



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

**PROPUESTA DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y  
EQUIPO, PARA UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**Pedro Alexander Morales Quim**

Asesorado por el Ing. Luís Alberto Velásquez Aguilar

Guatemala, marzo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y  
EQUIPO, PARA UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**PEDRO ALEXANDER MORALES QUIM**

ASESORADO POR EL ING. LUIS ALBERTO VELÁSQUEZ AGUILAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Harry Milton Oxom Paredes
EXAMINADOR	Ing. Edwin Giovanni Tobar Guzmán
EXAMINADOR	Ing. Julio César Molina Zaldaña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### PROPUESTA DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, PARA UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 16 de junio de 2010.



Pedro Alexander Morales Quim

Guatemala, Ciudad, julio de 2011

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de la Escuela de Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguido Ingeniero:

Cumpliendo con lo establecido por la Escuela procedí con la asesoría y revisión del trabajo de graduación **“PROPUESTA DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, PARA UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ”**, desarrollado por el estudiante universitario Pedro Alexander Morales Quim, previo a optar al título de Ingeniero Mecánico Industrial.

El trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado, cumpliendo con los requisitos reglamentarios, consultando la bibliografía adecuada y siguiendo las recomendaciones de asesoría.

Dicho lo anterior me permito por la presente, aprobar el trabajo de graduación del autor.

Sin otro particular, me suscribo de su digna persona.

Deferentemente




Ing. Luis Alberto Velásquez Aguilar

Luis Alberto Velásquez Aguilar  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegado No. 7358



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, PARA UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**, presentado por el estudiante universitario **Pedro Alexander Morales Quim**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Werner Renato Belletthón García  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Werner Renato Belletthón García  
Colegiado No. 4497

Guatemala, enero de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.054.012

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, PARA UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**, presentado por el estudiante universitario **Pedro Alexander Morales Quim**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de *conocer* la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, PARA UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**, presentado por el estudiante universitario: **Pedro Alexander Morales Quim**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, marzo de 2012



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por brindarme salud, sabiduría, poner siempre ángeles en mi camino e iluminarme para tomar las decisiones correctas en mi vida.
- Mi madre** Hilda Violeta, por estar conmigo siempre en mi angustia, en mi amor y mi esperanza.
- Mi padre** José Luis, por forjarme el carácter y enseñarme a ser una persona de bien, con su amor y sus consejos.
- Mis hermanos** Luís Emilio (q.e.p.d.), por todos los momentos lindos de mi niñez que me dejaron un ejemplo y enseñanza, y que con el pasar de los años pude comprender, y Heidy Pahola, por su amor incondicional y por ayudarme a llegar a cumplir este sueño.
- Mi familia** Mis abuelos, tíos y primos, por haberme alentado a seguir siempre adelante con su cariño incondicional.
- Mis amigos** Por su apoyo y su aprecio en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme dado la oportunidad de ser parte de esta gran casa de estudios.
<b>Centro de Capacitación INTECAP Cobán, A.V.</b>	Por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en esta institución.
<b>Ing. Arnaldo Alvarado</b>	Por el apoyo brindado dentro del Centro de Capacitación INTECAP Cobán, A.V.
<b>Ing. Luís Alberto Velásquez</b>	Por el apoyo y asesoramiento en la realización de mi trabajo de graduación.
<b>Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia</b>	Por darme la oportunidad de realizar la práctica laboral.

# ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Generalidades de la institución .....	1
1.1.1. Ubicación .....	1
1.1.2. Historia .....	2
1.1.3. Misión.....	3
1.1.4. Visión .....	3
1.1.5. Valores institucionales .....	4
1.1.6. Organización .....	5
1.1.6.1. Organigrama general .....	5
1.1.7. Actividades y servicios .....	7
1.2. Distribución de maquinaria.....	9
1.2.1. Tipos de distribución .....	10
1.2.1.1. Por producto.....	10
1.2.1.2. Por proceso .....	11
1.2.1.3. Por grupos tecnológicos.....	12
1.2.1.4. Posición fija .....	12
1.3. Estudio de iluminación .....	13
1.4. Niveles de ruido aceptables .....	13
1.5. Ventilación y número de renovaciones por hora .....	15

1.6.	Tipos de edificios industriales .....	18
1.6.1.	De primera categoría .....	18
1.6.2.	De segunda categoría .....	18
1.6.3.	De tercera categoría .....	19
1.7.	Ergonomía en puestos de trabajo.....	19
1.7.1.	Análisis ergonómico del trabajo .....	21
1.8.	Señalización industrial .....	22
1.8.1.	Tipos de señalización .....	22
1.8.1.1.	Prohibición .....	22
1.8.1.2.	Obligación .....	23
1.8.1.3.	Prevención .....	23
1.8.1.4.	Información .....	24
1.9.	Mantenimiento .....	25
1.9.1.	Características.....	25
1.9.2.	Tipos de mantenimiento.....	26
1.9.2.1.	Preventivo .....	26
1.9.2.2.	Predictivo .....	26
1.9.2.3.	Correctivo.....	27
1.10.	Producción más limpia.....	27
1.10.1.	Metodología .....	28
1.10.2.	Áreas de aplicación .....	29
1.10.2.1.	Recursos energéticos .....	29
1.10.2.2.	Recurso híbrido (agua) .....	30
1.10.2.3.	Buenas prácticas de manufactura.....	30
1.10.2.4.	Seguridad industrial .....	31
1.10.2.5.	Desechos y reciclaje .....	31
1.10.3.	Beneficios de producción más limpia.....	31
1.11.	Descripción de cada una de las áreas del taller mecánico .....	32
1.11.1.	Alineación y balanceo .....	32

1.11.1.1.	Alineación.....	32
1.11.1.2.	Balanceo .....	36
1.11.2.	Elevador hidráulico.....	37
1.11.3.	Enderezado y pintura .....	38
1.11.4.	Bancos de trabajo .....	39
1.11.5.	Bodega.....	39
1.11.6.	Compresor .....	40
1.11.7.	Docente.....	40
2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
2.1.	Justificación .....	41
2.1.1.	Metodología .....	42
2.2.	Objetivos del taller.....	42
2.2.1.	Distribución actual del taller .....	44
2.2.2.	Análisis organizacional.....	44
2.2.2.1.	Fortalezas .....	44
2.2.2.2.	Oportunidades.....	45
2.2.2.3.	Debilidades.....	45
2.2.2.4.	Amenazas .....	46
2.3.	Función de la maquinaria y equipo .....	46
2.3.1.	Maquinaria .....	46
2.3.2.	Inventario de maquinaria.....	46
2.3.3.	Equipo.....	49
2.3.4.	Inventario de equipo y herramienta.....	49
2.4.	Condiciones actuales del taller de mecánica .....	55
2.4.1.	Dimensiones del taller.....	56
2.4.2.	Iluminación.....	56
2.4.2.1.	Luminarias.....	57
2.4.2.2.	Acondicionamiento cromático.....	58

2.4.3.	Ventilación .....	58
2.4.4.	Ruido y vibraciones .....	59
2.5.	Tipo de edificio.....	59
2.5.1.	Infraestructura.....	59
2.6.	Análisis del mobiliario .....	60
2.6.1.	Estado actual del mobiliario .....	62
2.6.2.	Función principal.....	62
2.7.	Identificación de áreas con potencial de aplicación .....	62
2.7.1.	Producción más limpia.....	64
2.7.1.1.	Eficiencia energética.....	65
2.7.1.2.	Residuos.....	66
2.7.1.3.	Gestión y prevención de riesgos.....	67

### 3. PROPUESTA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, PARA UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

3.1.	Diseño y acondicionamiento del taller .....	69
3.1.1.	Planos del taller mecánico .....	69
3.1.1.1.	Por áreas de trabajo .....	70
3.1.1.2.	General .....	71
3.1.1.3.	Drenajes.....	73
3.1.1.4.	Agua potable.....	75
3.1.1.5.	Instalación eléctrica .....	77
3.1.1.6.	Red de aire comprimido.....	79
3.1.2.	Distribución del taller por áreas de trabajo.....	81
3.1.2.1.	Alineación y balanceo .....	81
3.1.2.2.	Elevador hidráulico .....	83
3.1.2.3.	Bancos de trabajo .....	85
3.1.2.4.	Bodega .....	86
3.1.2.5.	Compresor .....	87

3.1.2.6.	Docente .....	88
3.1.2.7.	Enderezado y pintura .....	89
3.1.3.	Diagramas de los procesos.....	90
3.1.3.1.	Diagramas de operaciones .....	91
3.1.3.2.	Diagramas de recorrido .....	97
3.1.3.4.	Diagrama de distribución (LAY-OUT).....	102
3.2.	Estudio de iluminación .....	104
3.2.1.	Bodega.....	104
3.2.2.	Estaciones de trabajo.....	105
3.2.3.	Área de compresores .....	106
3.2.4.	Área docente.....	107
3.2.5.	Taller en general .....	107
3.3.	Estudio de ventilación .....	113
3.3.1.	Área de taller.....	113
3.3.2.	Área docente.....	116
3.4.	Control de ruido.....	118
3.4.1.	Niveles de ruido permisible .....	118
3.4.2.	Equipo de protección auditivo .....	118
3.5.	Diseño de puestos de trabajo .....	119
3.5.1.	Análisis de puestos .....	120
3.5.1.1.	Número de estudiantes por estación de trabajo .....	122
3.5.2.	Ergonomía en puestos de trabajo .....	124
3.5.3.	Propuesta ergonómica .....	124
3.6.	Señalización Industrial .....	127
3.6.1.	Áreas de trabajo.....	127
3.6.2.	Maquinaria y equipo .....	130
3.6.3.	Productos químicos e inflamables.....	132
3.6.4.	Vías de tránsito peatonal.....	133

3.7.	Mantenimiento preventivo.....	134
3.7.1.	Maquinaria y equipo.....	134
3.7.1.1.	Tiempos promedio para inspecciones .....	135
3.7.2.	Herramienta .....	135
3.7.3.	Instalaciones.....	135
3.7.3.1.	Desarrollo de inspecciones generales .....	136
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	
4.1.	Implementación del método propuesto.....	137
4.1.1.	Objetivos del método .....	138
4.1.2.	Recurso humano asignado .....	138
4.1.3.	Capacitación del recurso humano .....	139
4.1.4.	Manual de operaciones.....	140
4.1.4.1.	Normas del área de trabajo.....	140
4.1.4.2.	Procedimientos .....	141
4.1.4.3.	Normas y manuales .....	141
4.1.5.	Buenas prácticas de manufactura y uso del equipo .....	142
4.1.5.1.	Soldadura.....	143
4.1.5.2.	Enderezado y pintura .....	144
4.1.5.3.	Servicios y reparaciones varias .....	145
4.2.	Control de inventarios.....	146
4.2.1.	<i>Software</i> para el control de inventario de maquinaria .....	146
4.2.2.	<i>Software</i> para el control de inventario de herramienta y equipo .....	147
4.3.	Descripción de las etapas del mantenimiento .....	148
4.3.1.	Inspección del equipo y herramientas .....	148
4.3.2.	Identificación de puntos críticos sujetos a mantenimiento .....	149



4.3.3.	Establecimiento de programas de revisión y cambio de piezas.....	150
4.3.3.1.	Programación de revisión.....	150
4.3.3.2.	Programación de modificación y cambio de piezas.....	151
4.3.3.3.	Programación de engrase y lubricación .....	153
4.3.3.4.	Porcentajes de cumplimiento de inspecciones .....	155
4.4.	Ejecución de las medidas de producción más limpia .....	156
4.4.1.	Conservación de materias primas.....	156
4.4.2.	Monitoreo de consumo energético .....	156
4.4.3.	Reducción de toxicidad de emisiones y residuos.....	157
4.4.4.	Conservación de la salud humana .....	158
5.	<b>CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PLAN</b>	
5.1.	Elaboración de informes por trabajo terminado .....	159
5.1.1.	Por vehículos .....	159
5.1.2.	Por proceso terminado .....	159
5.2.	Control de entradas y salidas de vehículos del taller .....	161
5.2.1.	Hoja de control .....	161
5.3.	Evaluación de distribución de maquinaria y equipo .....	162
5.3.1.	Análisis de resultados .....	162
5.3.2.	Identificación de posibles inconvenientes dentro del taller .....	163
5.3.3.	Soluciones propuestas.....	164
5.4.	Medición de eficiencia y efectividad.....	165
5.4.1.	Causas de ineficiencia y efectividad .....	165
5.4.2.	Alternativas varias para mejorar la productividad.....	166
5.5.	Acciones correctivas del plan.....	166

5.5.1.	Cambios que se puedan efectuar en el taller.....	167
5.5.2.	Incorporación de innovaciones técnicas .....	167
5.6.	Monitoreo de las acciones de producción más limpia.....	168
5.6.1.	Establecimiento de metas.....	168
5.6.2.	Evaluación de resultados de las medidas Implementadas .....	168
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
6.1.	Seguridad e higiene industrial .....	171
6.1.1.	Puntos críticos de higiene.....	171
6.1.2.	Manejo de desechos.....	172
6.1.3.	Normas de seguridad e higiene .....	174
6.2.	Control del proceso.....	175
6.2.1.	Hojas de control del proceso .....	177
6.3.	Medidas de mitigación .....	178
6.3.1.	Identificación de riesgos y amenazas .....	178
6.3.2.	Plan de evacuación .....	179
6.3.3.	Simulacro de incendio.....	181
6.3.3.1.	Práctica de uso de extintores.....	182
6.3.4.	Programa de integración de políticas ambientales y de producción más limpia .....	183
6.3.5.	Materiales y residuos peligrosos.....	184
6.3.6.	Derrames en el área de trabajo .....	187
6.3.7.	Buenas prácticas de producción más limpia.....	187
	CONCLUSIONES.....	189
	RECOMENDACIONES.....	191
	BIBLIOGRAFÍA.....	193
	ANEXOS.....	195

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación INTECAP Cobán, A.V.....	1
2.	Organigrama, Centro de capacitación (INTECAP) Cobán...	6
3.	Señal de prohibición.....	22
4.	Señal de obligación.....	23
5.	Señal de prevención.....	24
6.	Señal de información.....	24
7.	Avance de la rueda.....	33
8.	Caída negativa y positiva de la rueda.....	34
9.	Convergencia de ruedas delanteras de un automóvil.....	34
10.	Divergencia de ruedas delanteras de un automóvil.....	35
11.	Unidad de alineación.....	36
12.	Unidad de balanceo de neumáticos.....	37
13.	Elevador hidráulico.....	38
14.	Forma de operación del taller.....	43
15.	Condiciones actuales del taller.....	55
16.	Taller actual.....	56
17.	Distribución actual de luminarias.....	57
18.	Instalaciones del taller de mecánica automotriz.....	60
19.	Entradas y salidas de desechos del taller.....	63
20.	Porcentaje de aplicación de producción más limpia.....	63
21.	Grupo de trabajo de producción más limpia.....	64
22.	Plano de áreas de trabajo.....	70
23.	Distribución general del taller de mecánica.....	71

24.	Simbología de plano general.....	72
25.	Plano de drenajes.....	73
26.	Simbología de plano de drenajes.....	74
27.	Plano de agua potable.....	75
28.	Simbología de agua potable.....	76
29.	Plano de instalación eléctrica.....	77
30.	Simbología de instalación eléctrica.....	78
31.	Plano de red de aire comprimido.....	79
32.	Simbología de red de aire comprimido.....	80
33.	Rampa, área de alineación.....	81
34.	Simbología de rampa, área de alineación.....	82
35.	Profundidad de rampa.....	82
36.	Desarmadora de neumáticos y unidad de balanceo.....	83
37.	Área de elevador hidráulico.....	84
38.	Vista de planta, bancos de trabajo.....	85
39.	Distribución de bodega.....	86
40.	Área de compresor.....	87
41.	Distribución de mobiliario, área docente.....	88
42.	Distribución, área de enderezado y pintura.....	89
43.	Diagrama de operaciones de cambio de aceite.....	92
44.	Diagrama de operaciones de cambio de pastillas (frenos)...	93
45.	Diagrama de operaciones de cambio de bujías.....	94
46.	Diagrama de operaciones de cambio de faja.....	95
47.	Diagrama de operaciones de diagnóstico de emisiones de gases.....	96
48.	Diagrama de recorrido de cambio de aceite.....	97
49.	Diagrama de recorrido de cambio de pastillas (frenos).....	98
50.	Diagrama de recorrido de cambio de bujías.....	99
51.	Diagrama de recorrido de cambio de faja.....	100

52.	Diagrama de recorrido de diagnóstico de emisiones de gases.....	101
53.	Diagrama de distribución ( <i>Lay-out</i> ).....	102
54.	Detalle de iluminación en bodega.....	105
55.	Distancia entre luminaria y estación de trabajo.....	106
56.	Altura del montaje de la nave industrial.....	109
57.	Ventilación natural del edificio.....	116
58.	Ventilación forzada, área docente.....	117
59.	Tipos de protectores auditivos.....	119
60.	Postura correcta en trabajos de pie.....	125
61.	Postura correcta de trabajos realizados en escritorios.....	126
62.	Puesto de trabajo .....	127
63.	Señalización de áreas de trabajo.....	128
64.	Resumen de señalización de áreas de trabajo.....	129
65.	Señalización de maquinaria y equipo.....	130
66.	Resumen de señalización de maquinaria y equipo.....	131
67.	Señalización de las vías de tránsito peatonal.....	133
68.	Simbología de vías de tránsito.....	133
69.	Diagrama de Gantt, implementación de la propuesta.....	137
70.	Hoja electrónica del control de inventario de maquinaria....	146
71.	Hoja electrónica, inventario de herramienta y equipo.....	147
72.	Ponderación de cumplimiento de inspecciones.....	155
73.	Informe de trabajo de vehículos.....	160
74.	Informe de trabajo de procesos.....	160
75.	Hoja de control de ingreso y egreso de vehículos.....	161
76.	Colores de bolsas para la clasificación de basura.....	173
77.	Hoja de control ambiental.....	177
78.	Plano de evacuación.....	180
79.	Simbología de plano de evacuación.....	181

80.	Señales de materiales peligrosos.....	186
-----	---------------------------------------	-----

## TABLAS

I.	Niveles de ruido de los diferentes ambientes laborales.....	15
II.	Número de renovaciones de aire por hora.....	17
III.	Inventario de maquinaria.....	47
IV.	Inventario de equipo y herramienta.....	50
V.	Ventilación actual.....	58
VI.	Descripción del mobiliario.....	61
VII.	Beneficios de eficiencia energética.....	65
VIII.	Beneficios de buen manejo de residuos.....	66
IX.	Beneficios de gestión y prevención de riesgos.....	67
X.	Listado de servicios del taller.....	90
XI.	Identificación de mobiliario y equipo en taller mecánico.....	103
XII.	Rango de talleres.....	108
XIII.	Coeficiente de reflexión.....	108
XIV.	Coeficiente de dirección del viento.....	114
XV.	Número de estudiantes por estación de trabajo.....	122
XVI.	Programación de revisión de maquinaria y equipo.....	150
XVII.	Cambio de piezas de compresor.....	152
XVIII.	Cambio de piezas de taladro.....	152
XIX.	Cambio de piezas elevador hidráulico.....	152
XX.	Cambio de piezas, equipo de soldadura eléctrica.....	153
XXI.	Cambio de piezas, equipo de soldadura autógena.....	153
XXII.	Actividades de engrase y lubricación.....	154
XXIII.	Control de los procesos de seguridad e higiene industrial...	176

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$\Phi$	Flujo lumínico total
$\Phi_L$	Flujo luminoso total por luminaria
#	Número
%	Porcentaje





## GLOSARIO

<b>Acondicionamiento cromático</b>	Ajuste del color y la iluminación en un área de trabajo, para evitar la fatiga de los trabajadores, o para mejorar la productividad.
<b>Chasis</b>	Estructura rígida que sujeta todos los componentes mecánicos como el motor, la suspensión y la carrocería, y es considerado el componente más significativo del automóvil.
<b>Coefficiente de reflexión</b>	Capacidad que tiene un objeto para reflejar la luz según el color que posee.
<b>Decibel</b>	Unidad física empleada para medir las diferencias de intensidad sonora. Es una unidad audiométrica que expresa la proporción en una escala logarítmica, en que la intensidad de un sonido es mayor o menor que la de otro.
<b>Eficiencia energética</b>	Conjunto de acciones que permiten el ahorro de energía en todos sus tipos, con el menor impacto sobre el medio ambiente.
<b>Elevador hidráulico</b>	Dispositivo que sirve para levantar el automóvil a una altura deseada, para realizar trabajos de mantenimiento debajo de éste.

