructura no presenta mayor riesgo, ya que el valor de fluencia del acero ASTM A500 es de 350 MPa, el factor de seguridad de 3,28 es alto en la estructura concluyendo que el diseño es seguro.

**6.1.5.3 Carga de impacto lateral.** La estructura según las normas INEN 1323 y el reglamento de la FAU, habrá de soportar en caso de un impacto lateral igual a una aceleración igual a 4g.

(2)

$$Fl = m * a$$

$$Fs = 212,35kg * 4(9,81m/s^2)$$

$$Fs = 8332,614 N$$

Dónde:

*Fl = Carga aplicada en impacto lateral*

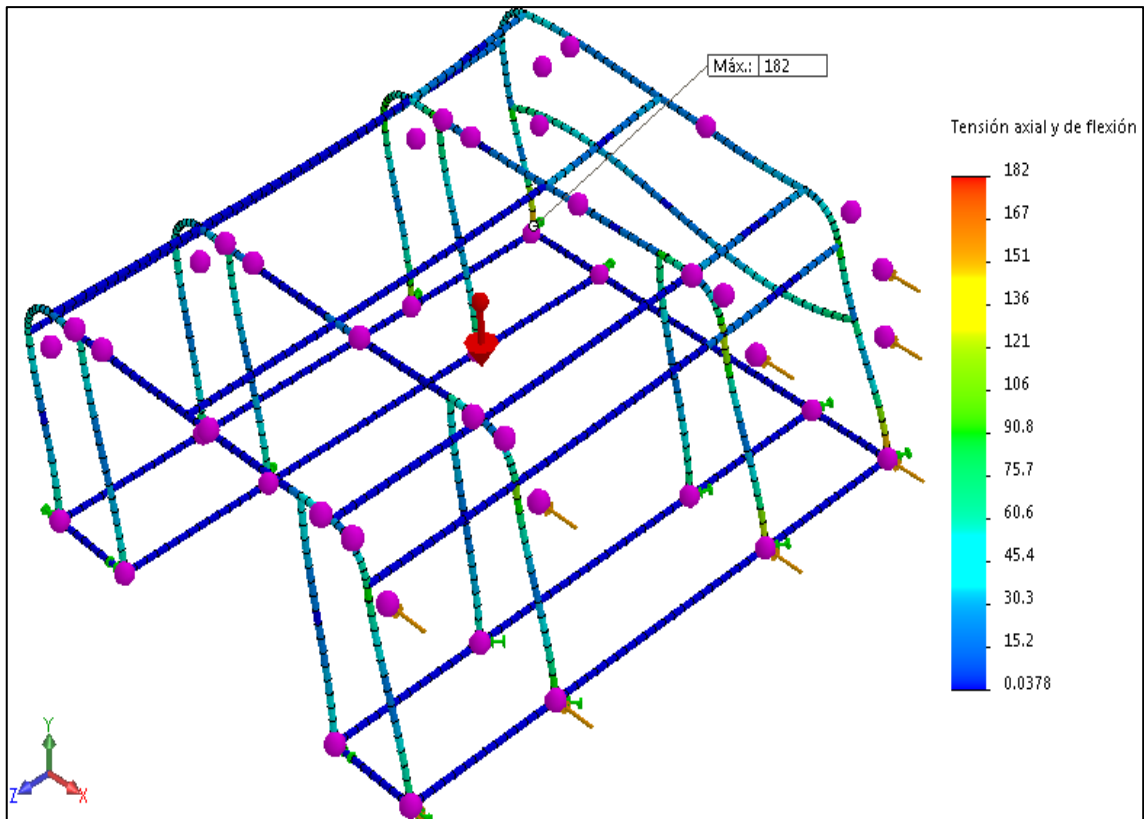
*m = masa total*

*a = aceleración*

Con los datos calculados se procede a realizar la simulación en el software, la carga se aplica en la dirección X en los nodos que correspondan a la parte lateral de la estructura.

En la figura se muestra el esfuerzo axial frente a la carga en caso de un impacto lateral donde el valor máximo es de 182 MPa.

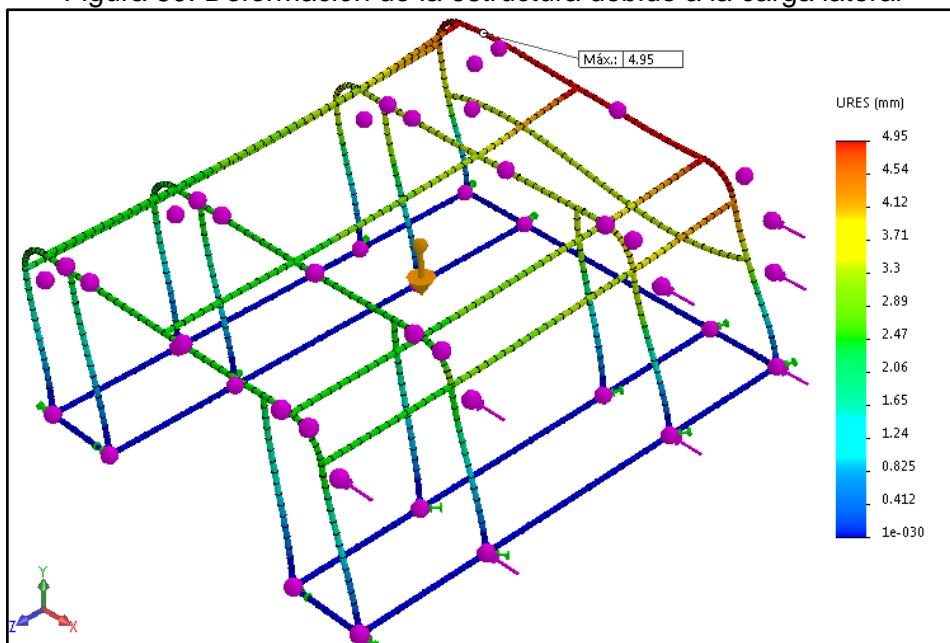
Figura 59. Tensiones en la estructura debido a la carga lateral