<b>Ergonomía</b>	Ciencia que produce e integra el conocimiento de las ciencias humanas para adaptar los trabajos, sistemas, productos, máquinas y ambientes a las habilidades mentales y físicas, así como las limitaciones de las personas.
<b>FAD</b>	Formación a distancia vía medios impresos, es el desarrollo de competencias gerenciales, realizadas por eventos didácticos dentro de la institución (INTECAP).
<b>Lumen</b>	Unidad del sistema internacional de medidas para medir el flujo luminoso, es una unidad de la potencia luminosa percibida.
<b>Lux</b>	Unidad derivada del sistema internacional de medidas para la luminancia o nivel de iluminación, y equivale a un lumen/m <sup>2</sup> .
<b>Mantenimiento</b>	Acciones que tienen como objetivo mantener o restaurar un artículo u objeto, a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.
<b>Mecánica automotriz</b>	Se refiere al mantenimiento, fabricación y acondicionamiento de todas las partes mecánicas de un automóvil o vehículo motorizado.

<b>Riesgo</b>	Es la vulnerabilidad ante un posible o potencial perjuicio para las personas o cosas.
<b>Soldadura</b>	Es unir dos o más piezas metálicas mediante la fundición del material en el punto de unión, o por alguna sustancia igual o parecida.
<b>Toxicidad</b>	Es una medida utilizada para medir el grado tóxico o venenoso de algunos elementos.



## RESUMEN

La idea de crear un taller de mecánica automotriz dentro de las instalaciones del Centro de Capacitación (INTECAP Cobán, Alta Verapaz) es generar más opciones de cursos técnicos, debido a la demanda de personas para optar a que cursos en esta rama, y brindar una diversidad de servicios a los usuarios que así lo deseen contribuyendo de esta manera a la economía del país. El taller actualmente no está acondicionado para la realización de trabajos de mecánica automotriz, por lo cual surge la necesidad de diseñar una distribución de las distintas áreas y de la maquinaria y equipo.

El taller deberá albergar una gran cantidad de personas entre instructores, mecánicos y estudiantes de los diferentes cursos, por lo que se propone una distribución ergonómica, considerando todos los aspectos de una nave industrial como: ventilación, ruido, iluminación, señalización y mantenimiento, para lo cual se debe de tomar en cuenta las dimensiones del taller y las diferentes áreas con las cuales se pretende que conste, para realizar diferentes mantenimientos simultáneamente.

La maquinaria, equipo y herramienta utilizada dentro del taller, debe ser específica para cada área de trabajo por la diversidad de operaciones que allí se realizan, por lo que debe contar con un lugar específico y no debe ser trasladada a otra área, a menos que sea sumamente necesario.

Para romper con la idea errónea de que por ser un taller mecánico debe ser desordenado, sucio y sin control alguno de lo que sucede dentro de él, la distribución no sólo es orientada hacia las máquinas, sino también a las personas que allí laboran, para crear disciplina y mantener en óptimas condiciones de operación el taller de mecánica automotriz.

Después de realizada la distribución y al poner en marcha el taller se deben tomar en cuenta varios aspectos muy importantes como: la capacitación del personal, las buenas prácticas de manufactura y la coordinación de todas las actividades que se realicen allí, lo cual se debe ejecutar en forma sencilla, motivando al personal para tener el control de todas las actividades de mantenimiento de los vehículos que se llevan a cabo dentro del taller y conocer cuáles son las áreas vulnerables a fallos, y en las que mejor se labora.

Al realizar el estudio de impacto ambiental se debe hacer conciencia a todos los colaboradores de lo importante que es el uso adecuado de los insumos y del buen manejo de los desechos que se generan, para reducir el impacto negativo al ambiente.

# OBJETIVOS

## General

Proponer un diseño de distribución y acondicionamiento de maquinaria y equipo en un taller de mecánica automotriz.

## Específicos

1. Analizar la situación actual y acondicionar las diferentes áreas del taller de mecánica automotriz.
2. Implementar la distribución de maquinaria y equipo dentro del taller.
3. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo que opera dentro del taller.
4. Dar seguimiento y monitoreo al plan de acción propuesto.
5. Generar un estudio de impacto ambiental, para tener mejores condiciones laborales y ambientales.
6. Implementar el concepto de producción más limpia para lograr reducir el riesgo humano y ambiental, aumentando la eficiencia en las operaciones a realizar.





## INTRODUCCIÓN

Actualmente, los talleres mecánicos buscan una mejor organización, para que las diferentes tareas y operaciones sean realizadas en un menor tiempo posible, en una forma más eficiente; cumpliendo las expectativas de los usuarios; es por ello que se necesita instalaciones adecuadas, una mejor distribución de maquinaria y equipo, señalización industrial y control de procesos dentro del taller, como también, capacitación constante de los mecánicos.

El propósito de realizar el presente trabajo de graduación, es proponer una distribución de maquinaria y equipo para un taller de mecánica automotriz, para brindar mejores condiciones, tanto laborales como ambientales en las diferentes áreas de trabajo del taller mecánico, para que los instructores y estudiantes puedan ampliar sus destrezas con menos riesgos laborales y mayor comodidad, así también, abastecerse de nuevas técnicas para realizar las diferentes tareas y operaciones.

La importancia de implementar una distribución adecuada, en un taller de mecánica automotriz como en el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad de Cobán, A.V. (INTECAP), es porque se debe tener un mejor control en los procesos que allí se llevan a cabo, tomando en cuenta varios aspectos como: la infraestructura, distribución del taller por áreas de trabajo y las diferentes operaciones; es por ello que en el capítulo uno y dos se darán datos generales de la institución, los conceptos necesarios y el diagnóstico actual del taller.

En el capítulo tres se realizará un propuesta de distribución de maquinaria y equipo, en los capítulos cuatro y cinco se describe la propuesta realizada y se dará control y seguimiento al plan de acción. Por último, en el capítulo seis se realiza el estudio de impacto ambiental, para hacer conciencia de cómo se puede tener un menor impacto al ambiente utilizando conceptos como el de producción más limpia.



### **1.1.2. Historia**

INTECAP empezó a operar en 1976 en el departamento de Alta Verapaz como Delegación Departamental, atendiendo cursos móviles. Su ubicación era en la calle Belice, Cobán A.V., salida a San Pedro Carchá. Posteriormente se construyó el Centro de Capacitación Cobán, en la diagonal 1, 5-54 zona 1, de Cobán, lugar donde se encontraba ubicado un taller de carpintería de INTECAP, denominado en ese entonces taller de madera para el Centro de Capacitación Prera Oliva. (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad [INTECAP], 2002).

El centro cuenta en el primer nivel, con oficinas administrativas, taller de carpintería, taller de electricidad, aula de Informática, área de cafetería, aula para capacitación, sala para instructores. En febrero de 1998, aun sin funcionar el centro se decidió trasladar definitivamente las oficinas al nuevo centro.

Las oficinas empezaron a funcionar, provisionalmente, en el taller de electricidad. El 18 de agosto de 1998, se inaugura oficialmente el Centro de Capacitación Cobán, se impartirán cursos de computación, carpintería, electricidad, corte y confección, bordado a máquina, administración de pequeña y mediana empresa, administración agrícola y modalidad FAD (Formación a distancia vía medios impresos).

A la fecha se han hecho algunas modificaciones, por lo que actualmente también se cuenta con un aula de gastronomía, donde se atienden cursos de cocina y repostería, también se imparte la carrera de cultora de belleza.

### **1.1.3. Misión**

La Misión es la razón de ser de una empresa o institución, el motivo por la cual existe. Así mismo es la determinación de la o las funciones básicas que la empresa o institución va a desempeñar en un entorno determinado para conseguir tal misión.

- Misión de INTECAP

“Formar, y certificar trabajadores y personas por incorporarse al mercado laboral, así como brindar asistencia técnica y tecnológica en todas las actividades económicas, para contribuir a la competitividad y al desarrollo del país”.

### **1.1.4. Visión**

Se refiere a lo que la empresa quiere crear, la imagen futura de la organización.

La visión es creada por la persona encargada de dirigir la empresa, y quien tiene que valorar e incluir en su análisis muchas de las aspiraciones de los agentes que componen la organización, tanto internos como externos.

La visión se realiza formulando una imagen ideal del proyecto y poniéndola por escrito, a fin de crear el sueño (compartido por todos los que tomen parte en la iniciativa) de lo que debe ser en el futuro la empresa.

Una vez que se tiene definida la visión de la empresa, todas las acciones se fijan en este punto y las decisiones y dudas se aclaran con mayor facilidad. Todo miembro que conozca bien la visión de la empresa, puede tomar decisiones acorde con ésta.

- Visión de INTECAP

“Ser reconocidos como la Institución líder y modelo en la efectividad de nuestros servicios que buscan constantemente la excelencia”.

#### **1.1.5. Valores institucionales**

Son los fundamentos que guían la forma de actuar de los integrantes del INTECAP. Para alcanzar la visión y la misión, estos valores se interpretarán así:

- Identidad Nacional

“Con orgullo por nuestro país, en INTECAP trabajamos con fe y por convicción de engrandecer y desarrollar a Guatemala y a sus habitantes. En forma personal y social defendemos y exaltamos nuestra identidad nacional”.

- Innovación

“Valorizamos el talento humano que genera soluciones originales, creativas y exitosas. Superamos lo cotidiano y somos modelo marcando diferencia positiva de calidad. Somos satisfactores permanentes y estamos adelante de cualquier necesidad”.

- Compromiso

“Un compromiso en el INTECAP es una misión a cumplir con resultados superiores a los esperados. Aplicando los valores institucionales y las satisfactorias de calidad, puntualidad, responsabilidad, ética, comunicación, trabajo en equipo y productividad, brindamos bienestar a las personas, a las empresas y a nuestra patria Guatemala”.

- Integridad

“Actuamos justa y correctamente haciendo el bien. Todo servicio, atención y trabajo es de respeto a las personas, leyes y normas. Con ética y autenticidad realizamos nuestras labores de forma honesta y ejemplar”.

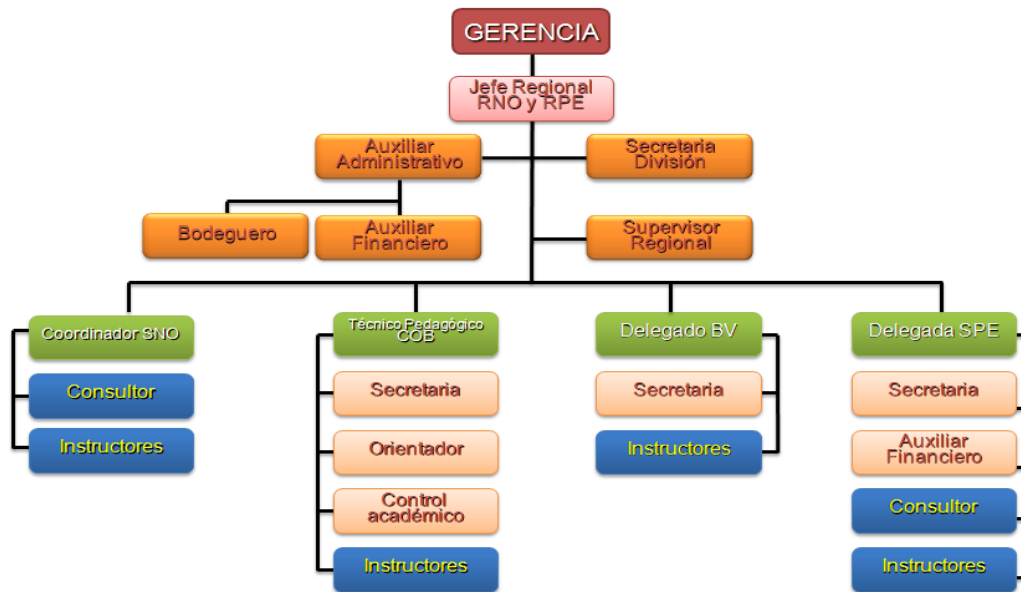
#### **1.1.6. Organización**

La organización del Centro de Capacitación de Cobán, está integrada tanto por personal de planta, como personal externo, el cual se describe a continuación.

##### **1.1.6.1. Organigrama**

El Centro de Capacitación Técnica de Cobán está organizado como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Organigrama, Centro de capacitación (INTECAP) Cobán



Fuente: INTECAP Cobán, A.V.

El organigrama presenta las funciones de las diferentes áreas las cuales se distinguen por los colores, los que tienen las diferentes funciones dentro del centro de capacitación:

- Gerencia: es responsable de la buena administración de la Institución, de la formación, preparación y eficiencia del personal.
- Jefe regional: a cargo del centro de capacitación de Cobán, es el responsable de coordinar todas las actividades eficientemente, trasladando la información desde gerencia hacia el área administrativa.



- Área administrativa: la cual se identifica con el color naranja, responsable del soporte a las demás áreas técnicas, lo cual la convierten en un órgano fundamental para el cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- Divisiones de apoyo a la operación: identificados por el color verde, encargado cada uno, de las diferentes divisiones del centro regional, y de las delegaciones que se tienen en los departamentos de Baja Verapaz y Petén.
- Secretaria, control académico y auxiliar financiero: identificados por el color rosado, son los encargados de darle soporte y seguimiento a las tareas de la división de apoyo a la operación.
- Consultores e instructores: identificados por el color azul, son personas que laboran en el centro de capacitación así como otras externas al centro, que brindan asesoría e imparten diferentes cursos.

#### **1.1.7. Actividades y servicios**

Con las actividades de capacitación atiende a los trabajadores y las personas por incorporarse al trabajo, ya sea como trabajadores operativos, supervisores o directores. Está basada en principios y métodos didácticos y educativos modernos. Actualmente ofrece siete diversos tipos de capacitación.

- Formación integral de jóvenes, (FIJO): es una capacitación con tiempo variable entre uno y dos años; período en el cual los participantes se forman como trabajadores operativos en ocupaciones calificadas. Para participar en estos programas se requiere estar comprendido entre los 14 y 18 años.

- Formación de jóvenes y adultos, (FORJA): es la formación inicial a nivel operativo y medio, destinada a adultos y a jóvenes mayores de 18 años, tiene una duración variable, desarrolla competencias en una o varias funciones laborales específicas.
- Carrera técnica, (CT): son eventos de formación inicial a nivel medio, de larga duración, que facilitan el desempeño en puestos de supervisión o de mandos medios.
- Carrera técnica corta: denominadas también CTC, son eventos de formación complementaria, destinadas para jóvenes y adultos; son de duración media.
- Actualización y Complementación Técnica Administrativa, (ACTA): son eventos que tienen como objetivo reducir las brechas originadas por el avance de la tecnología y del desarrollo de los procesos.
- Diplomados: son eventos de capacitación a nivel ejecutivo, tanto en aspectos técnicos como de gestión organizacional.
- Seminarios: son eventos a nivel medio y ejecutivo enfocados a necesidades específicas de transferencia tecnológica y de técnicas administrativas.

Del mismo modo, se brinda asistencia técnica orientada a la solución de problemas que afecten las distintas áreas de las empresas. Puede ser a nivel de asesoría o a nivel de consultoría; asimismo información y documentación técnica, que favorece la transferencia tecnológica a través de la solución de consultas técnicas, envío de boletines y búsqueda de información en internet.

Además, se brinda el servicio de banco de recurso humano. Las empresas que requieran personal calificado, pueden solicitar que se les refiera a alumnos destacados entre los egresados.

Los departamentos de la región norte desempeñan eficientemente las diversas ocupaciones y oficios, desarrollando sistemáticamente un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes en todos los trabajadores de la región, en los tres sectores de la actividad económica y en los tres niveles ocupacionales: agrícola, industrial, comercio y servicios.

Actualmente, en el Centro de Capacitación Cobán, A.V. se imparten las carreras y cursos de Administrador de pequeña empresa, Electricidad, Mecánica Automotriz, Computación, Reparación de Computadoras, Cultor de Belleza, Chef Internacional, Panadero, Florista, Sastre, Modista, los idiomas Inglés y *Q'eqchi*.

## **1.2. Distribución de maquinaria**

Consiste en determinar la posición, en cierta porción de espacio, de los diversos equipos que integran un proceso. Esta ordenación incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento y trabajos indirectos, y todas las actividades y servicios, como el equipo de trabajo y el personal del taller, entre otros.

El objetivo primordial es la distribución en planta para un taller mecánico creando áreas de trabajo ergonómicamente diseñadas para efectuar los diferentes mantenimientos de la forma correcta.

### **1.2.1. Tipos de distribución**

Fundamentalmente existen tres tipos de distribución de maquinaria, los cuales son los más utilizados actualmente.

#### **1.2.1.1. Por producto**

Comúnmente conocido como fabricación continua (línea), cuyo ejemplo más común es la fabricación de automóviles. Esto es, el material físico, tal vez el armazón, se coloca sobre un transportador que avanza para ir ensamblando los componentes hasta que el producto está terminado.

Durante el proceso de producción, los nuevos componentes aumentan hasta un nivel a intervalos fijos. Naturalmente, muchos de los componentes se producen también por proceso o por posición fija.

La distribución por producto y la fabricación continua son generalmente considerados ideales para una producción de costo unitario bajo. Por lo general, hay menos material de transporte y pocos inconvenientes si se requiere alguna parada momentánea en el proceso que suponga almacenamiento. Se necesita menos inversión monetaria, debido a que hay menos capital invertido en el proceso al mismo tiempo.

Se necesita menos espacio para los servicios y el almacén junto a las máquinas, así como menos inspección para asegurar la calidad del producto. El centro de producción es muy simplificado, y los obreros son capacitados fácilmente para realizar una tarea simple en la línea.

### **1.2.1.2. Por proceso**

Este tipo de distribución, que se adapta a la producción de un gran número de productos similares, está conformado por varios departamentos específicos, cada uno de los cuales está dedicado a una sola o a muy pocas tareas.

La distribución por proceso tiene ventajas e inconvenientes inherentes. Las mayores ventajas es su capacidad para adaptarse a una gran variedad de productos similares. Las máquinas del tipo general son menos caras que las preparadas para un producto determinado.

La experiencia en un proceso particular permite, a operarios como a supervisores, llegar a ser especialistas eficientes en esta área. Los incentivos individuales pueden usarse para que el operador alcance la máxima productividad con los consiguientes beneficios para él y la compañía.

Los equipos y máquinas de tipo general o uso múltiple permiten más fácilmente la eliminación del paro de la producción. Así, si una máquina se detiene, otra puede estar preparada para realizar el trabajo. Además, por lo general los costos de las máquinas son menores que en la distribución por producto.

Estas ventajas naturales son contrarrestadas, en parte por ciertos inconvenientes, como el mayor espacio que se requiere para depósito de los lotes a trabajar. La producción por lotes significa que hay un tiempo para comenzar y un final para acabar el lote, el cual por lo general es extenso. Por otra parte, el control de la programación y producción son claramente complicados.

### **1.2.1.3. Por grupos tecnológicos**

El sistema llamado grupos tecnológicos, agrupa piezas de características comunes en familias, y asigna una línea de producción capaz de producir cualquiera de las piezas de esta familia.

Las ventajas inmediatas de este sistema es que no pierde flexibilidad, pues se puede fabricar casi cualquier pieza, signándola a su grupo correspondiente, donde se comparten las características comunes de la familia. Además, la responsabilidad está perfectamente limitada, ya que cada jefe de grupo es totalmente responsable de la fabricación de cada pieza. El control de producción se reduce a un conjunto de grupo más sencillo de controlar por la similitud de las piezas.

### **1.2.1.4. Posición fija**

Esta distribución se establece cuando hombres, materiales y maquinaria se llevan al lugar y allí la estructura final toma la forma de un producto acabado. Como ejemplos se puede mencionar el ensamblaje de barcos y aviones. En estos casos el obrero se identifica mejor con su producto y se siente más responsable de su calidad.

Este tipo de distribución requiere de menos inversión en equipo y herramienta y la supervisión y control de la producción son usualmente más factibles. En cambio, el aprendizaje necesario es más caro, lo mismo que el almacenamiento y el transporte de materiales que, además, son difíciles de controlar.

### **1.3. Estudio de iluminación**

La iluminación, en lo que respecta al área industrial, debe tener presente un gran número de luminarias, ya que deben abarcar espacios muy grandes y extensos, también deben poseer características distintas a luminarias convencionales o residenciales como poseer mayor potencia, brillo, incandescencia y aceptar los cambios bruscos de voltaje. Estos tipos de luminarias se crearon con el fin de facilitar los procesos producidos de distintos trabajos industriales, además de relacionar la cantidad de luz utilizada con respecto a las labores realizadas.

Para esto es necesario analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad, como también seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera satisfactoria.

### **1.4. Niveles de ruido aceptables**

Las operaciones sumamente mecanizadas, la aceleración del ritmo de las máquinas, la densidad de la maquinaria en el lugar de trabajo, y hasta hace poco tiempo, la falta de conocimiento detallado sobre las molestias y los riesgos debidos al ruido, han sido la causa que en muchas fábricas los trabajadores hayan estado expuestos a niveles de ruido que actualmente se consideran excesivos.

El primer paso que hay que dar para disminuir los ruidos es medirlos. Se ha estandarizado una unidad decibel y se ha construido un instrumento para registrar los sonidos en esa unidad.

De acuerdo a la definición de la colección científica de sonido y audición, el sonido se produce cuando un cuerpo se mueve de un lado a otro con suficiente rapidez para enviar una onda a través del medio en el que está vibrando; sin embargo, el sonido, como sensación, debe ser recibido por el oído y transmitido al cerebro.

El decibel, cuya abreviación es dB, se define como la variación más pequeña que el oído puede descubrir en el nivel del sonido. Cero decibeles son el umbral de la audición y 120 decibeles del dolor.

En sí, no existe una definición rígida del ruido, pero tal fenómeno causa en el organismo humano los siguientes efectos:

- Efectos patológicos.
- Fatiga.
- Estados de confusión.
- Efectos psicológicos.
- Que el trabajador no perciba un peligro inminente.
- No todos los individuos tienen la misma resistencia al ruido, algunos son hipersensibles al mismo. La experiencia indica que cualquier ruido superior a 90 decibeles perjudica.
- La acústica se orienta a la disminución del ruido y al reparto uniforme de la energía sonora. Parte del control del ruido en su origen y su aislamiento posterior.
- Es más difícil controlar ruidos diferenciados, intermitente o de diferentes intensidades que aquellos constante, idénticas y demasiado cercanas.



La tabla I, del nivel sonoro recomendable puede servir de punto de referencia para diseñar áreas de trabajo.

Tabla I. **Niveles de ruido de los diferentes ambientes laborales**

<b>Ambiente</b>	<b>DB</b>
Sala de grabación	25
Sala de conciertos	30
Hospital	35
Sala de conferencias	40
Sala de clase	40
Oficinas	45
Bancos, almacenes	50
Restaurantes	50
Fábricas	50 – 80

Fuente: Manual de ingeniería y organización institucional. p. 237.

### **1.5. Ventilación y número de renovaciones por hora**

En todo tipo de industria se requiere una buena ventilación, el aire que se respira debe poseer la calidad necesaria, la cual está determinada por los agentes contaminantes que éste posea al momento de que un operario la respire.

La renovación del aire dentro de una nave industrial se puede llevar a cabo por los siguientes medios:

- Renovación natural
- Renovación forzada

La ventilación natural es mediante la cual se aprovechan los medios naturales disponibles para introducir aire al interior del edificio, pasarlo por él y expulsarlo. Mientras que la ventilación forzada es la que se realiza mediante la creación artificial de depresiones o sobre presiones en conductos de distribución de aire o áreas del edificio. Éstas pueden crearse mediante extractores, ventiladores, unidades manejadoras de aire u otros elementos accionados mecánicamente.

El movimiento de aire puede ocurrir por renovación natural o renovación forzada, o por una combinación de ambas, esto depende de las condiciones atmosféricas, el diseño del edificio y la localización y orientación del mismo.

Los ventanales de un edificio deben ser colocados, tanto longitudinalmente como frontalmente, ya que el viento algunas veces soplará paralelo al lado longitudinal y otras veces al lado frontal. El área de las ventanas para una buena ventilación natural es aceptable del 25% al 30% de la superficie total de las paredes del edificio.

Las entradas de aire en la superficie de ventanales deben ser iguales a las salidas de aire para atener balanceadas las 2 masas de aire.

- Número de renovaciones por hora

La ventilación natural de las naves industriales se mide por el número de veces que cambia el volumen de aire por hora dentro del edificio, siendo este aire exclusivamente el destinado a la ventilación. Este número de renovaciones de aire por hora está en función del número de personas que se encuentran en él, del tipo de maquinaria y las operaciones del proceso.

Tabla II. **Número de renovaciones de aire por hora**

<b>Renovación de aire</b>	<b>Número de renovaciones por hora</b>
Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales (enfermedades comunes)	3 - 4
Hospitales (enfermedades epidémicas)	5 - 6
Talleres	3 - 4
Teatros	3 - 4

Fuente: Manual de ingeniería y organización institucional. p. 253.

## **1.6. Tipos de edificios industriales**

Los edificios industriales, según su tipo de construcción, se clasifican en tres categorías principales.

### **1.6.1. De primera categoría**

Son edificios construidos de concreto, paredes de block, techos de loza, pisos cerámicos; pueden ser de uno a varios niveles, son utilizados regularmente para oficinas, industrias farmacéuticas y laboratorios.

### **1.6.2. De segunda categoría**

Predomina el acero estructural como una combinación del concreto armado en cantidades menores, ya que este último servirá de apoyo a las columnas de acero y a los tabiques de relleno. La cubierta superior del edificio puede ser lámina de zinc, de Aluzinc, de asbesto cemento, en algunas secciones de losa de concreto armado.

Su acabado, generalmente, es de superficie rústica pintada, los pisos para el área de producción son de concreto armado sin pulir, para el área de oficinas, generalmente son de pisos de cemento líquido o granito. La ventilación y la iluminación se suministran aprovechando las fuentes naturales.

### **1.6.3. De tercera categoría**

La madera es el material que interviene fundamentalmente en la construcción de estos edificios. La estructura principal está formada por columnas y armaduras de madera cuando los claros son grandes, sus pisos son de hormigón rústico, techos de lámina; el costo de construcción es bajo.

### **1.7. Ergonomía en puestos de trabajo**

Por lo general, es muy eficaz examinar las condiciones laborales de cada caso al aplicar los principios de la ergonomía para resolver o evitar problemas. En ocasiones, cambios ergonómicos, por pequeños que sean, del diseño del equipo, del puesto de trabajo o las tareas pueden mejorar considerablemente la comodidad, la salud, la seguridad y la productividad del trabajador. A continuación figuran algunos ejemplos de cambios ergonómicos que, de aplicarse, pueden producir mejoras significativas:

Para labores minuciosas que exigen inspeccionar de cerca los materiales, el banco de trabajo debe estar más bajo que si se trata de realizar una labor pesada.

Para las tareas de ensamblaje, el material debe estar situado en una posición tal que los músculos más fuertes del trabajador realicen la mayor parte de la labor.

Hay que modificar o sustituir las herramientas manuales que provocan incomodidad o lesiones. A menudo, los trabajadores son la mejor fuente de ideas sobre cómo mejorar una herramienta para que sea más cómodo manejarla. Así, por ejemplo: las pinzas pueden ser rectas o curvadas, según convenga.

Ninguna tarea debe exigir de los trabajadores que adopten posturas forzadas, como tener todo el tiempo extendidos los brazos o estar encorvados durante mucho tiempo.

Hay que enseñar a los trabajadores las técnicas adecuadas para levantar pesos. Toda tarea bien diseñada debe minimizar cuánto y cuán a menudo deben levantar pesos los trabajadores.

Se debe disminuir al mínimo posible el trabajo en pie, pues a menudo es menos cansador hacer una tarea estando sentado que de pie.

Se deben rotar las tareas para disminuir todo lo posible el tiempo que un trabajador dedica a efectuar una tarea sumamente repetitiva, pues éstos exigen utilizar los mismos músculos una y otra vez y normalmente son muy aburridas.

Hay que colocar a los trabajadores y el equipo de manera tal, que los trabajadores puedan desempeñar sus tareas teniendo los antebrazos pegados al cuerpo y con las muñecas rectas.

Ya sean grandes o pequeños los cambios ergonómicos que se discutan o pongan en práctica en el lugar de trabajo, es esencial que los trabajadores a los que afectarán esos cambios participen en las discusiones, pues su aportación puede ser utilísima para determinar qué cambios son necesarios y adecuados. Conocen mejor que nadie el trabajo que realizan.

### **1.7.1. Análisis ergonómico del trabajo**

El análisis ergonómico del trabajo, dirigido especialmente a las actividades manuales de la industria y a la manipulación de materiales, ha sido diseñado para servir como una herramienta que permita tener una visión de la situación de trabajo, a fin de diseñar puestos de trabajo y tareas seguras, saludables y productivas. Así mismo, puede utilizarse para hacer un seguimiento de las mejoras implantadas en un centro de trabajo o para comparar diferentes puestos de trabajo.

La base del análisis ergonómico del puesto de trabajo consiste en una descripción sistemática y cuidadosa de la tarea o puesto de trabajo, para lo que se utilizan observaciones y entrevistas, a fin de obtener la información necesaria. En algunos casos, se necesitan instrumentos simples de medición, como puede ser un luxómetro para la iluminación, un sonómetro para el ruido, un termómetro para el ambiente térmico.

## **1.8. Señalización industrial**

Es la acción que trata de llamar la atención de los trabajadores sobre determinadas circunstancias cuando no se puede eliminar el riesgo ni proteger al individuo. La señalización trata básicamente de identificar los lugares y las situaciones de riesgo por medio de señales y símbolos que deberán ser fáciles de identificar.

### **1.8.1. Tipos de señalización**

Existen muchos tipos de señalización actualmente, pero los más utilizados en la industria y en el sector de servicios, se describen a continuación.

#### **1.8.1.1. Prohibición**

Su objetivo es indicar a los usuarios de las vías las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso. La mayoría de las señales de reglamentación son circulares, con fondo blanco, borde rojo y leyenda o símbolo negro. Si la señal está cruzada por una barra roja, la restricción consiste en una prohibición completa.

Figura 3. **Señal de prohibición**



Fuente: Guía didáctica de señalización de ambientes y equipos (CONRED). p. 20.



### **1.8.1.2. Obligación**

Son señales de seguridad que obliga a un comportamiento determinado, como el uso de equipo de protección personal. Las señales de obligación en su gran mayoría son circulares con el fondo color azul y leyenda en color blanco.

Figura 4. **Señal de obligación**



Fuente: Guía didáctica de señalización de ambientes y equipos (CONRED). p. 34.

### **1.8.1.3. Prevención**

Tienen por objeto advertir al usuario de la vía, la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta. Todas las señales de prevención tienen forma triangular, esquinas redondeadas, fondo color amarillo, leyendas y bordes negros. Su empleo en las empresas depende de las características de las vías y de las instalaciones. Ver figura 5.

Figura 5. **Señal de prevención**



Fuente: Guía didáctica de señalización de ambientes y equipos (CONRED). p. 40.

#### **1.8.1.4. Información**

Señales que proporciona información para facilitar el salvamento o garantizar la seguridad de las personas, estas señales son rectangulares, con un fondo verde y leyenda de color blanco; es comúnmente utilizado para indicar las rutas de evacuación.

Figura 6. **Señal de información**



Fuente: Guía didáctica de señalización de ambientes y equipos (CONRED). p. 28.

## **1.9. Mantenimiento**

Serie de pasos o actividades que deben ser realizadas en el equipo e instalaciones con el fin de mantenerlos en un nivel de servicio adecuado para el cual fueron creados.

### **1.9.1. Características**

Un mantenimiento realizado a cualquier tipo de máquina o pieza debe de tener las siguientes características.

- Realizar todas las medidas de seguridad y equipo de protección personal.
- Tener un *stock* completo de herramienta para realizar con éxito el trabajo de mantenimiento.
- Contar con el recurso humano capacitado para realizarlo eficientemente.
- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Planear y programar en forma conveniente la labor de mantenimiento.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Proporcionar servicios de aseo y limpieza a toda la fábrica.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

## **1.9.2. Tipos de mantenimiento**

Existen tres tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados.

### **1.9.2.1. Preventivo**

Se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerle una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que fallen, esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales de los mismos. Este programa lo debe diseñar el jefe del departamento de mantenimiento con la anuencia del gerente de planta y con el conocimiento de los jefes de los diferentes departamentos.

### **1.9.2.2. Predictivo**

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etcétera.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etcétera.

### **1.9.2.3. Correctivo**

El mantenimiento correctivo, es el que se realiza después de que la máquina falle, es por ello que nunca se debe desechar, pues aunque tengamos un programa de mantenimiento preventivo eficiente, las fallas mecánicas no se pueden prever por completo.

Regularmente, las casas que proporcionan maquinaria recomiendan algunos lotes mínimos de piezas que fallan con cierta regularidad, para que tengan los recambios cuando se necesiten, sin que esto signifique tener invertido un gran capital.

### **1.10. Producción más limpia**

Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. Producir limpio es:

- Reducir el volumen de residuos que se generan
- Ahorrar recursos y materias primas
- Ahorrar costos de tratamiento
- Modernizar la estructura productiva
- Innovar en tecnología
- Mejorar la competitividad de las empresas

### **1.10.1. Metodología**

La metodología de Producción más Limpia consiste en realizar un análisis de la empresa o institución, a través de una evaluación en planta, la cual consta de cuatro etapas básicas.

- Preparación

Se lleva a cabo una evaluación preliminar; se examina la calidad de los procesos para determinar el potencial de Producción más Limpia de la empresa. Además se define el enfoque de la evaluación en planta, el compromiso de la gerencia y el equipo de producción más limpia, en el cual participa personal de la empresa.

- Balance de materia y energía

Los procesos de producción seleccionados son analizados y se identifican los puntos donde se están generando los desechos o residuos. Se realizan los balances, los cuales se utilizan para identificar y evaluar las posibles medidas de producción más limpia, así como para monitorear los ahorros posteriores.

- **Síntesis**

Se identifican las medidas orientadas a la optimización de los procesos, las cuales se evalúan utilizando criterios económicos, ambientales, técnicos y organizacionales. Esto se realiza como base para determinar prioridades para la implementación, dando como resultado un plan de acción o de trabajo para la aplicación de producción más limpia en la empresa.

- **Implementación**

Una vez la síntesis ha sido completada, las medidas aceptadas son introducidas al proceso productivo. Los ahorros obtenidos, como resultado de la implementación de producción más limpia, son monitoreados y se comparan con los ahorros predichos en la síntesis.