Fuente: Autores

En la figura se muestra la deformación total debida a la carga lateral de la estructura, con una deformación máxima de 4,95 mm sobre el techo.

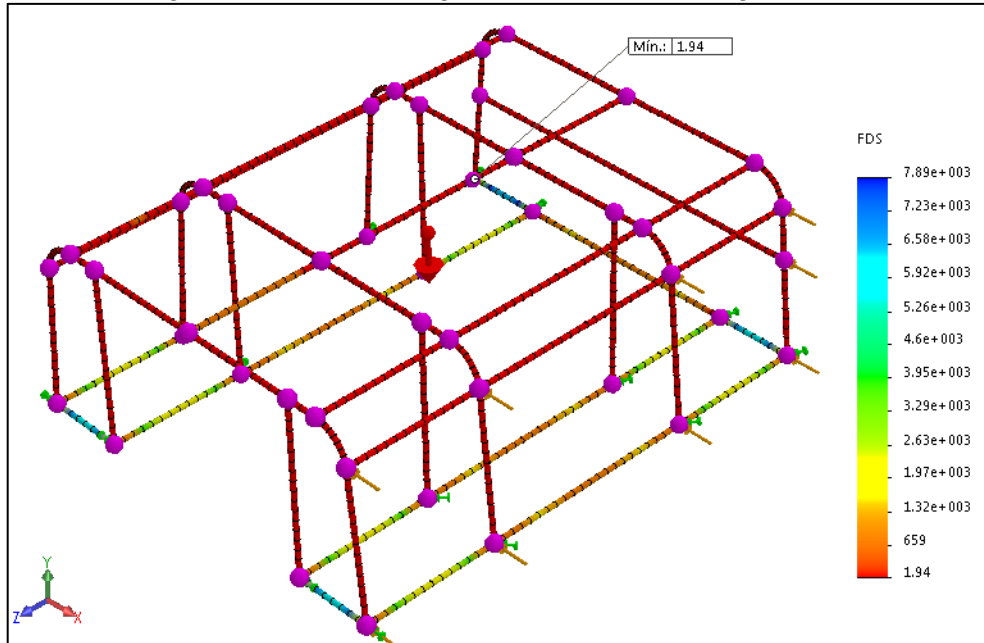
Figura 60. Deformación de la estructura debido a la carga lateral



Fuente: Autores

En la figura se presenta el factor de seguridad mínimo debido a la carga lateral, donde el factor mínimo es de 1,94.

Figura 61. Factor de seguridad debido a la carga lateral



Fuente: Autores

Los resultados se muestran en la siguiente tabla debido a la carga lateral en caso de impacto.

Tabla 6. Resultados debido a la carga lateral

Deformación Máxima	Esfuerzo Axial	Factor de seguridad
4,95 mm	182 MPa	1,94

Fuente: Autores

Al analizar los resultados de la carga aplicada en caso de impacto lateral se observa una deformación máxima de 4,95 mm; cuyo valor se encuentra en valor establecido en la norma, además el esfuerzo de 182 MPa calculado indica que el material de estructura no presenta mayor riesgo, ya que el valor de fluencia del acero ASTM A500 es de 350 MPa, el factor de seguridad de 1,94 que se encuentra dentro del rango de seguridad, concluyendo que la estructura tiene un diseño seguro.

**6.1.5.4 Carga sobre el techo.** La estructura según la normativa INEN 1323 deberá soportar una carga estática sobre el techo igual al 50% del peso máximo admisible para el chasis, sin experimentar deformación admisible que supere los 70mm.

El peso máximo admisible para vehículos similares es de 1700 kg en referencia a este valor se realizará el análisis estructural.

$$Ft = m * a \quad (3)$$
$$Ft = \frac{1700kg}{2} * 9,81m/s^2$$
$$Ft = 8338,5 N$$

Dónde:

$Ft =$  Carga sobre el techo

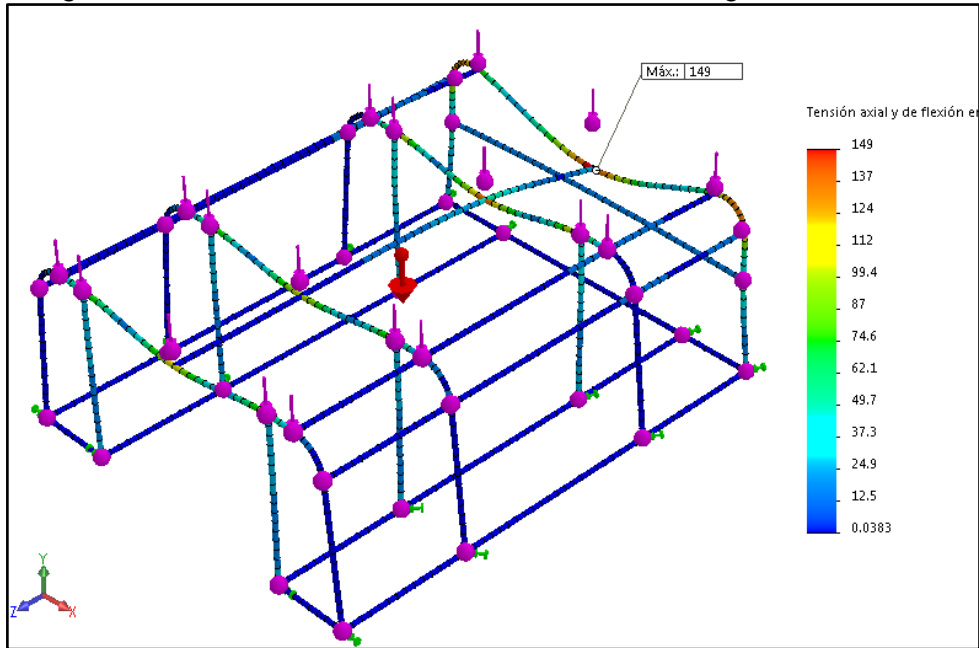
$m =$  masa total

$a =$  aceleración

Con los datos calculados se procede a realizar la simulación del efecto de la fuerza sobre la estructura, la carga se aplica en la dirección vertical Y en los nodos de la parte superior de la estructura.

En la figura se muestra el esfuerzo frente a la carga sobre el techo donde el valor máximo es de 149 MPa.

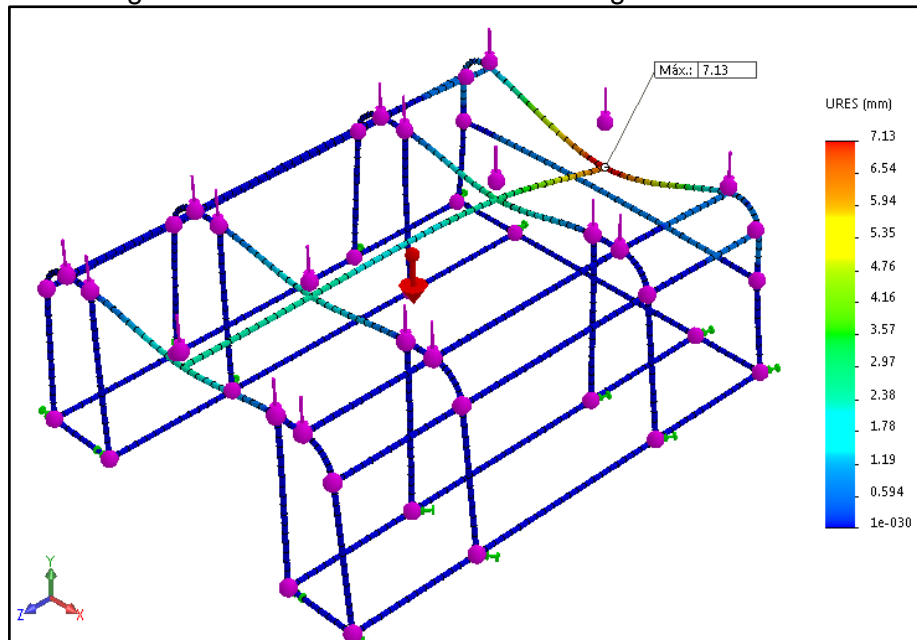
Figura 62. Tensiones en la estructura debido a la carga sobre el techo



Fuente: Autores

En la figura se muestra la deformación total debida a la carga sobre el techo de la estructura, tiene una deformación máxima de 7,13 mm en la parte superior.

Figura 63. Deformación debido a la carga sobre el techo

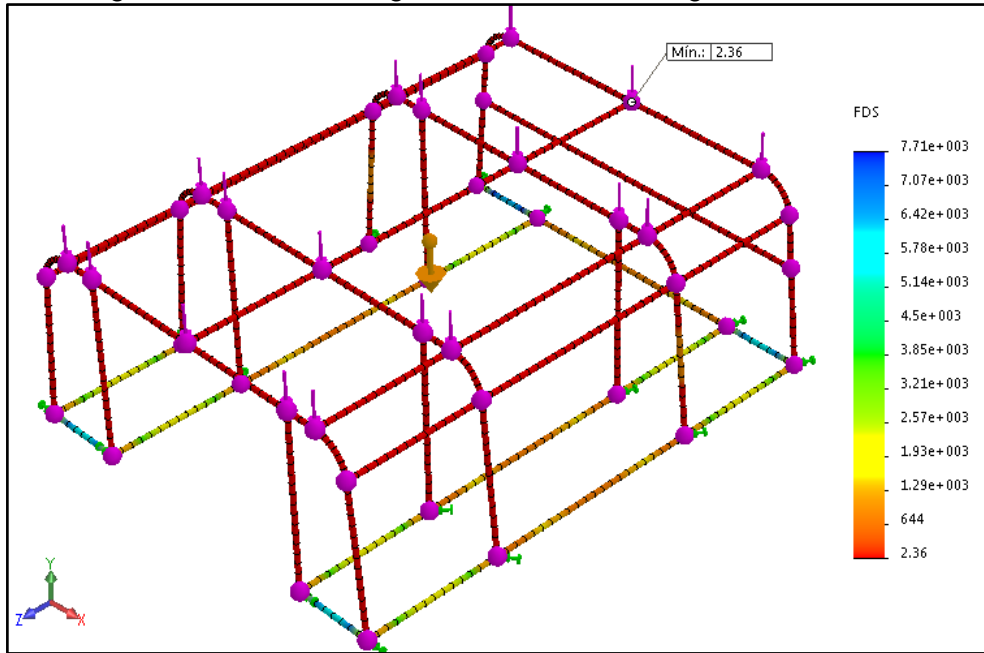


Fuente: Autores

En la figura se presenta el factor de seguridad mínimo debido a la carga lateral, donde el factor mínimo es de 2,36.