### **1.10.2. Áreas de aplicación**

Producción más Limpia puede ser aplicada a los procesos empleados en cualquier industria, a los productos mismos y a los diferentes servicios prestados a la sociedad. Las áreas con mayor aplicación son:

#### **1.10.2.1. Recursos energéticos**

Reduciendo el impacto ambiental del uso de energía por medio de: eficiencia energética mejorada, utilizando recursos renovables como la energía solar y producida por el agua, reduciendo el consumo de energía producida por combustibles fósiles, se podrá aumentar la eficiencia energética y reducir el riesgo ambiental.

### **1.10.2.2. Recurso híbrido (agua)**

El conocimiento de los flujos de agua dentro de una empresa, constituye un aspecto importante para producción más limpia, para lo cual se debe de llevar a cabo una medición y monitoreo para la implementación de buenas prácticas en el uso del recurso híbrido.

Para que las empresas puedan encontrar de una manera activa, la forma óptima para administrar este recurso en sus procesos productivos y de servicios.

Los beneficios del buen manejo del recurso híbrido son:

- Disminución del consumo de agua y otros recursos naturales
- Mayor protección al ambiente, gracias a un mejor manejo de los efluentes
- Reducción de aguas residuales que requieran un tratamiento posterior

### **1.10.2.3. Buenas prácticas de manufactura**

Son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación. Es por ello que son indispensables en la utilización de producción más limpia, y se asocian a través del control efectuado por inspecciones de los diferentes procesos y uso de equipo y utensilios de higiene.



#### **1.10.2.4. Seguridad industrial**

La adopción de un programa de salud ocupacional y seguridad industrial mejora los ambientes de trabajo, lo que repercute directamente en la productividad del personal y por otra parte reduce y controla los riesgos relacionados con la operación del recurso humano dentro del taller, por lo que ayuda a uno de los fines principales de producción más limpia que es reducir el riesgo humano.

#### **1.10.2.5. Desechos y reciclaje**

Para los desechos producción más limpia utiliza un término llamado: reducción desde la fuente, que implica reducir los desechos desde su origen, en lugar de manejarlos una vez que ya han sido producidos.

El reciclaje se puede llevar a cabo dentro de una planta o proceso, en cuyo caso se convierte en parte del enfoque de producción más limpia y si se realiza fuera de una planta.

#### **1.10.3. Beneficios de producción más limpia**

Los beneficios que la producción más limpia genera al ser bien implementada en una empresa o institución se nombran a continuación:

- Mayor competitividad
- Mayor rentabilidad
- Reducción en costos de producción
- Mejora en la calidad del producto
- Mejora en la eficiencia del proceso

- Reducción en el uso de materia prima
- Minimización del uso de agua y energía
- Disminución de los desechos y emisiones
- Oportunidad de nuevos mercados
- Mejora de la imagen de la empresa
- Reducción de accidentes laborales
- Mejora el ambiente de trabajo
- Mejor cumplimiento de la regulación ambiental

## **1.11. Descripción de cada una de las áreas del taller mecánico**

El taller está dividido por áreas de trabajo, en las cuales se realizan diferentes tareas de mantenimiento a los vehículos y máquinas.

### **1.11.1. Alineación y balanceo**

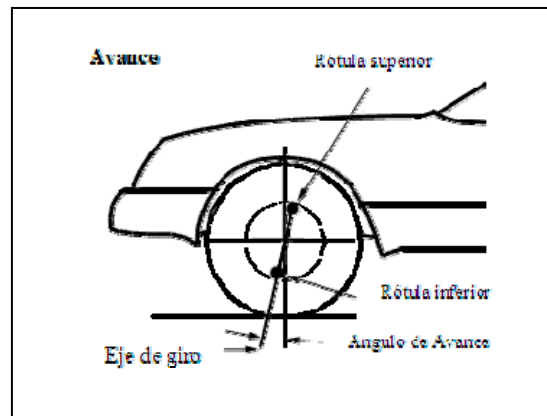
El área de alineación y balanceo automotriz consiste en revisar las ruedas de los vehículos compuestas cada una por aro y neumático, para que no se produzcan vibraciones, tengan el Angulo correcto para que todo neumático que tenga contacto con el suelo evite desgaste prematuro, y tenga mejor estabilidad y seguridad al conducir. Se divide en dos áreas: alineación y balanceo.

#### **1.11.1.1. Alineación**

La alineación consiste en verificar y corregir todos los ángulos que deben tener las ruedas delanteras compuestas por aro y neumático, hay cuatro medidas y ajustes que se hacen para una alineación completa.

- Avance (*caster*): es la inclinación de una línea imaginaria del eje donde rota la rueda típicamente esto inclina para la parte trasera del auto (avance negativo). Ver figura 7.

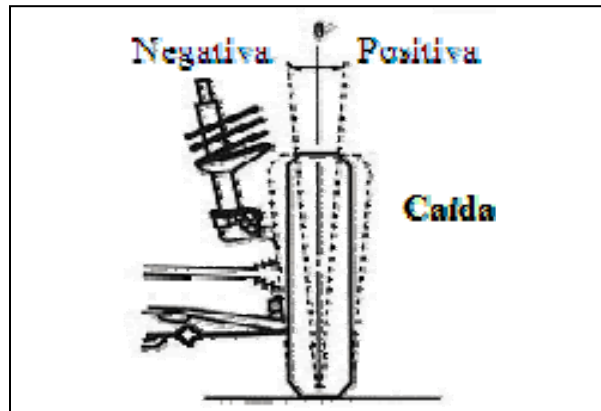
Figura 7. **Avance de la rueda**



Fuente: <http://widman.biz/mantenimiento/alineacion.html>. 03-11-11.

- Caída (*camber*): es la inclinación de las ruedas de una posición vertical, ésta puede ser negativa o positiva. Ver figura 8.
  - Caída negativa: observando el auto del frente, las partes superiores de las rudas están más distantes que las partes inferiores, esta condición no es muy frecuente.
  - Caída positiva: observando el auto del frente, las partes superiores de las ruedas están más cercanas que las partes inferiores, esta condición es muy común.

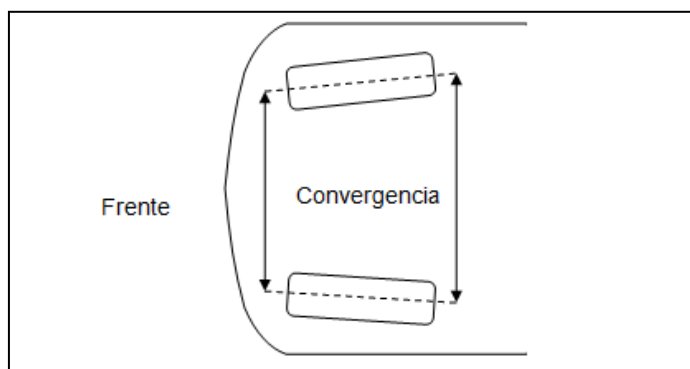
Figura 8. **Caída negativa y positiva de la rueda**



Fuente: <http://widman.biz/mantenimiento/alineacion.html>. 03-11-11.

- Convergencia (*toe in*): es cuando las ruedas delanteras están apuntando hacia adentro, disminuyendo la distancia en la parte del frente y aumentándola en la parte trasera, aumentando el control del automóvil en las rectas, pero mayor sobre viraje. Ver figura 9.

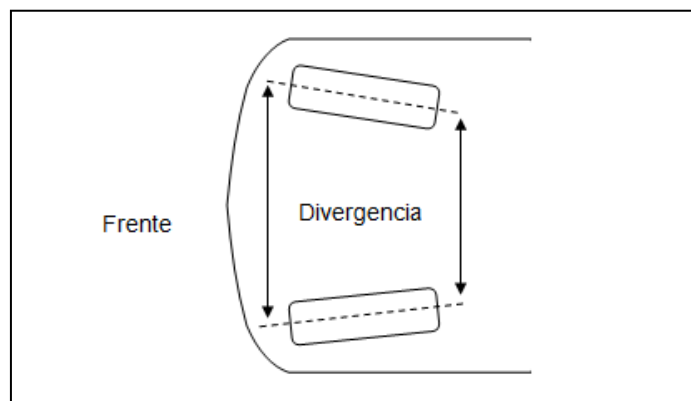
Figura 9. **Convergencia de ruedas delanteras en un automóvil**



Fuente: elaboración propia.

- Divergencia (*toe out*): es cuando las ruedas delanteras están apuntando hacia afuera, aumentando la distancia en la parte del frente, y disminuyéndola en la parte trasera, originando inestabilidad en las rectas y mejor control en las curvas, aumentando el desgaste.

Figura 10. **Divergencia de ruedas delanteras en un automóvil**

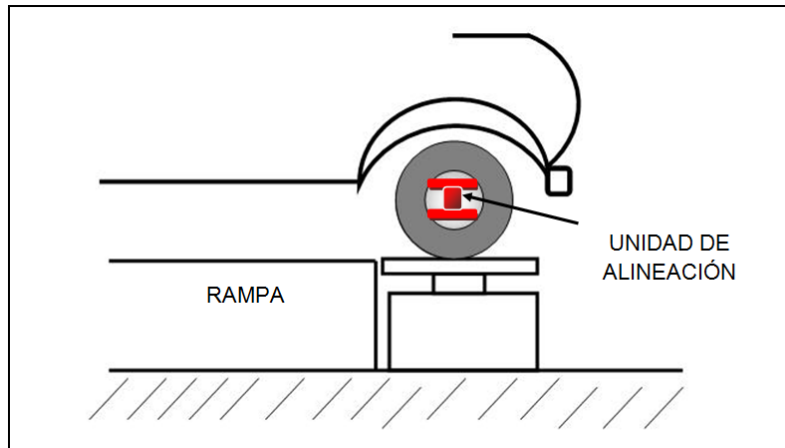


Fuente: elaboración propia

Antes de los cuatro ajustes mencionados anteriormente, se debe verificar el perfecto estado de todos los componentes de dirección y suspensión, ya que si no estuviesen en buen estado no se puede realizar la alineación. En algunos vehículos se alinean también las ruedas traseras.

El área de alineación cuenta con una rampa por donde ingresa el vehículo para darle el servicio, esta rampa al final cuenta con una unidad de alineación para cada rueda, la cual será la encargada de proporcionar el servicio a cada rueda. Ver figura 11.

Figura 11. **Unidad de alineación**



Fuente: elaboración propia.

### 1.11.1.2. **Balanceo**

El balanceo se realiza a las ruedas compuestas por aro y neumático, es básicamente la reubicación del centro de gravedad sobre el centro de giro mediante la distribución de pesos, para que no produzca vibraciones al rodar sobre las diferentes tipos de carretera, a baja y a alta velocidad. En esta operación también se detecta si las llantas no están demasiado golpeadas y las bandas no están deformadas.

Hay dos formas de efectuar el balanceo: uno es con la rueda fuera del vehículo en una máquina especial y la otra es con la rueda puesta en su lugar con una máquina que hace girar la rueda unos cuantos segundos, indicando el lugar exacto donde se debe fijar el contrapeso, y de cuántos gramos debe ser.

La forma que comúnmente se usa utiliza para realizar el balanceo de las ruedas, es con la rueda fuera del vehículo como se mencionó anteriormente, y cada rueda será balanceada con una máquina especial, colocándoles contrapesos de plomo a cada rueda para quedar perfectamente balanceadas.

Figura 12. **Unidad de balanceo de neumáticos**



Fuente: [neumaticos-tiber.com.ar](http://neumaticos-tiber.com.ar). 24-01-11.

### **1.11.2. Elevador hidráulico**

El elevador hidráulico se basa en el principio de que el trabajo necesario para mover un objeto es producido de la fuerza por la distancia que recorre un objeto.

El elevador hidráulico utiliza un líquido incompresible para transmitir la fuerza, y permite que una pequeña fuerza aplicada a lo largo de una gran distancia tenga el mismo efecto que una gran fuerza aplicada a lo largo de una distancia pequeña.

Para el uso en talleres de mecánica automotriz los elevadores utilizados comúnmente son electrohidráulicos propulsados por un motor eléctrico para hacer circular el aceite, como el que se muestra en la figura 13.

Figura 13. **Elevador hidráulico**



Fuente: [www.bendpak.com](http://www.bendpak.com). 26-01-11.

### **1.11.3. Enderezado y pintura**

En esta área se realizan las reparaciones a la carrocería de los vehículos, producidos por maltrato o por colisiones, este lugar debe estar aislado de las otras áreas, porque allí se emana una gran cantidad de polvo y olores, por lo que puede afectar grandemente a las otras áreas de trabajo, por lo que se deberá buscar la mejor manera de ubicarla dentro del taller.



Los procedimientos a seguir en esta área de trabajo son los siguientes:

- Diagnóstico del vehículo
- Enderezado y sustitución de piezas
- Soldadura
- Proceso de pintura
- Secado

Esta área cuenta con el espacio suficiente para que se puedan realizar los trabajos de enderezado y pintura, separada por cortinas de nylon para evitar que el polvo y moléculas de pintura afecten a otras áreas de trabajo.

#### **1.11.4. Bancos de trabajo**

Un banco de trabajo es una mesa adicional instalada en el taller de mecánica automotriz para realizar diferentes tareas sobre ella.

El área de bancos de trabajo es considerada para realizar reparaciones varias a distintas partes de los vehículos que ingresen al taller, es por ello que esta área tiene a su alcance diferentes tipos de herramientas y equipo.

#### **1.11.5. Bodega**

La bodega es el lugar destinado para el almacenaje del *stock* de repuestos, materiales, herramienta y equipo que se utilizará dentro del taller, para que no estén en distintos lugares de trabajo. El área de bodega cuenta con estantes para contener todo lo que se necesite dentro del taller.

### **1.11.6. Compresor**

Un compresor es una máquina que eleva la presión de un gas (aire), para ser utilizada en un instrumento o equipo neumático.

El área del compresor debe ser adecuada a un ambiente aislado por la cantidad de ruido y vibración que genera, con ventilación para captar la cantidad de aire suficiente, a una temperatura ambiente para ser sometida a la presión deseada.

### **1.11.7. Docente**

Es un área aislada dentro de la nave industrial, para evitar distracciones, donde se imparten las clases teóricas del taller mecánico, con la finalidad de adquirir nuevos conocimientos de los diferentes cursos que allí se lleven a cabo.

La buena iluminación, ventilación y el control de ruido son factores muy importantes para esta área, para evitar desviar la atención de los estudiantes.

## **2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1 Justificación**

Por la cantidad de población existente en el municipio de Cobán, A.V., el crecimiento del parque automotriz y el interés por realizar mantenimiento de vehículos de una manera técnica y no empírica; el Centro de Capacitación INTECAP Cobán, A.V. recibe una demanda de personas interesadas en tomar cursos de mecánica automotriz, y al poseer una nave industrial que con anterioridad se utilizaba como taller de carpintería, contando con el apoyo financiero de la alta gerencia, la maquinaria y equipo necesaria, se toma la decisión de montar un taller de esta índole, y con ello se solicita realizar una distribución de maquinaria y equipo, para un taller de mecánica automotriz.

El proponer el diseño de distribución de maquinaria y equipo para un taller de mecánica automotriz, surge como una manera para mejorar la calidad de enseñanza, diversificando las áreas de capacitación, por la gran cantidad de estudiantes interesados en aprender sobre el mantenimiento de automóviles.

Al llevar a cabo la distribución del taller, se optimizan los métodos y operaciones dentro de las áreas de trabajo mejorando las condiciones de la nave industrial.

### **2.1.1. Metodología**

Realizar una investigación detallada llevada a cabo en visitas al Centro de Capacitación (INTECAP Cobán), para conocer al detalle la nave industrial, investigar de las diferentes áreas, procesos y operaciones que se tienen contemplados realizar dentro del taller, como también el equipo y accesorios que se necesitarán.

La información obtenida servirá de apoyo para la elaboración de diseños y propuestas de distribución de maquinaria y equipo por áreas, dentro del taller de mecánica automotriz; tomando en cuenta también las condiciones de la infraestructura del edificio

### **2.2. Objetivos del taller**

El objetivo del taller mecánico, es llevar a cabo una serie de procedimientos de forma cronológica, en la cual se involucran instructores y estudiantes de los diferentes cursos de mecánica, que en el taller se ofrecerán, realizando prácticas y mantenimientos a vehículos que se trabajarán en tres pasos fundamentales, los cuales se muestran en la figura 14.

Figura 14. **Forma de operación del taller**



Fuente: elaboración propia.

Cada uno de los pasos mencionados en la figura 14, se deben realizar con toda la seriedad del caso, y en el orden establecido, porque de éstos depende realizar un buen trabajo dentro del taller.

Las funciones principales del taller de mecánica automotriz en el Centro de Capacitación de Cobán, A.V. son:

- Capacitar a los estudiantes de los diferentes cursos que se impartirán en el taller.
- Planificar las actividades diarias, de las diferentes áreas del taller, según las ordenes de trabajo.
- Realizar mantenimientos y reparaciones de manera adecuada.
- Dirigir las operaciones de mantenimiento, que se llevan a cabo diariamente.
- Llevar un control detallado de todas las actividades del taller.

### **2.2.1. Distribución actual del taller**

La nave industrial actual está acondicionada para realizar trabajos de carpintería, para lo cual cuenta con diferentes áreas para el trabajo de madera, debidamente identificadas. Así también, cuenta con un área didáctica, una oficina, bodega, área para compresor, sanitarios y vestidores para los instructores y alumnos.

Para realizar la distribución de maquinaria, equipo y herramienta del taller de mecánica, corresponde tomar en cuenta la estructura del edificio, para ubicar el portón de acceso a los vehículos, las áreas existentes y reducir costos.

### **2.2.2. Análisis organizacional**

Este análisis permite presentar en términos operativos, cuál es la situación del taller; se realizó para evaluar los factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) que directamente afectan al funcionamiento del taller.

#### **2.2.2.1. Fortalezas**

El taller cuenta con diversidad de fortalezas, las cuales deberán ser aprovechadas:

- Maquinaria y equipo moderno
- Disponibilidad de personal capacitado en las diferentes áreas de trabajo
- Amplias instalaciones
- Diversidad de tipos de mantenimiento realizados dentro del taller

- Buenas condiciones laborales
- Prestigio académico
- Buena atención al cliente

### **2.2.2.2 Oportunidades**

Las oportunidades que se destacan dentro del taller de mecánica automotriz del Centro de Capacitación de Cobán están:

- Implementación nuevos procesos tecnológicos
- Apoyo de otros talleres de INTECAP a nivel nacional
- Apoyo económico para la adquisición de equipo y herramienta
- Ampliación de la diversidad de servicios prestados
- Incremento del número de automóviles en la región

### **2.2.2.3 Debilidades**

Las debilidades identificadas en las diferentes áreas del taller, servirán para conocer con exactitud los factores que deben de reforzarse para evitar dificultades futuras:

- Difícil acceso para el ingreso de vehículos pesados.
- Distracciones los estudiantes por la cercanía de las otras áreas del centro de capacitación.
- Poca visibilidad de las instalaciones del taller, desde la calle.
- Falta de publicidad.