Figura 64. Factor de seguridad debido a la carga sobre el techo



Fuente: Autores

Los resultados se muestran en la siguiente tabla debido a la carga lateral en caso de impacto.

Tabla 7. Resultados debido a la carga lateral

Deformación Máxima	Esfuerzo Axial	Factor de seguridad
7,13 mm	149 MPa	2,36

Fuente: Autores

Al analizar los resultados de la carga aplicada en caso de una carga sobre el techo se observa una deformación máxima de 7,13 mm; cuyo valor se encuentra en valor establecido en la norma, además el esfuerzo de 149 MPa calculado indica que el material de estructura no presenta mayor riesgo, ya que el valor de fluencia del acero ASTM A500 es de 350 MPa, el factor de seguridad de 2,36 que se encuentra dentro del rango de seguridad, concluyendo que la estructura tiene un diseño seguro.

## 6.2 Construcción de la estructura de soporte

Una vez realizado el análisis estructural y la selección del material se procede a la construcción de la carrocería como se concibió en los planos.

### 6.2.1 *Materiales para la construcción.*

- Tubo estructural de acero cuadrado de 2cm de ancho por 2 mm de espesor.
- Tol negro de 2 mm de espesor.
- Remaches de aluminio.
- Electrodo AGA 6011.
- Discos de corte NORTON.
- Disco de desbaste NORTON.
- Carrete de acero para suelda MIG
- Silicón (SIKA titán estructural).

**6.2.2 *Doblado de tubos.*** Revisados los planos y su simulación estructural se procedió al doblado de los tubos de soporte.

Figura 65. Doblado de marco



Fuente: Autores

**6.2.3 *Corte.*** Con los tubos de soporte listo se procedió a cortar a mediada y ubicarlos en la posición a ser soldada.

Figura 66. Corte de perfiles



Fuente: Autores

**6.2.4 Adaptación.** Ubicados los tubos de soporte de la estructura en su posición final fueron soldados a la carrocería del vehículo.

Figura 67. Soldado de la estructura



Fuente: Autores

### 6.3 Recubrimiento de la estructura

Consolidado el esqueleto estructural en la carrocería ubicamos las láminas de tol en su posición planificada.

Figura 68. Recubrimiento del techo.



Fuente: Autores

**6.3.1 Corte.** Con las medidas adecuadas de la estructura cortamos las láminas para recubrir la estructura curva del vehículo

Figura 69. Corte del tol



Fuente: Autores

**6.3.2 Doblado.** Como la estructura de soporte tiene curvas que siguen las líneas del diseño original del vehículo dimos forma y fijamos en su posición los paneles curvos.

Figura 70. Doblado de la parte curva del techo.



Fuente: Autores

**6.3.3 Adaptación.** Con las láminas en su posición y con la forma adecuada fueron fijadas en la estructura con remaches ciegos de aluminio.

Figura 71. Remachado de los paneles



Fuente: Autores

**6.3.4 Sellado e impermeabilización.** Para evitar corrosión y filtraciones de agua hacia el habitáculo de herramientas sellamos entre uniones con una capa de sellante impermeable (SIKA titán) y en sus exteriores con CARCRIL creando una capa protectora en toda la carrocería.

Tabla 8. Datos técnicos del producto

Sika TITAN	Detalles
Base química	1-C de poliuretano
Color	Negro
Mecanismo de curado	Humedad de curado
Densidad (sin curar)	9.6 lb / gal
Tiempo de secado	40 minutos
Dureza Shore A	58
Elongación a la rotura	> 500%
Resistencia a la tracción	650 psi
resistencia al corte	325 psi

Fuente: SikaTitan-P2G\_02.02.11.pdf

Figura 72. Impermeabilización de las juntas



Fuente: Autores

#### **6.4 Construcción de los compartimientos para herramientas**

Con la estructura exterior completa iniciamos la construcción interior de los gabinetes para herramientas.

Figura 73. Construcción de los gabinetes interiores



Fuente: Autores

**6.4.1 Construcción de la estructura interna.** Siguiendo las medidas de los planos iniciamos el marco interno que soportará el peso de las herramientas.

Figura 74. Construcción del marco interno



Fuente: Autores

**6.4.1.1 Adaptación.** Previamente fabricados los gabinetes para herramientas se ubicaron en sus posiciones respectivas.

Figura 75. Adaptación de cajones corredizos



Fuente: Autores

Figura 76. Adaptación de cajoneras



Fuente: Autores

**6.4.2 Recubrimiento interior.** Para crear un área entre herramientas y repuestos recubrimos las paredes interiores con MDF que aporta aislamiento de ruido y térmico para equipos especiales.

Figura 77. Recubrimiento interior con MDF



Fuente: Autores

**6.4.2.1 Corte y adaptación.** El material (MDF) fue cortado utilizando una caladora eléctrica, de acuerdo a las dimensiones previamente planificadas.

Figura 78. Corte y recubrimiento con MDF



Fuente: Autores

**6.4.3 Impermeabilización interior.** Fue necesario sellar e impermeabilizar el interior debido a que ciertos equipos de testeo son propensos a daños por humedad tomando en cuenta que algunos equipos poseen líquidos que puede derramarse deteriorando la estructura de la carrocería y dañando las herramientas.

Se protegió el interior de los pisos, el chasis y otras partes sometidas a la humedad, para prestar esta protección se utilizó PERMEX IMPERMEABILIZANTE NEGRO (acabado corrugado) y PERMEX IMPERMEABILIZANTE NEGRO (acabado liso) con las siguientes ventajas:

- No se cuartean.
- Impermeabilizan e insonorizan.
- son fáciles de aplicar y secan rápidamente.
- Son lavables y durables.
- Protegen contra la corrosión.
- Prolongan la vida de las partes impermeabilizadas.
- Se puede aplicar acabados sobre ellos.

Figura 79. Permex impermeabilizante



Fuente: Autores



Tabla 9. Datos físicos pedralinings

Producto	Densidad h <sub>2</sub> O=1 (g/cc)	Estado normal	Punto de ebullición	Densidad de vapor aire=1	Presión de vapor mmhg	Cov %
BONDARplus Pedralinings Acrílico base agua	1,247-1,347	Líquido	>100°C	>1	N/A	1-2

Fuente: [http://www.pinturasamerica.com/files/BONDARPLUS800HP\\_MSDS.pdf](http://www.pinturasamerica.com/files/BONDARPLUS800HP_MSDS.pdf)

**6.4.3.1 Preparación.** Para la aplicación del impermeabilizante en el MDF se debe crear una superficie de anclaje para la correcta adhesión del mismo, esto se logra lijando el área a ser sellada con la ayuda de una lijadora y un disco de grano 100.

Figura 80. Lijado previo a la aplicación de impermeabilizante.



Fuente: Autores

**6.4.3.2. Aplicación.** La capa impermeabilizante se difundió con la ayuda de una pistola específicamente para este proceso debido a que el material tiene un grado elevado de viscosidad.

Figura 81. Aplicación del impermeabilizante



Fuente: Autores

## CAPÍTULO VII

### 7. APLICACIÓN DE PINTURA EN BASE DE AGUA

#### 7.1 Preparación de superficie

Con la carrocería ya lista y sin imperfecciones se procedió a preparar la superficie de la misma para la aplicación de la pintura.

Figura 82. Preparación de la carrocería



Fuente: Autores

**7.1.1 Enmascarado.** Se preparo de la superficie a pintar con el enmascaramiento que es una operación indispensable para proteger contra el espolvoreo o salpiques en los elementos como:

- Vidrios
- Empaques
- Chapas
- Faros
- Llantas
- Piezas Cromadas

No se pueden quitar y las partes que no requieren repinte. Para hacer este trabajo se utilizó papel y Scotch Tape automotriz. Este es un paso muy importante y se debe hacer bien para evitar la repetición del trabajo o la limpieza de las partes mal

enmascaradas. Se recomienda usar hojas de papel grande, recortadas antes de pegarlas a la superficie, evitando los dobleces y las arrugas que atrapan mugre y pintura, al punto de que puedan manchar las zonas enmascaradas y los repintes, especialmente cuando se usa papel periódico.

Las Scotch Tape automotriz, es elásticas y se adhiere bien a la superficie, facilitando el enmascaramiento de las partes curvadas, pero cuando se aplican sobre partes recién pintadas, al estirar la Scotch tape, puede dejar manchas en el acabado.

Cuando el tiempo es frío o húmedo, puede suceder que la Scotch tape no se adhiere bien a los vidrios o a las piezas cromadas debido a la humedad depositada en ellos, en tal caso se debe secar bien la pieza antes de enmascararla.

Los empaques de los parabrisas y vidrios se deben limpiar con una wipe limpia humedecida en Thinner antes de enmascararlos, esto hará que la Scotch tape automotriz tenga mejor adherencia y los empaques se vean limpios al levantar el enmascaramiento.

Figura 83. Enmascaramiento



Fuente: Autores

Figura 84. Vehículo enmascarado



Fuente: Autores

**7.1.2 Desengrasado previo a la imprimación.** Se desengrasó la carrocería completa con la ayuda de un agente desengrasante para eliminar los contaminantes externos debido al ambiente y la manipulación como:

- Grasa
- Polvo
- Pelusas
- Tierra

Figura 85. Desengrasante



Fuente: Autores

Tabla 10. Datos técnicos del desengrasante

Características	
Aspecto	Fluido Límpido
Densidad relativa	0,752 gr/cc +/- 0,05 a 20 °C
Poder solvente	ASTM D 1133 85 índice
Punto de auto-Inflamación	ASTM E 659 >200 °C
Solubilidad	Parcialmente soluble en agua

Fuente: <http://www.argaex.es/desengrasantes>

**7.1.3 Aplicación de fondo fosfatizante (WASH- PRIMER).** Se empleó para obtener buena adherencia de las bases-fondos anticorrosivos que se van a aplicar sobre el metal liso como aluminio y tol negro.