#### **2.2.2.4. Amenazas**

Las amenazas contempladas deberán ser tomadas en cuenta, para estar preparados y afrontarlas de la mejor manera:

- Apertura de cursos o carreras técnicas de mecánica en colegios de la región.
- Demasiada dependencia de la institución.
- Resistencia al cambio por parte de los instructores y estudiantes, por la adquisición de nueva tecnología y nuevos procesos.

### **2.3. Función de la maquinaria y equipo**

La maquinaria y equipo dentro del taller tiene diferentes funciones las cuales se describen a continuación.

#### **2.3.1. Maquinaria**

Normalmente se refiere a objetos grandes que transportan y levantan objetos, que no son de apoyo como el equipo.

#### **2.3.2. Inventario de maquinaria**

La maquinaria inventariada se describe con la cantidad de cada tipo, el nombre y una pequeña descripción en la tabla III.



Tabla III. **Inventario de maquinaria**

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
1	Bomba de impulsión de aceite	Para ejes diferenciales y cajas mecánicas, de accionamiento manual, para ser acoplada a envases de refinería de cinco galones, tipo <i>trocker</i> para transporte de bomba, marca: <i>Alemite</i> .-	Perfecto estado, Maquinaria nueva.
1	Cizalla-guillotina manual	Indicado en manual, estructura robusta, accionamiento por palanca, capacidad de corte de 10 milímetros, marca MOP	Perfecto estado, Maquinaria nueva.
1	Compresor eléctrico	Motor de 3 hp, tanque de 21 galones, presión de 135 PSI, 110V, transmisión por medio de faja y poleas, dos (2) etapas, Marca: <i>Luowei</i>	Perfecto estado, Maquinaria nueva
1	Desarmadora y armadora de neumáticos	Con accionamiento neumático, filtro de aire y trampa de agua incorporado, capacidad de agarre exterior de 12 a 24 pulgadas	Perfecto estado, Maquinaria nueva
2	Engrasadora manual	Con manguera flexible de 0.45 metros de largo, marca: <i>Alemite</i>	Perfecto estado, Maquinaria nueva

Continuación tabla III.

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
1	Esmeril de pedestal	Con potencia de 500 Watts, 229 Voltios, trifásico, 3000rpm, Marca: Metabo.	Perfecto estado, Maquinaria nueva
1	Pluma-grúa	Capacidad de 2 toneladas, brazo de elevación de 51 a 62 pulgadas, altura máxima de elevación de 100 pulgadas, gancho giratorio a trescientos 60°, marca: Mega.	Perfecto estado, Maquinaria nueva
1	Puente electrohidráulico	De postes gemelos con adaptadores para altura, con capacidad máxima de 10 000 libras, de brazos extensibles, marca <i>Bend-pak</i>	Perfecto estado, Maquinaria nueva
12	Soporte o torre	Capacidad de 3 toneladas, con base de 7 ¾ de pulgada por 7 pulgadas, rango de altura 11 a 17 pulgadas, marca: OTC.	Perfecto estado, Maquinaria nueva
1	Taladro de pedestal	De 310-2450 rpm, motor 2Hp, 6 velocidades, corriente de 220V/60Hz, mesa giratoria, con sistema de refrigerante, marca: <i>Full mark</i> .	Perfecto estado, Maquinaria nueva

Continuación tabla III.

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
3	Tricket hidráulico	Capacidad de 2 toneladas, altura mínima 45 milímetros, altura máxima 465 milímetros, Marca: Mega	Perfecto estado, Maquinaria nueva

Fuente: INTECAP Cobán, A.V.

### **2.3.3. Equipo**

El equipo utilizado dentro del taller de mecánica automotriz es de diferente índole, que generalmente cumple con las funciones siguientes:

- Dar un diagnóstico preciso del inconveniente del vehículo.
- Monitorear datos eléctricos, mecánicos y de inyección de combustible del vehículo en tiempo real.
- Desarmar y armar piezas con mayor facilidad.

### **2.3.4. Inventario de equipo y herramienta**

El equipo y herramienta que se utilizará en el taller de mecánica se describe en la tabla IV.

Tabla IV. **Inventario de equipo y herramienta**

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
2	Amoladora angular	De 6,500 revoluciones por minuto, 2,100 Watts de potencia, 127 voltios, 17.4 amperios, para trabajos en estructuras metálicas, marca <i>Bosch</i> .	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Analizador de gases manuales	Prueba emisiones de escape del vehículo para detectar óxido de nitrógeno (NOX), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), marca <i>Snap-on</i> .	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Bomba central de frenos	Para uso didáctico.	Perfecto estado
1	Caja de velocidades	Con 4 velocidades, mas retroceso. Para uso didáctico.	Usada, estado aceptable
1	Cargador portátil de baterías	Carga baterías de 6, 12, 18 y 24 voltios, tiempo de carga hasta 120 minutos, portátil, marca <i>Snap-on</i> .	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Comprobador de tambores de freno	Con indicador digital, gama de 0 a 16 pulgadas, y de 0 a 400 milímetros, marca: <i>fowler</i> .	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Estetoscopio industrial	Electrónico, con extensión flexible, micrófono, amplificador de 60 a 120 decibeles. 7 niveles de ajuste de volumen. Marca: <i>Steelman</i>	Perfecto estado, equipo nuevo.
3	Fuente de tensión AC	Regulable de 10 amperios, marca: <i>Energy Products</i> , modelo 3PN1210B	Usada, buen estado.

Continuación tabla IV.

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
1	Juego de bomba al vacío	se utilizan para comprobar cualquier parte de cualquier sistema que necesite un adecuado sellado, presión o vacío para funcionar, marca: <i>Blue Point</i>	Usada, buen estado.
2	Juego de calibradores telescópicos	origen Japón, marca: <i>MITUTOYO</i>	Perfecto estado, equipo nuevo.
2	Medidor de fugas de cilindro de motores a gasolina	La gama del manómetro es de cero a cien (0-100) PSI (0-700 Kpa) en incrementos de dos (2) PSI (veinte Kpa), marca <i>Snap on</i> , modelo: EEPV309A.	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Medidor de presión de compresión	Manómetro con válvula de descarga con botón pulsador, gama de presión de 0 a 300 PSI, de 0 a 2,000kpa, marca: OTC.	Perfecto estado, equipo nuevo.
2	Micrómetro	rango de medición de 100-125 milímetros, marca: <i>MITUTOYO</i> ,	Perfecto estado, equipo nuevo.

Continuación tabla IV.

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
2	Micrómetro para exteriores	de 50 a 75mm, marca: <i>Fowler</i>	Perfecto estado, equipo nuevo.
3	Micrómetro para exteriores	Rango de medición de 75 a 100 milímetros, con precisión +/-0.01mm, marca: <i>Fowler</i> .	Perfecto estado, equipo nuevo.
3	Micrómetro para exteriores	Rango de medición de 50 a 75 milímetros, con precisión de +/-0.01 milímetros.	Perfecto estado, equipo nuevo.
2	Mini-amoladora	De 5 pulgadas, 1,100 watios, 11,000 revoluciones por minuto, 9.3 amperios, 127 voltios, marca: Bosch.	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Motor monofásico	Con condensador de arranque de 1/2Hp, 1725rpm, 60Hz, 115/230V, marca: Baldor.	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Panel de alumbrado de vehículo	Para uso didáctico.	Perfecto estado, equipo usado

Continuación tabla IV.

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
1	Panel de encendido de vehículo	Para uso didáctico.	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Pulsador de inyectores	Comprueban balance de cilindro por encendido individual con diferentes rangos: un pulso y 500ms, 50 pulsos y 10ms, y 100 pulsos de 5ms, marca: OTC.-	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Tablero múltiple de medición	para 120/240V, marca: GE	Perfecto estado, equipo usado.
1	Tacómetro digital automotriz	Función de memoria, rango contacto y no contacto de 2,5 99,999 revoluciones por minuto, marca: OTC.	Perfecto estado, equipo usado.
2	Taladro de percusión con percusión	De 5,8 Amperios, 2 velocidades, cero a mil revoluciones por minuto, marca: <i>Bosch</i> .	Perfecto estado, equipo nuevo.

Continuación tabla IV.

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
1	Talleres de herrería y forja de accionamiento manual	Compuesto por los siguiente: Un (1) equipos para cortar y perforar, un (1) equipos para rolar, remachar y doblar, un (1) moldeadora, un (1) moldeadora y curadoras de tubos, un (1) equipos para cortar, perforar, rolar, remachar doblar, un (1) para torcer, un (1) prensa de forja para doblar perfiles, un (1) fragua de gas propano y butano, y un (1) kits de emergencia, Marca: <i>EISENKRAFT</i>	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Termómetro	De acero inoxidable de aguja de 0 a 220 grados <i>Fahrenheit</i> , marca: <i>Hohnson Rose</i>	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Termómetro digital	De 40-302 <i>Fahrenheit</i> , marca: <i>Adcraft</i> , China.	Perfecto estado, equipo nuevo.
1	Termómetro digital	De 0 a 120 grados Centígrados.	Perfecto estado, equipo nuevo.



Continuación tabla IV.

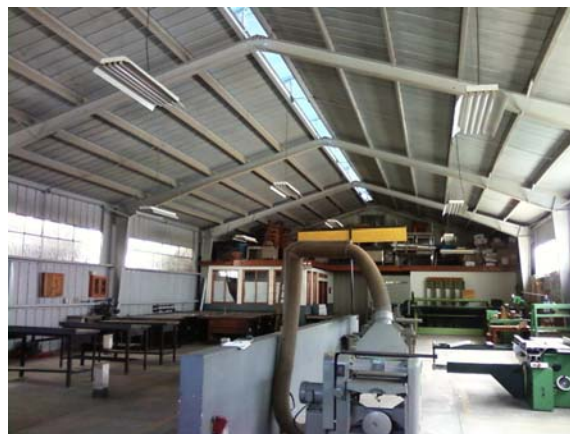
<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
3	Transformador de corriente	Marca: ABB	Perfecto estado, equipo nuevo.

Fuente: INTECAP Cobán, A.V.

#### **2.4. Condiciones actuales del taller de mecánica**

La condición actual del taller es relativamente de carpintería, que no está adecuadamente distribuida pues cuenta con diferentes áreas para el trabajo en madera, área de docencia, área de instructores, bodega, baño, y el cuarto de compresor, por lo que las áreas no están delimitadas ni asignadas.

Figura 15. **Condiciones actuales del taller**

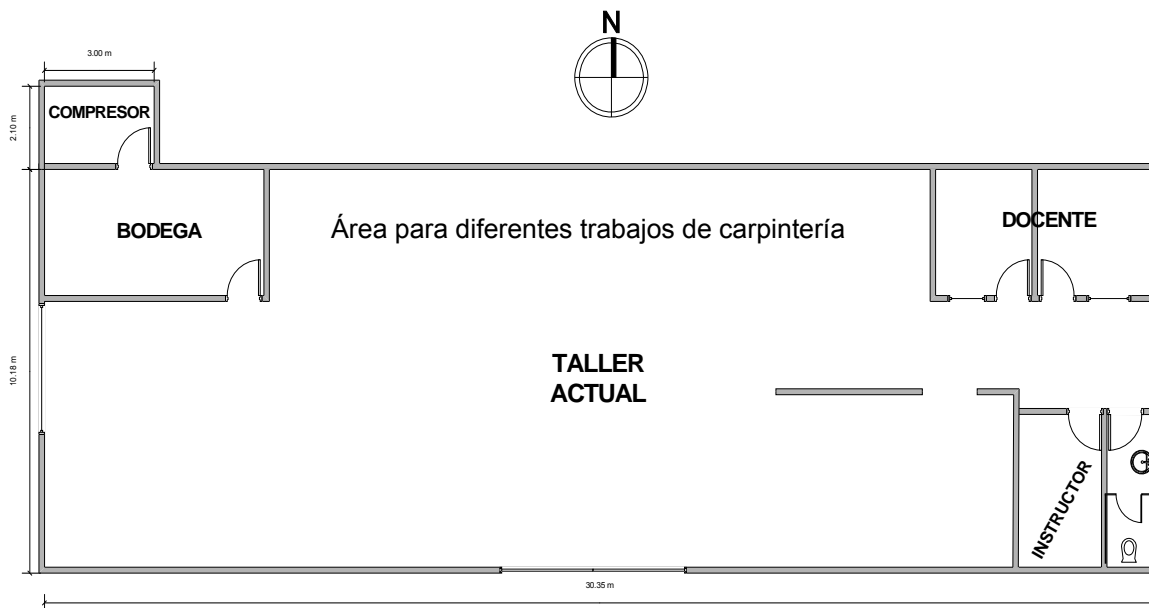


Fuente: INTECAP Cobán, A.V.

### 2.4.1. Dimensiones del taller

El taller cuenta con un área de 377,66 metros cuadrados de construcción, con 12,18 metros de ancho por 30,35 metros de largo y un pequeño cuarto agregado de 2 metros de ancho por 3 metros de largo.

Figura 16. Taller actual



Fuente: elaboración propia.

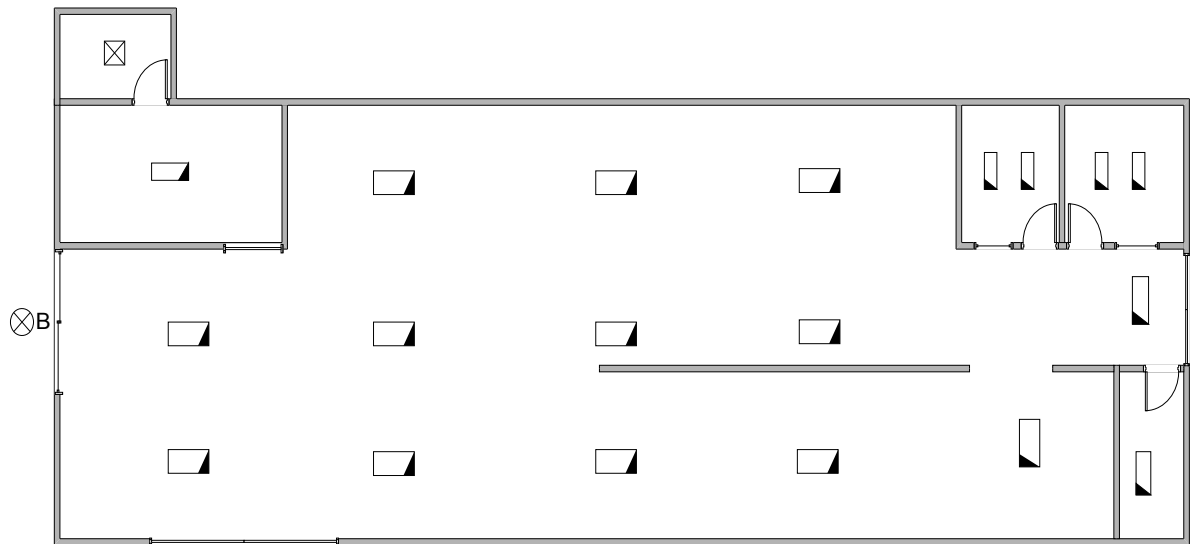
### 2.4.2. Iluminación

La iluminación dentro del taller es natural y artificial, tiene que adaptarse al tipo de trabajo que se realiza en cada área, es por ello que en dicho taller se necesitan los dos tipos de iluminación, con un mínimo de 50 luxes en pasillos y vías de movimiento y 500 luxes para áreas de trabajo.

### 2.4.2.1. Luminarias

El tipo de luminarias que se utilizan dentro del taller son lámparas fluorescentes de 500 luxes, las cuales se encuentran a 4 metros de altura, y una distancia entre luminarias de 2,4 y 2,5 metros, como se muestra en la figura 17.

Figura 17. **Distribución actual de luminarias**



Fuente: elaboración propia.

Así también, en los ambientes pequeños cuenta con lámparas incandescentes independientes a las del resto del taller, de menor potencia para el ahorro de energía.

### 2.4.2.2. Acondicionamiento cromático

El color usado en los ambientes de trabajo influye enormemente en el desempeño de los colaboradores, también ayuda a la reflectancia de la iluminación, y los colores claros sirven para los dos aspectos mencionados anteriormente, es por ello que en el taller de mecánica se utiliza el color azul claro para todas las paredes y techo de color blanco.

### 2.4.3. Ventilación

La ventilación actual del taller de mecánica está constituida por un porcentaje de los ventanales que allí se encuentran, la entrada de vehículos y el monitor del techo, pero por la temperatura de los motores, emisiones de gases y otros trabajos de mantenimiento que puedan afectar la ventilación dentro de las diferentes áreas de trabajo, es insuficiente la ventilación del taller.

Tabla V. **Ventilación actual**

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>TAMAÑO</b>
1	Portón de ingreso de vehículos	Ancho:6 metros Alto: 3 metros
10	Ventanales laterales	Ancho: 6 metros Alto: 0,50 metros

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.4. Ruido y vibraciones**

El ruido dentro del taller de mecánica es un aspecto muy importante a considerar, por afectar a ésta y otras áreas del centro de capacitación por la cercanía de éstos, porque dentro de la mayoría de las áreas del taller se realizan operaciones que conllevan ruidos, que en ocasiones podrían causar daños a la salud y otros ocasionar fatiga y desconcentrar a personas de otros sitios del centro.

En cuanto a las vibraciones, el mayor reto es controlarlas en todo el equipo neumático.

#### **2.5. Tipo de edificio**

Según la clasificación industrial, por los materiales utilizados descritos anteriormente, el tipo de edificio es considerado de segunda categoría, ideal para el tipo de trabajo que se realizará en esta nave industrial.

##### **2.5.1. Infraestructura**

La infraestructura del edificio destinado al taller de mecánica está constituido principalmente paredes y techo de lámina, estructura metálica, y pisos de concreto. Ver figura 18.

Figura 18. **Instalaciones del taller de mecánica automotriz**



Fuente: INTECAP Cobán, A.V.

## **2.6. Análisis de mobiliario**

El mobiliario utilizado dentro de las instalaciones deberá ser en su mayoría, especial para la realización de los trabajos que allí se realicen.