Figura 86. Aplicación del fondo fosfatizante



Fuente: Autores

**7.1.4 Aplicación de imprimación.**(GLASURIT PRIMER PU 0022). Se aplicó la imprimación para que exista adherencia de la pasta correctora y pintura de acabado, garantizando la protección anticorrosiva del metal, el brillo óptimo y la nivelación ideal.

Esta imprimación se caracterizan por:

- Excelente poder de relleno.
- Resisten el cuarteo.
- No dejan rayas.
- Secan rápidamente.
- Lijan fácilmente sin embotar la lija.
- Poseen óptima adherencia y durabilidad.
- Son fáciles de aplicar.
- Proporcionan excelente tersura con baja porosidad.
- Protegen la lámina de la corrosión.

Figura 87. Aplicación de la imprimación



Fuente: Autores

**7.1.4.1 Corrección de fallas leves.** Con la imprimación aplicada observamos que existen cráteres y picaduras imperceptibles las cuales se corrigieron utilizando pasta correctora.

Figura 88. Aplicación de pasta correctora



Fuente: Autores

**7.1.5** *Lijado de imprimación.* Con las imperfecciones cubiertas se procedió al lijado total de la carrocería con lija de grano 600 en seco.

Figura 89. Lijado de imprimación



Fuente: Autores

**7.1.6** *Desengrasado previo a la pintura.* Este proceso en el último pasó que se hizo para la aplicación de la pintura, eliminando grasa de las manos en la carrocería que quedo por la manipulación debido al lijado.

Figura 90. Desengrasado previo a la pintura



Fuente: Autores

**7.1.6 Lectura de instrucciones del envase.** Se siguió las instrucciones dadas para lograr el máximo aprovechamiento.

Antes de aplicar los diferentes productos es conveniente:

- Leer cuidadosamente las instrucciones de los rótulos.
- Revolver muy bien el producto que se va a aplicar con una espátula limpia, para mezclar totalmente sus componentes.
- Diluir la base-fondo con el Thinner, según la recomendación dada para cada producto, y en la cantidad adecuada.
- Comprobar que los equipos de aplicación estén limpios y funcionando bien.
- Limpiar completamente la superficie que se va a masillar o pintar.
- Definir cuándo y qué se va a pintar primero.

**7.1.7 Medición y catalización.** La catalización se aplicó de acuerdo al tipo de producto que se utilizó, en este caso la pintura en base de agua requiere una catálisis de 2:1, esto quiere decir dos partes de pintura y una de catalizador (agua).

Figura 91. Catalización de la pintura en base a agua



Fuente: Autores

**7.1.7.1 Filtrado de pintura.** Se filtró la pintura con cernideros específicos para eliminar impurezas que puedan haberse introducido en la catálisis y que pueden taponar la pistola HVLP ocasionando una aplicación de pintura defectuosa.

Figura 92. Filtrado de la pintura



Fuente. Autores

**7.1.8 Aplicación de la pintura.** Este proceso es el más importante que se hizo ya que de ello dependió el acabado final del vehículo, empezando con un orden de pintado que se sigue desde la parte delantera de la carrocería hasta la posterior.



Se graduó la presión del aire y el fluido de la pintura en la pistola, para conseguir el abanico de aplicación apropiado con la presión más baja ya que una presión muy alta ocasiona pérdidas de pintura por rebote y disminución de los rendimientos.

También se puede presentar espolvoreo, cáscara de naranja, telaraña y bajo brillo. Presión muy baja, origina capas excesivamente gruesas y de secamiento retardado y pueden aparecer chorreos, burbujas, puntas de alfiler y fallas en el color.

Durante la aplicación, se mantuvo la pistola en ángulo recto con la superficie que se pinta y a una distancia de 20 a 25 centímetros. Cualquier desviación origina capas dispares, espolvoreos, chorreos o espesores altos dando un secado lento.

Se aplicó siempre a una velocidad uniforme, conservando la distancia sin inclinar la pistola con movimientos de la mano o el codo.

Se inició el movimiento de la pistola antes de apretar el gatillo y se aflojo antes de terminar la "pasada". Esta técnica evita espesores excesivos en los empates de una "pasada" con otra; además ayuda a conservar limpia la pistola y a disminuir la fatiga del pintor.

Se aseguró de que cada "pasada" cubra la mitad de la anterior para obtener capas uniformes con el menor número de "pasadas".

Cuando se hizo el repinte completo del vehículo, se definió previamente el orden de la aplicación, así se evitan movimientos innecesarios, espolvoreos y empates visibles. Preferiblemente se debe comenzar por los bordes o aristas e interiores y seguir con la capota, los parales, puerta delantera derecha, guardafango delantero derecho, tapa del motor, guardafango delantero izquierdo, puerta delantera izquierda, puerta trasera izquierda, guardafango trasero izquierdo, portamaletas y puerta trasera derecha.

La parte interior de las puertas, parales y tapas del motor y portamaletas, se pintan después de aplicar las primeras manos, las puertas se dejaron abiertas para que sequen más rápido, sin pegarse.

Figura 93. Pintado de la carrocería



Fuente: Autores

**7.1.8.1 Tiempo de secado entre capas.** El intervalo de tiempo que se esperó entre capas fue de 5 a 10 minutos entre pasadas a proceso importante para que exista una correcta adhesión de la próxima capa de pintura base agua, a una temperatura al aire de 25 °C, con una presión para pistola HVLP(alto volumen baja presión) de 35/40 psi.

Este proceso se agilito utilizando lámparas de secado en una cabina de pintura a 60°C llegando a secarse por completo en 30 minutos logrando un acabado optimo en la pintura base agua.

**7.1.9 Acabado final.** Este es el último paso que se realizó y se prosiguió a seguir una serie de procesos previos al acabado final lo cual los detallamos a continuación.

**7.1.9.1 Lijado total.** Se quitó las imperfecciones de la pintura (pelusas, ojos de pescado, entre otros) y los deja con una terminación espejo.

Cuando se pintó la carrocería las capas no quedaron lisas, ya que al aplicar capas de pinturas, quedan mezclados con pequeñas partículas de aire. Esta terminación es

nombrada como “piel de naranja”. El lijado ayudo a corregir esto, ya que desgasta la piel de naranja dejándolo lo más parejo posible.

Para que el trabajo de lijado sea bueno y seguro dependió de que las capas de pintura y barniz deben ser bien aplicadas, ni muy gruesas ni muy delgadas como se indica:

- Primer = 12 - 18  $\mu\text{m}$
- Poliéster = 18 - 30  $\mu\text{m}$
- Barniz = 30 - 40  $\mu\text{m}$

De lo contrario el lijado gastarí por completo el barniz dejando solo la capa de pintura, la cual no duraría mucho en las condiciones ambientales. Además dependiendo de los resultados que se quieran obtener, serán las capas de pintura y dedicación que se le aplique al área que se quiera pintar.

**7.1.9.2 Pulido.** Se ejecutó cuando la pintura estuvo completamente seca para evitar que el acabado se raye o manche de un modo irreparable con el pulido se eliminó pequeñas, rayas superficiales, espolvoreos y empates.

Para pulir fácilmente la carrocería sin mancharla, ni rayarla, ni desgastarla excesivamente, se utilizó tres excelentes pastas pulidoras como:




Figura 94. Productos de pulido y encerado



Fuente: 3M internacional

Tabla 11. Sistema de pulido 3M  
Sistema de pulido y abrillantado 3M

	Descripción	Figura
--	-------------	--------

<b>A</b>	<b>Pulimento fino</b> Remueve fácil y efectivamente rayadoras, oxidación media y marcas de lluvia acida logrando excelente terminado. Muy fácil de limpiar; puede ser usado para todo tipo de pinturas	
<b>B</b>	<b>Pulimento Paso intermedio</b> Elimina cualquier tipo de marca circular del Paso q dejando un acabado sumamente brillante. Facilita la limpieza y detallado final. Es ideal en los vehículos de colores oscuros.	
<b>C</b>	<b>Abrillantador Manual</b> Ideal para aumentar el brillo en la superficie del vehículo y limpiar las salpicaduras o residuos después de pulir. Para reducir al mínimo las posibles manchas no aplicar el producto a la luz solar ni sobre superficie caliente	

Fuente:

[http://solutions.3m.com/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1344277912000&locale=en\\_WW&assetType=MMM\\_Image&assetId](http://solutions.3m.com/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1344277912000&locale=en_WW&assetType=MMM_Image&assetId)

**7.1.9.3 Lavado y encerado.** Se procedió al lavado para eliminar el exceso de pulimento utilizando algunos productos indispensables como la hidro lavadora que debido a su alta presión de agua remueve el pulimento de cauchos y uniones entre puertas de difícil acceso, este proceso requiere de la ayuda de otros productos necesarios como:

- Shampoo con cera
- Microfibras
- Esponjas
- Aspiradora
- Limpia vidrios
- Desengrasantes
- Limpia cauchos

Se realizó el secado con micro fibras debido a que este material absorbe el agua y no produce rayones en la pintura que se pueden dar por partículas de polvo adheridas al paño.

A continuación enceramos a mano con la ayuda de paños 3M de limpieza blanco ya que no posee pigmentos que se desprendan con los químicos de la cera y puedan manchar la carrocería, aplicando la cera pieza por pieza en la sombra, es importante

que se aplique este producto bajo techo debido a que el sol secaría el mismo provocando manchas y rayones evitando un excelente acabado y brillo.

Figura 95. Productos de limpieza de carrocerías



Fuente: 3M internacional

**7.1.10 Trabajo finiquitado.** De esta manera queda demostrado el proceso para la restauración de la carrocería con los pasos que se debe seguir.

Figura 96. Trabajo finalizado



Fuente: Autores

Finalizando con la conversión de la camioneta Land Rover Hard Top 1981 en un taller móvil para la Escuela de Ingeniería Automotriz.

Figura 97. Taller móvil con sus herramientas



Fuente: Autores

## CAPÍTULO VIII

### 8. ANÁLISIS DE COSTOS

Finalizando con la conversión de la camioneta Land Rover Hard Top 1981 en un taller móvil para la escuela de ingeniería automotriz aplicando técnicas de pintura en base de agua, por ello es menester realizar un análisis de costo, determinaremos los costos de elaboración teniendo en cuenta: los costos directos e indirectos.

#### 8.1 Costo de proyecto

**8.1.1. Costos directos.** En la siguiente tabla se detallan los materiales y dispositivos utilizados en la restauración y construcción del taller móvil.