El mobiliario que actualmente se encuentra en el taller se describe a continuación en la tabla VI.

Tabla VI. Descripción del mobiliario

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
1	Mesa para manicura	Con 1 gaveta con rodos, de f6rmica, color negro.	Perfectas condiciones
12	Mesas plegables	Dimensiones 1,20 metros de ancho, 0,60 metros de fondo y 0,74 metros de altura.	Perfectas condiciones
4	Camillas con rodos	Diseñadas en armaz6n de acero 0,89 metros de longitud, con espacio a tierra bajo de 0,10 metros.	Perfectas condiciones
10	Bancos de trabajo	De 1,60 metros de ancho, 0,80 metros de fondo y 0,80 metros de alto, contruidos de madera.	Condiciones aceptables, falta colocar equipo
15	escritorios	De 0,90 metros de ancho, 0,60 metros de fondo y 0,80 metros de alto. Para uso de los estudiantes	Perfectas condiciones
3	escritorios	De 1,50 metros de ancho, 0,60 metros de fondo y 0,80 metros de altura. Para uso de los instructores.	Perfectas condiciones.

Fuente: INTECAP Cob6n, A.V.

### **2.6.1. Estado actual del mobiliario**

Actualmente, el mobiliario que será utilizado en el taller de mecánica, está en perfectas condiciones, porque en su mayoría es nuevo, aunque cabe mencionar que los bancos de trabajo tendrán que ser acondicionados para su uso en el taller, ya que se requiere que éstos cuenten con una prensa manual para sujetar piezas y con un tomacorriente para conectar herramienta eléctrica.

### **2.6.2. Función principal**

La función principal del mobiliario dentro del taller de mecánica automotriz es:

- Organización de libros, manuales y documentos utilizados en el taller.
- Almacenamiento de repuestos y herramienta y equipo dentro del taller.
- Utilización de escritorios, por alumnos e instructores para el área didáctica.
- Utilización de puestos de trabajo, para realizar mantenimientos y reparaciones de una forma ergonómica.

## **2.7. Identificación de áreas con potencial de aplicación**

Las áreas con potencial de aplicación de producción más limpia se identificarán realizando una evaluación preliminar de las entradas (insumos y materia prima) y las salidas (desechos y emisiones al ambiente) que se tienen dentro del taller de mecánica lo cual se ilustra en la figura 19.



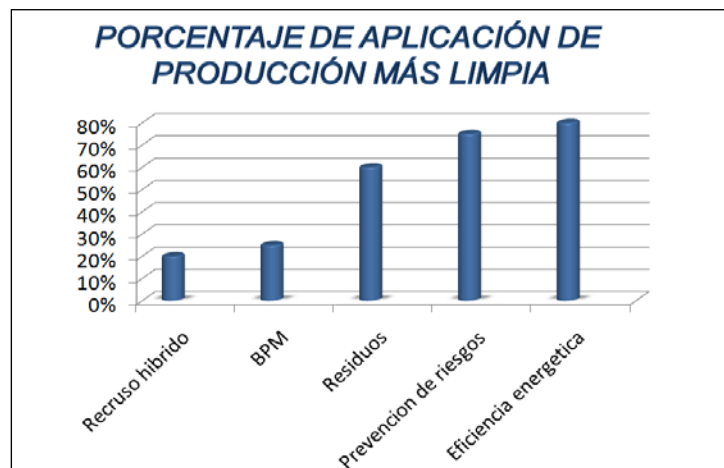
Figura 19. Entradas y salidas de desechos del taller



Fuente: elaboración propia.

Al estudiar las entradas y salidas de los diferentes recursos que se utilizan dentro del taller de mecánica, se identificaron tres áreas con gran potencial de aplicación de producción más limpia, las cuales se describen en la figura 20.

Figura 20. Porcentaje de aplicación de producción más limpia



Fuente: elaboración propia

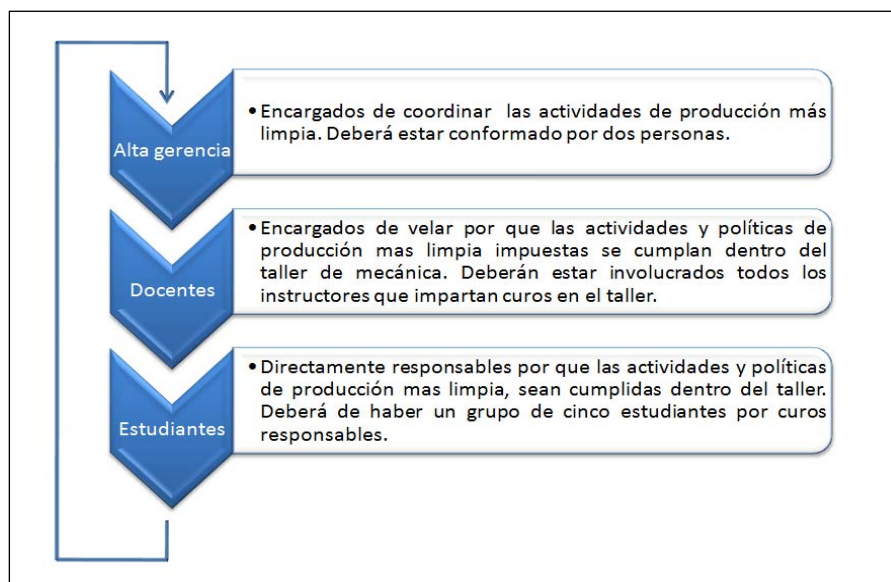
Estos porcentajes fueron obtenidos al estudiar la necesidad de cada una de las áreas de aplicación, tomando en cuenta, cuáles son los que tienen una mayor necesidad de producción más limpia.

### 2.7.1. Producción más limpia

Para que un programa de producción más limpia funcione correctamente, debe de haber colaboración, desde la alta gerencia hasta los estudiantes, lo cual se realiza conformando un equipo de trabajo e involucrar a varios colaboradores de cada área.

El grupo de trabajo deberá estar conformado como se describe en la figura 21.

Figura 21. Grupo de trabajo de producción más limpia



Fuente: elaboración propia.

### 2.7.1.1. Eficiencia energética

En el taller de mecánica se utiliza de energía eléctrica, para el funcionamiento de la maquinaria, equipo e iluminación, lo cual genera un gran consumo del recurso energético dentro de ésta área.

- Beneficios: éstos se describen en la siguiente tabla VII.

Tabla VII. **Beneficios de eficiencia energética**

<b>Factibilidad técnica</b>	<b>Beneficios económicos</b>	<b>Beneficios ambientales</b>	<b>Beneficios adicionales</b>
Fácil implementación con un control del uso de la energía dentro del taller	Disminución en el cobro del servicio eléctrico.	Indirectamente se ayuda al ambiente, por que en nuestro país gran parte de la energía eléctrica se genera con combustibles fósiles.	Mejor imagen de la institución ante los usuarios y trabajadores.

Fuente: elaboración propia.

### 2.7.1.2. Residuos

La reducción de residuos deberá de realizarse desde la fuente o desde su utilización, y no al final con el reciclaje, y la cantidad generada dentro de un taller hace atractiva esta área para aplicación de producción más limpia.

- Beneficios: éstos se describen en la siguiente tabla VIII.

Tabla VIII. **Beneficios de buen manejo de residuos**

<b>Factibilidad técnica</b>	<b>Beneficios económicos</b>	<b>Beneficios ambientales</b>	<b>Beneficios adicionales</b>
Es necesaria la concientización de los colaboradores dentro del taller para crear una cultura de reducción de desechos y reciclaje.	Reducción de costos por el aprovechamiento de los recursos.	Disminución de los desechos por la implementación de reciclaje.	Mejor disposición para cumplir con la regulación ambiental.

Fuente: elaboración propia.

### 2.7.1.3. Gestión y prevención de riesgos

Los riesgos dentro del taller de mecánica son latentes si no se sigue con las normas de seguridad e higiene que se deberán implementar, es por ello que la gestión y prevención de riesgos, es un área de gran aplicación de producción más limpia, porque la conservación de la salud del recurso humano es uno de los factores más importantes en cualquier institución o empresa.

- Beneficios: los cuales se describen en la tabla IX.

Tabla IX. **Beneficios de gestión y prevención de riesgos**

<b>Factibilidad técnica</b>	<b>Beneficios económicos</b>	<b>Beneficios ambientales</b>	<b>Beneficios adicionales</b>
Fácil factibilidad al concientizar a los trabajadores a que utilicen el equipo apropiado y sigan las normas de seguridad e higiene, aunque puede haber resistencia al cambio.	Reducción de paros innecesarios por accidentes laborales, lo cual podrá generar retrasos dentro del taller, y esto podría producir pérdidas económicas.	Prevé, reduce y en la medida de lo posible elimina la los riesgos dentro de las diferentes áreas del taller.	Conservación de la salud, del recurso humano dentro del taller.

Fuente: elaboración propia.



### **3. PROPUESTA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO, EN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

#### **3.1. Diseño y acondicionamiento del taller**

La distribución y acondicionamiento del taller se llevará a cabo partiendo de la infraestructura ya existente, realizando algunas modificaciones donde se necesiten, tomando en cuenta el factor económico, el área necesaria y las vías de movimiento.

##### **3.1.1. Planos del taller mecánico**

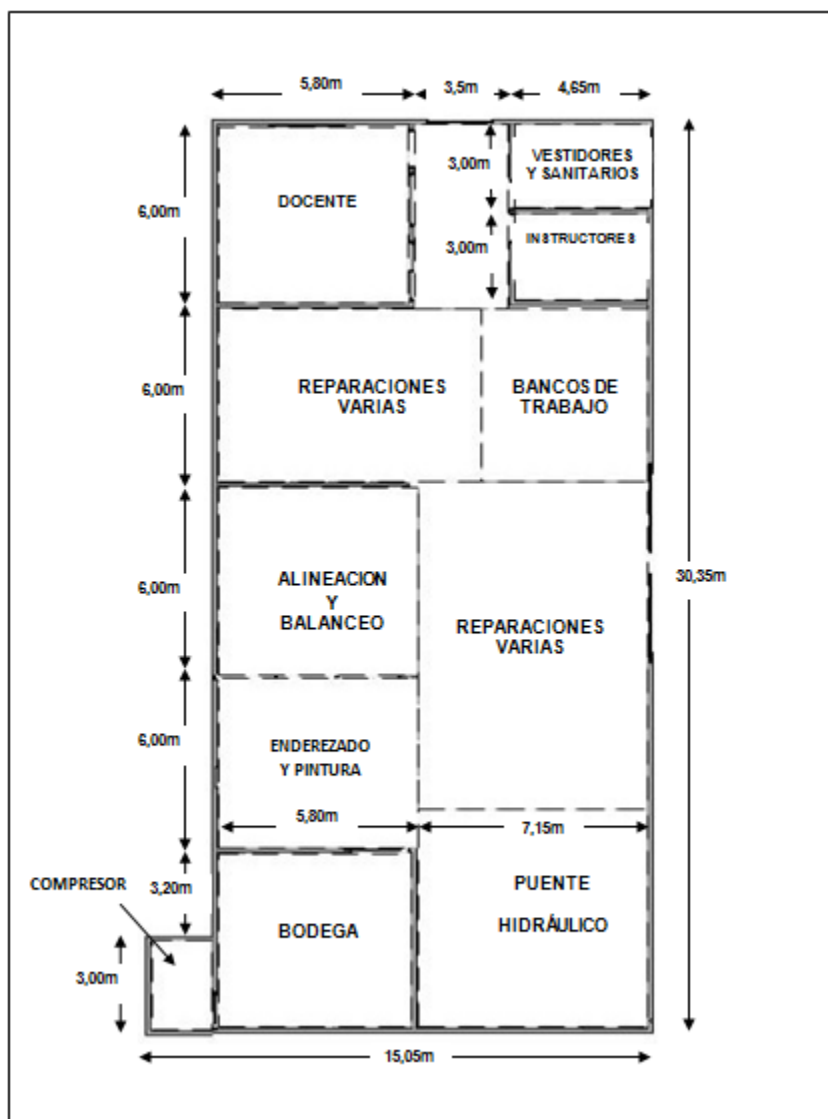
Los planos se realizaron tomando en consideración los siguientes aspectos:

- La estructura del edificio.
- Los ambientes construidos anteriormente.
- El diseño del edificio para beneficiarse de la ventilación e iluminación natural.

### 3.1.1.1. Por áreas de trabajo

La distribución de áreas de trabajo se muestra en la figura 22 con las medidas correspondientes y nombres para cada área.

Figura 22. Plano de áreas de trabajo



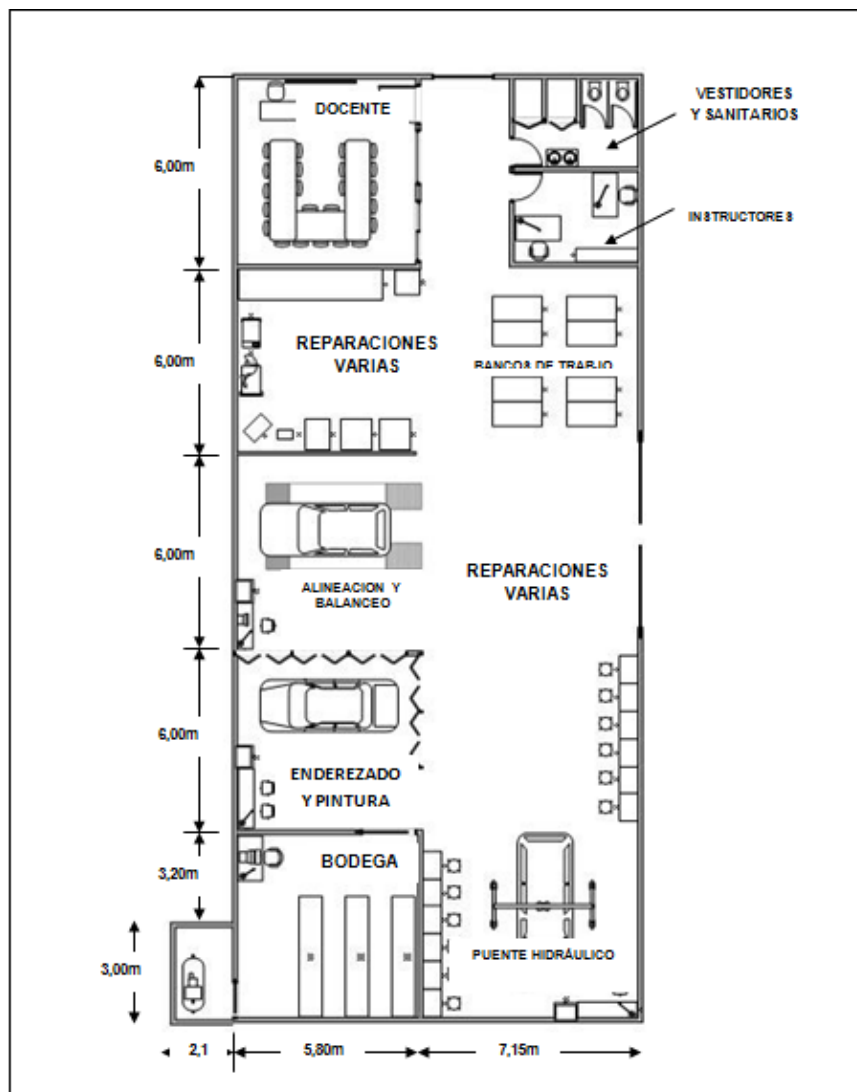
Fuente: elaboración propia.



### 3.1.1.2. General

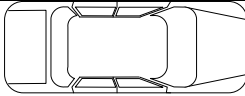
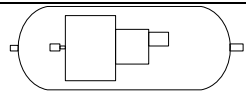
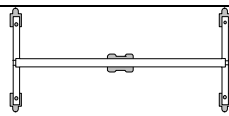
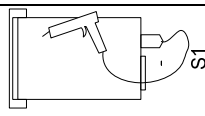
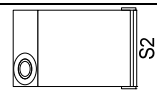

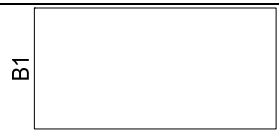
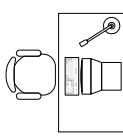
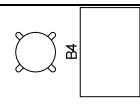
La distribución general ilustra las diferentes áreas con la maquinaria, equipo y mobiliario con el cual será equipado. Ver figura 23.

Figura 23. Distribución general del taller de mecánica



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Simbología de plano general

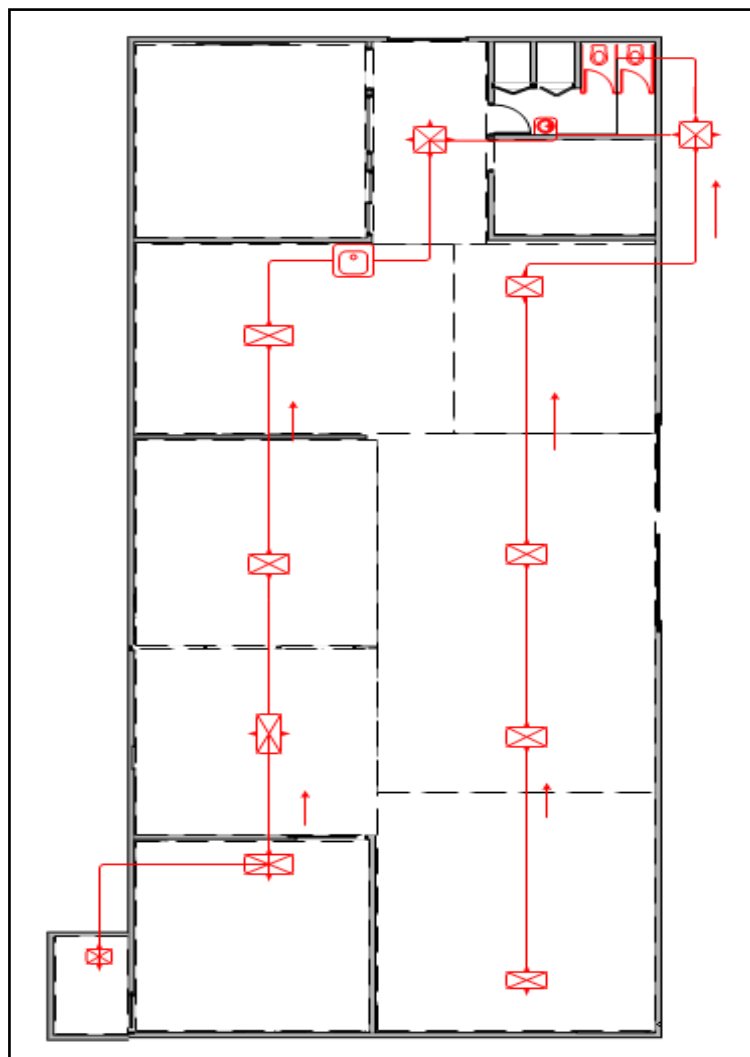
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Automóvil
	Compresor
	Elevador hidráulico
	Soldadura eléctrica
	Soldadura autógena
	Caja de herramientas
	Banco de trabajo
	Escritorio de oficina
	Banco de trabajo individual

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.1.3. Drenajes






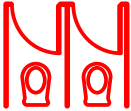
El plano de drenajes básicamente son las rejillas que pueda tener el taller para la evacuación de aguas residuales, los desagües de los servicios sanitarios.

Figura 25. Plano de drenajes



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Simbología plano de drenajes**

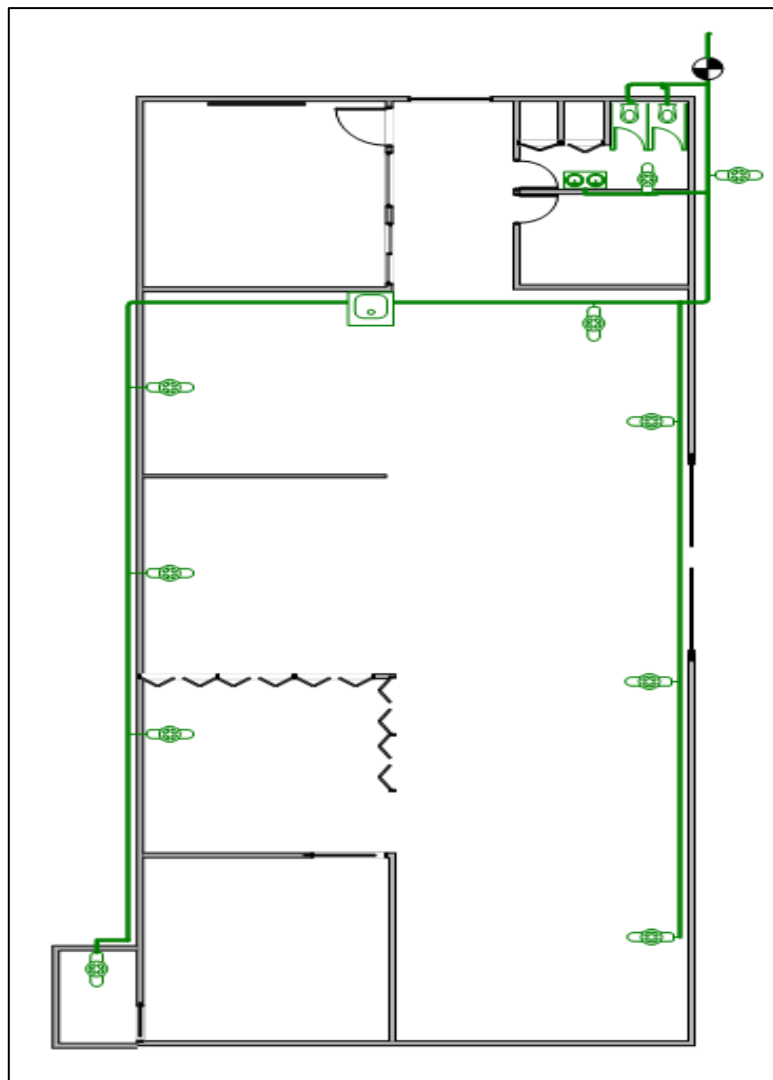
<b>SIMBOLOGÍA</b>	
<b>SÍMBOLO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
	Rejilla
	Tubería
	Pendiente
	Lavadero de piezas
	Lavamanos
	Servicio sanitario

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.1.4. Agua potable







El plano de agua potable ilustrado en la figura 27, muestra cómo se distribuye por las diferentes áreas del taller mecánico.

Figura 27. Plano de agua potable



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Simbología de agua potable**

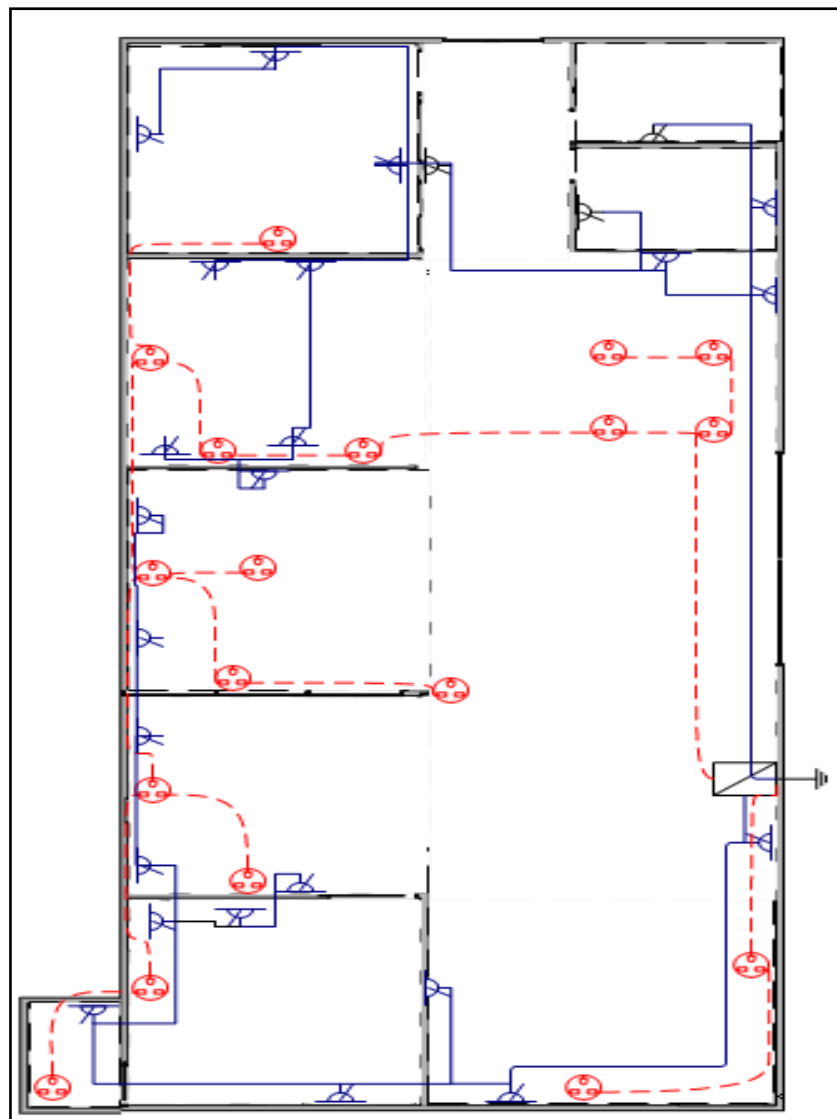
<b>SIMBOLOGÍA</b>	
<b>SÍMBOLO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
	Grifo
	Válvula
	Línea de agua potable
	Lavadero de piezas
	Lavamanos
	Servicio sanitario

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.1.5. Instalación eléctrica





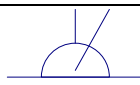
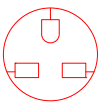
El plano de instalación eléctrica ilustra los tomacorrientes instalados en todas las áreas del taller de 120 y 240 voltios.

Figura 29. Plano de instalación eléctrica



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Simbología de instalación eléctrica**

<b>SIMBOLOGÍA</b>	
<b>SÍMBOLO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
	Caja de distribución
	Toma a tierra
	Línea 110 voltios
	Línea 220 voltios
	Tomacorriente polarizado 110 voltios
	Tomacorriente polarizado 220 voltios

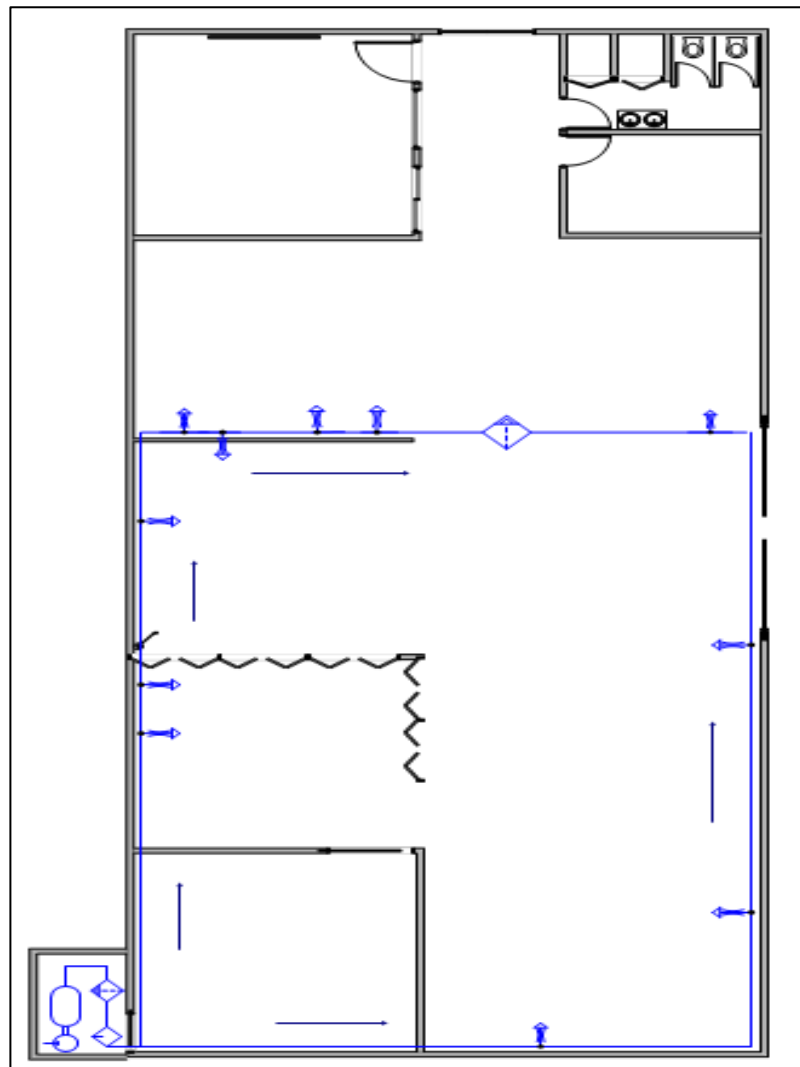
Fuente: elaboración propia.



### 3.1.1.6. Red de aire comprimido

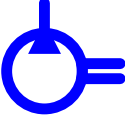



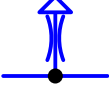


La figura 31 muestra una red principal de aire comprimido en circuito cerrado para el taller de mecánica automotriz del Centro de Capacitación de Cobán, A.V.

Figura 31. Plano de red de aire comprimido



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Simbología de red de aire comprimido**

<b>SIMBOLOGÍA</b>	
<b>SÍMBOLO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
	Compresor de aire
	Depósito de aire
	Separador de agua
	Secador/lubricador
	Toma de aire comprimido
	Línea de aire comprimido
	Pendiente

Fuente: elaboración propia.

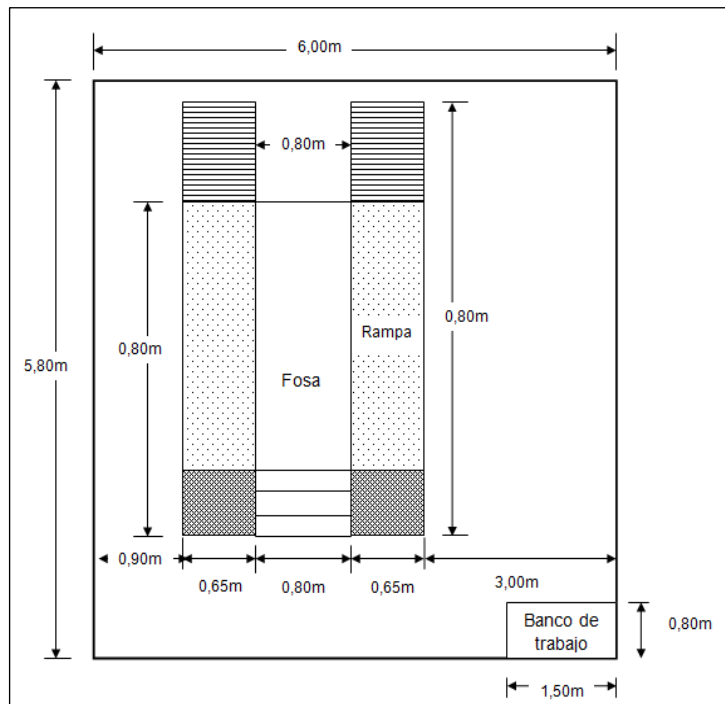
### 3.1.2. Distribución del taller por áreas de trabajo

Cada área de trabajo cuenta con un espacio adecuado para realizar las diferentes operaciones, por ello se distribuirá de la siguiente manera:

#### 3.1.2.1. Alineación y balanceo


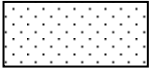

El área de trabajo para la alineación del vehículo es de 6 metros de ancho por 5,8 metros de largo, con el objetivo de que el mecánico encargado de ésta área pueda trabajar de una manera adecuada. En la figura 33 se muestra un bosquejo de lo que se propone para esta área.

Figura 33. Rampa, área de alineación



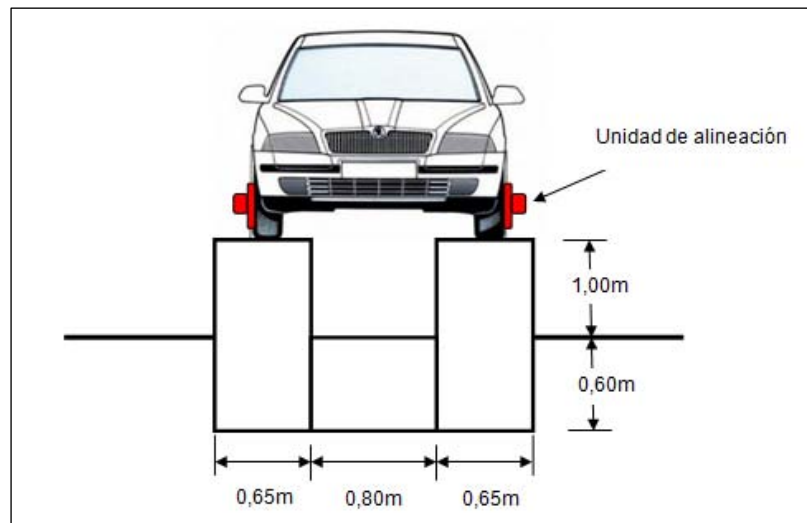
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Simbología de rampa, área de alineación**

Símbolo	Descripción
	Denota la inclinación de rampa de ingreso
	Rampa horizontal
	Denota el área donde los neumáticos delanteros giran al final de la rampa

Fuente: elaboración propia.

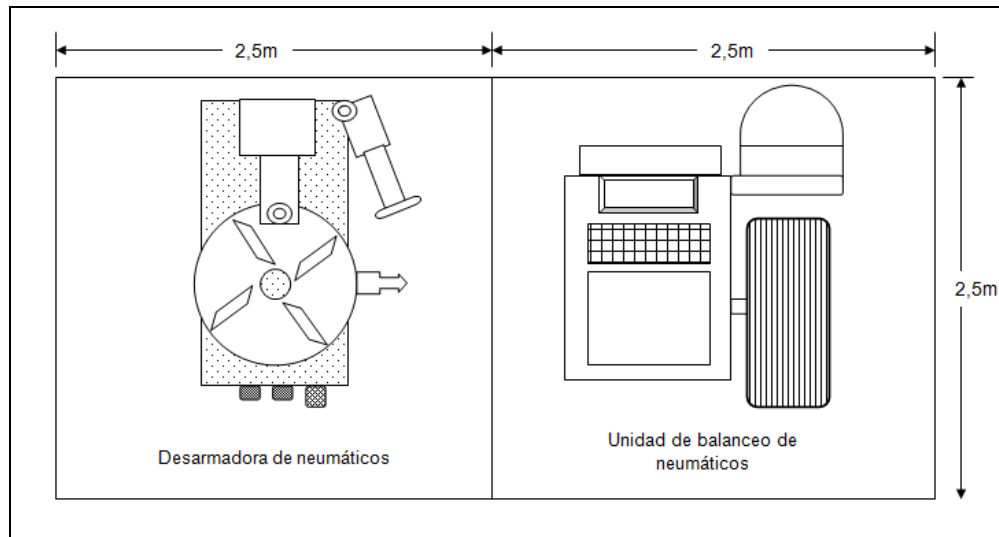
Figura 35. **Profundidad de rampa**



Fuente: elaboración propia.

El área de balanceo cuenta con una desarmadora y la unidad de balanceo de neumáticos, con un área de 1,8 metros de ancho y 2,5 metros de largo, tomando en cuenta el espacio que necesita el operario para efectuar las operaciones.

Figura 36. **Desarmadora de neumáticos y unidad de balanceo**



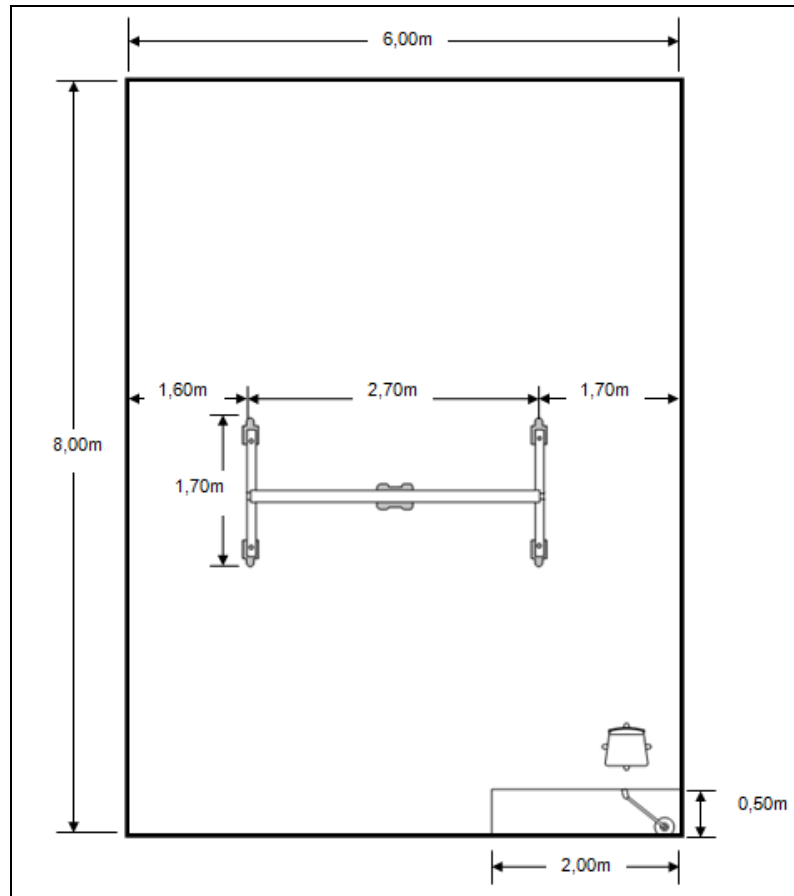
Fuente: elaboración propia.