Tabla 12. Costos directos

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
10	Tubo cuadrado ½ pulg.	12.00 USD	120.00 USD
10	Chapas de seguridad	20.00 USD	200.00 USD
5	Paquetes de electrodos 60:11	30.00 USD	150.00 USD
10	Plancha de tol	60.00 USD	600.00 USD
2 gal	Thiñer Acrílico	30.00 USD	60.00 USD
50	Filtros de pintura	0.10 USD	5.00 USD
2 gal	Thiñer laca	30.00 USD	60.00 USD
5 gal	Removedor	20.00 USD	100.00 USD
5 gal	Masilla plástica	20.00 USD	100.00 USD
100	Lijas varias	0.50 USD	50.00 USD
2 gal	Pintura poliuretano	200.00 USD	400.00 USD
2 gal	Thiñer poliuretano	50.00 USD	100.00 USD
1 gal	Catalizador poliuretano	100.00 USD	100.00 USD
1 gal	Barniz	150.00 USD	150.00 USD
1 gal	Fondo zinsa 0022	100.00 USD	100.00 USD
100	Papel enmascarante	0.15 USD	15.00 USD
10	Cinta enmascarante 3M	5.00 USD	50.00 USD
<b>TOTAL</b>			<b>2.360.00 USD</b>

Fuente: Autores

**8.1.2. Costos indirectos.** En la siguiente tabla se detallan los costos indirectos.

Tabla 13. Costos indirectos

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
-	Documentación e investigación	500,00 USD
-	Movilización y transporte	450,00 USD
<b>TOTAL</b>		<b>950,00 USD</b>

Fuente: Autores

**8.1.3. Costo total.** El costo total es igual a la suma de los costos directos más el costo indirecto.

Costo total es igual a la suma del costo directo mecánico, costo directo hidráulico, costo directo eléctrico y electrónico más el costo indirecto.

**Costos directos + Costos Indirectos = Costo Total**

$$607,92 \text{ USD} + 700 \text{ USD} = 2754.28 \text{ USD}$$

## **CAPÍTULO IX**

### **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **9.1 Conclusiones**

Se constató la diversidad de herramientas y equipos que existen para la restauración de vehículos deformados por golpes.



Se reparó la carrocería sustituyendo partes de la carrocería deterioradas por óxidos, con la aplicación de parches metálicos.

Se diagnosticó, mediante una inspección visual, el grado de deformación de la carrocería y se reparó la misma utilizando técnicas de enderezado.

Se aplicó diferentes tipos de masilla utilizando las técnicas y proporciones correctas, obteniendo una superficie óptima para el proceso de pintura.

Se diseñó la estructura de la cabina de herramientas de manera que se puedan adaptar los compartimentos, validos mediante la simulación por computadora estableciendo seguridad en las diferentes condiciones de trabajo, para su posterior construcción.

Se aplicó la pintura en base a agua siguiendo los procedimientos indicados, logrando así un perfecto acabado con ayuda de pulimentos y ceras.

Se estableció un análisis de costos, proporcionando una perspectiva de los valores que representa la restauración y construcción del taller móvil.

Se desarrolló un manual de técnicas y normas de seguridad para el proceso de pintura para garantizar un buen acabado y seguridad del personal de pintura.

## **9.2 Recomendaciones**

Tener cuidado en el orden de desmontaje de las piezas evitando dobleces y desportillamientos.

Tomar en cuenta la cantidad adecuada de catalizador en la masilla evitando que con un exceso se cuartee y con una carencia esta no seque correctamente.

Al aplicar el impermeabilizante negro se debe hacer en forma uniforme y por lo menos dos capas asegurando la impermeabilización de la zona.

Tener mucho cuidado con desengrasar el área a pintar completamente, caso contrario la pintura no se fijara correctamente creando un efecto de punto de aguja.

Es primordial que la zona a trabajar se encuentre completamente limpia libre de óxidos y grasas asegurando una clara visualización en la chapa metálica.

Revisar meticulosamente las condiciones del vehículo o el área afectada tomando en cuenta la magnitud del impacto, para seleccionar la herramienta idónea.

Aplicar la masilla en varias capas finas dando un lapso de tiempo prudente para el secado entre ellas para lograr un mejor acabado al momento de lijarlas.

Ser precisos en las medidas al momento de la construcción de la cabina de herramientas para evitar el desperdicio de materiales y optimizar de recursos.

Evitar un excesivo uso de fondo fosfatizante, el mismo que afecta a la adherencia de la pintura y crea grumos en el acabado final por lo que es necesario hacerlo en un solo velo.

## BIBLIOGRAFÍA

**CEAC. 2008.** *Pintura y Guarnecidos Interiores.* España : Ceac, 2008.

**CESVIMAP. 2010.** *Embelllecimiento de Superficies.* Valladolid, ESPAÑA : CESVIMAP, 2010.

**DOMÍNGUEZ, Esteban. 2008.** *Embelllecimiento de superficies.* España : Editex, 2008.

**DUFFY, James y SCHARFFF, Roberth. 1999.** *Carrocería del Automóvil, Reparación y embellecimiento de Superficies.* Madrid : Paraninfo, 1999.

**KUROWSKI, Paul. 2015.** *Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2015.* USA : SDC Publications, 2015.

*Manual práctico repintado de vehículos.* **PINTUCO. 2001.** s.l. : Grupo VIP, 2001.

**SCHARFF, Robert y DUFFY, James. 1999.** *Carrocería del Automóvil, Reparación de elementos metálicos y superficies.* Madrid : Paraninfo, 1999.

# **ANEXOS**

**Anexo A**  
**Planos de la estructura**

## **Anexo B**

### **Manual de normas técnicas y normas de seguridad para el proceso de pintura**