Esta área posee una toma de aire comprimido para la herramienta neumática que se utilizará, o bien para darle la presión óptima a los neumáticos, así también con un banco de trabajo para realizar cualquier ajuste a las piezas y colocar allí la herramienta y el equipo necesario para este servicio.

### 3.1.2.2. Elevador hidráulico

Esta área, debe contar con el espacio necesario para que los mecánicos puedan realizar las tareas de mantenimiento, reducir los riesgos al estar debajo del vehículo, es por ello que se debe señalizar las vías de movimiento. En la figura 37 se muestra las medidas contempladas para esta área de trabajo.

Figura 37. Área de elevador hidráulico



Fuente: elaboración propia.

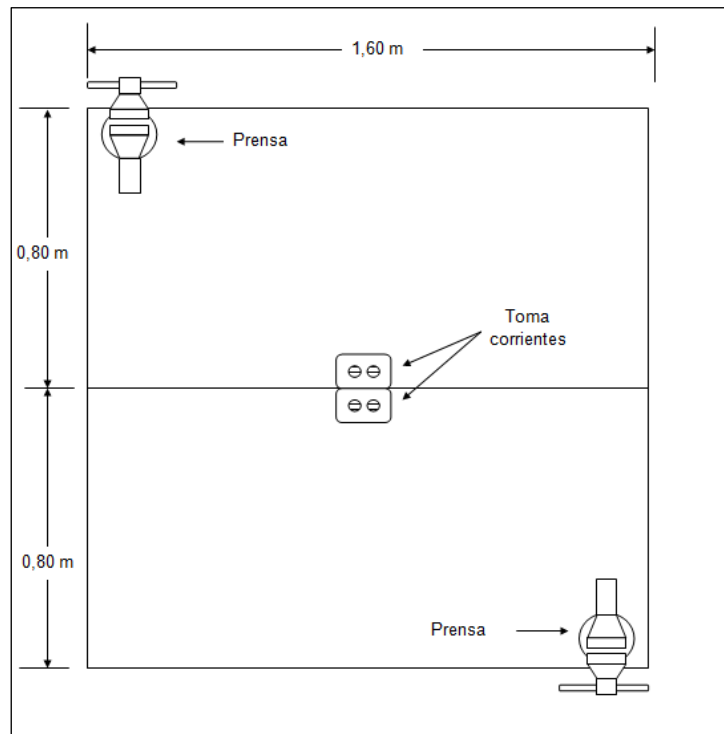
Esta área posee una toma de 220 voltios para poder conectar la soldadora eléctrica, así también, una toma de aire comprimido para la herramienta neumática.

### 3.1.2.3. Bancos de trabajo

El área de bancos de trabajo se distribuye de una manera en la cual se pueda maximizar el espacio, por lo que se agrupan dos bancos de trabajo de forma frontal, para poder trabajar dos personas en cada estación de trabajo, sin estorbar a los otros dos que están al frente. Así también, dejar un espacio considerable entre cada estación de trabajo para que los colaboradores puedan transitar por estas áreas sin ningún obstáculo.

Los bancos de trabajo tienen las dimensiones de 1,6 metros de ancho, 0,8 metros de largo y 0,8 metros de alto, contruidos de madera.

Figura 38. Vista de planta, bancos de trabajo



Fuente: elaboración propia.

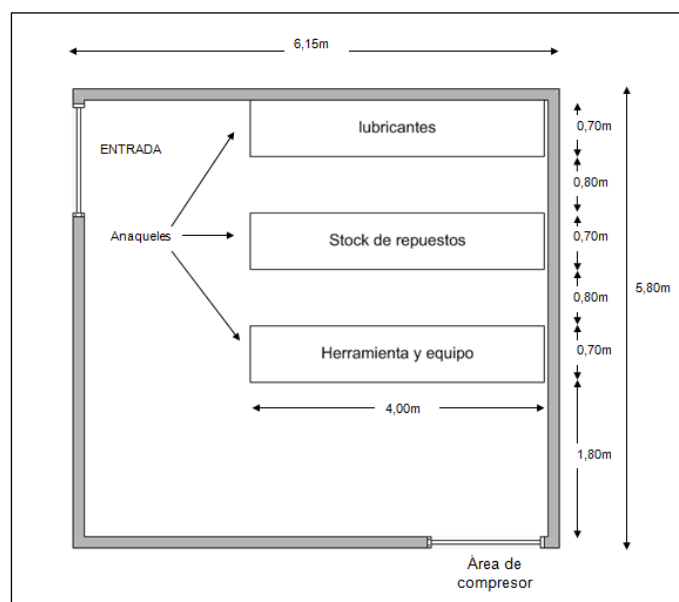
Cada banco de trabajo cuenta con una prensa manual de mesa e instalación 220 voltios para equipo industrial.

Es necesario la utilización de 8 bancos de trabajo, como se muestra en el plano general, para que dos personas puedan trabajar en cada uno, porque el grupo de estudiantes contemplado es de 15 personas, con esto los estudiantes puedan trabajar de una manera cómoda dentro de esta área.

### 3.1.2.4. Bodega

El área de bodega deberá estar constituida principalmente por anaqueles para almacenar los objetos y así tener un control de donde se encuentra cada objeto.

Figura 39. Distribución de bodega



Fuente: elaboración propia.



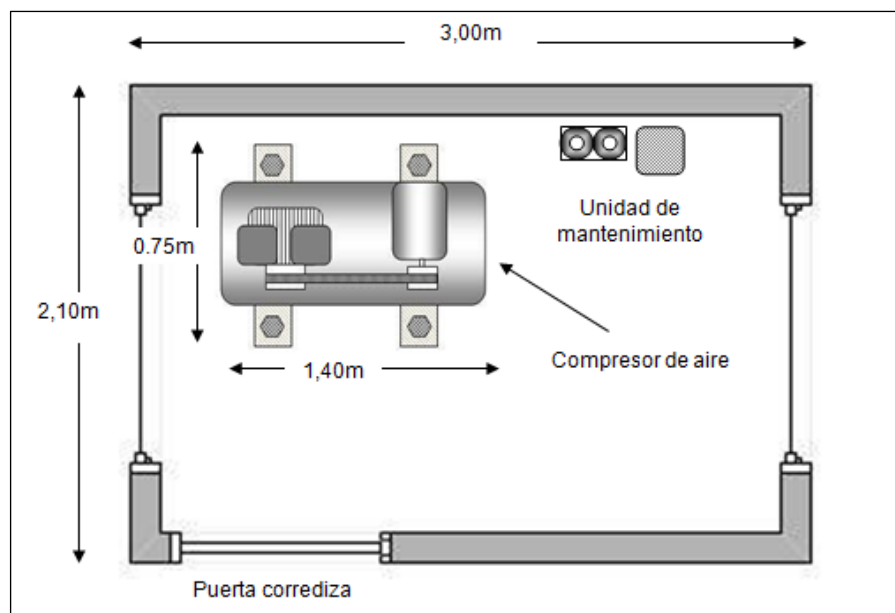
Se colocarán tres anaqueles para la distribución de: lubricantes, *stock* de repuestos y herramienta y equipo. Esta distribución se realizará para tener un mejor control de los inventarios dentro de la bodega.

### 3.1.2.5. Compresor

El área destinada para el compresor es de 2,10 metros de ancho por 3,00 metros de largo, teniendo el acceso desde la bodega.

Esta área estará constituida por el compresor de aire comprimido y una unidad de mantenimiento constituida por una trampa de agua y un lubricador.

Figura 40. Área de compresor



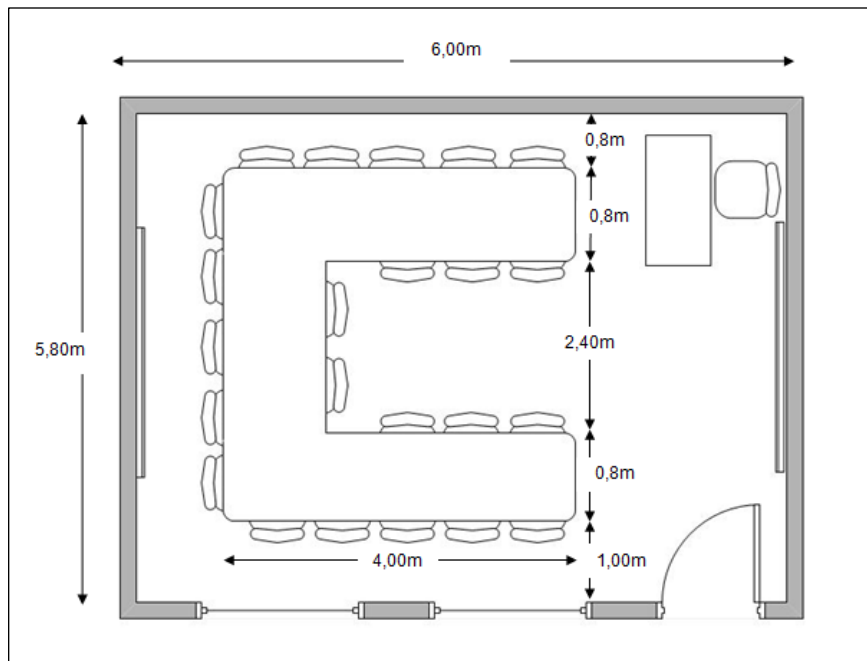
Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2.6. Docente

El área docente cuenta con un espacio para 26 estudiantes, los cuales serán ubicados de la manera en que se muestra en la figura 41.

Distribución utilizada con mucha frecuencia en las aulas de los diferentes centros de INTECAP, cuenta con unas medidas de 5,80 metros de ancho por 6,00 metros de largo.

Figura 41. **Distribución de mobiliario, área docente**



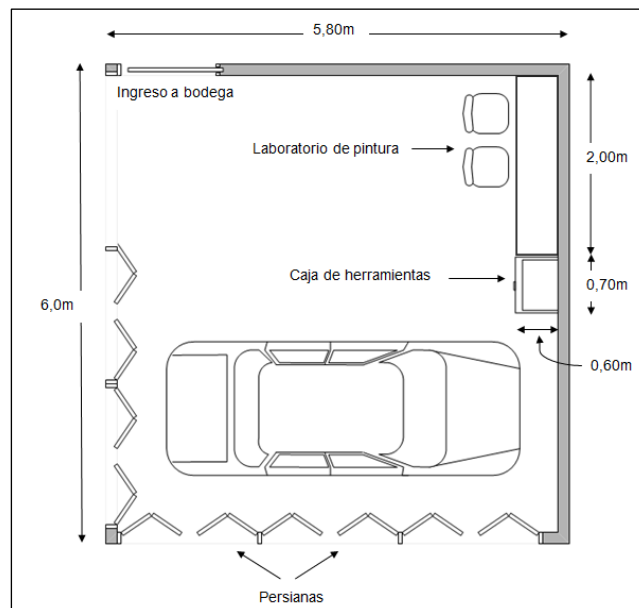
Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2.7. Enderezado y pintura

Esta área cuenta con un espacio destinado para elaborar las diferentes pinturas y aditivos que serán colocados en los vehículos y partes de ellos. Así también, con una caja de herramientas destinadas a esta área.

Las dimensiones del taller de enderezado y pintura son de 5,80 metros de largo y 6 metros de ancho, con el espacio suficiente para albergar dos automóviles cuando sea necesario. Asimismo, cuenta con una persiana plegable para que sea utilizada al momento de pintar el automóvil, evitando que los residuos de pintura no se expandan por todo el taller. La figura 42 ilustra lo antes descrito.

Figura 42. Distribución, área de enderezado y pintura



Fuente: elaboración propia.

El área de enderezado y pintura cuenta con una toma de 220 voltios para la conexión de la soldadora y una toma de aire comprimido para la pistola de pintura y otras herramientas neumáticas.

### 3.1.3. Diagramas de los procesos

Estos diagramas sirven para tener presente los pasos a seguir, para la reparación de los vehículos dentro del taller, y reducir el tiempo por demoras u operaciones innecesarias.

Los servicios que presta el taller se enumeran en la tabla X, pero solo se seleccionan cinco para los diagramas de procesos.

Tabla X. **Listado de servicios del taller**

<b>Listado de servicios que ofrece el taller de mecánica automotriz</b>	
1	Alineación de neumáticos
2	balanceo de neumáticos
3	Calibración de válvulas
4	Cambio de fajas
5	Cambio de aceite de caja de velocidades
6	Cambio de aceite diferencial
7	Cambio de aceite de motor y filtro
8	Cambio de bujías (motor a gasolina)
9	Cambio de candelas de precalentamiento (motor diesel)
10	Cambio de cruces
11	Cambio de empaques de bomba de frenos
12	Cambio de empaques de bomba de embrague

Continuación tabla X.

Listado de servicios que ofrece el taller de mecánica automotriz	
13	Cambio de faja o cadena de tiempo
14	Cambio de filtro de aire
15	Cambio de filtro de combustible
16	Cambio de fricciones (frenos)
17	Cambio de <i>kit</i> de embrague
18	Cambio de pastillas (frenos)
19	Enderezado
20	Pintura
21	Engrase de partes móviles
22	Medición de compresión de cilindros
23	Medición de emisiones de emisiones de gases
24	Revisión de tubos y mangueras del motor
25	Revisión del sistema de encendido, batería y alternador
26	Revisión del sistema de ignición del vehículo
27	Revisión del sistema de refrigeración del motor
28	Revisión de la dirección hidráulica

Fuente: elaboración propia.

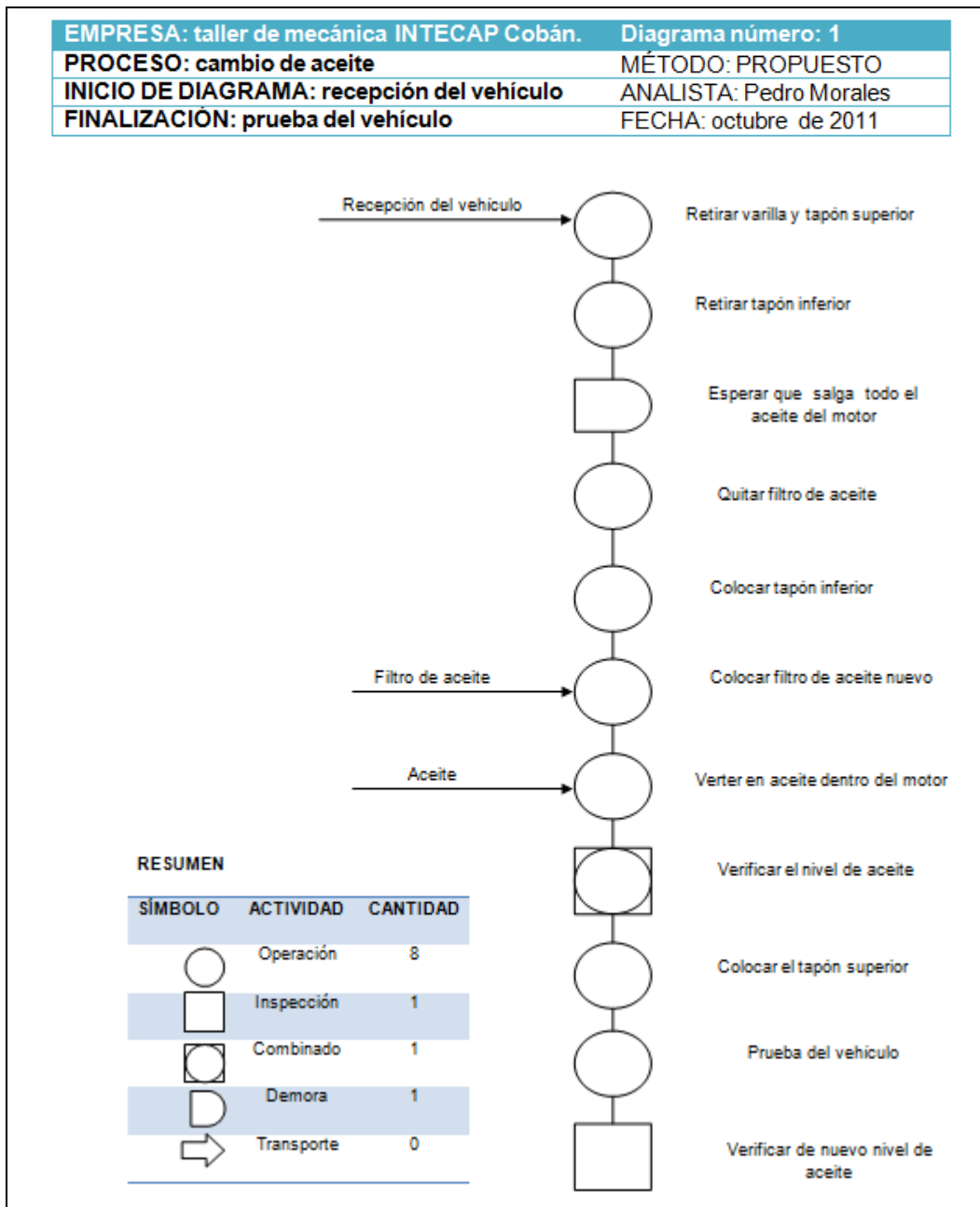
### 3.1.3.1. Diagramas de operaciones

Los diagramas de operaciones que se seleccionaron para ser diagramados son:

- Cambio de aceite. Ver figura 43.
- Cambio de pastillas (frenos). Ver figura 44.
- Cambio de bujías. Ver figura 45.
- Cambio de fajas. Ver figura 46.

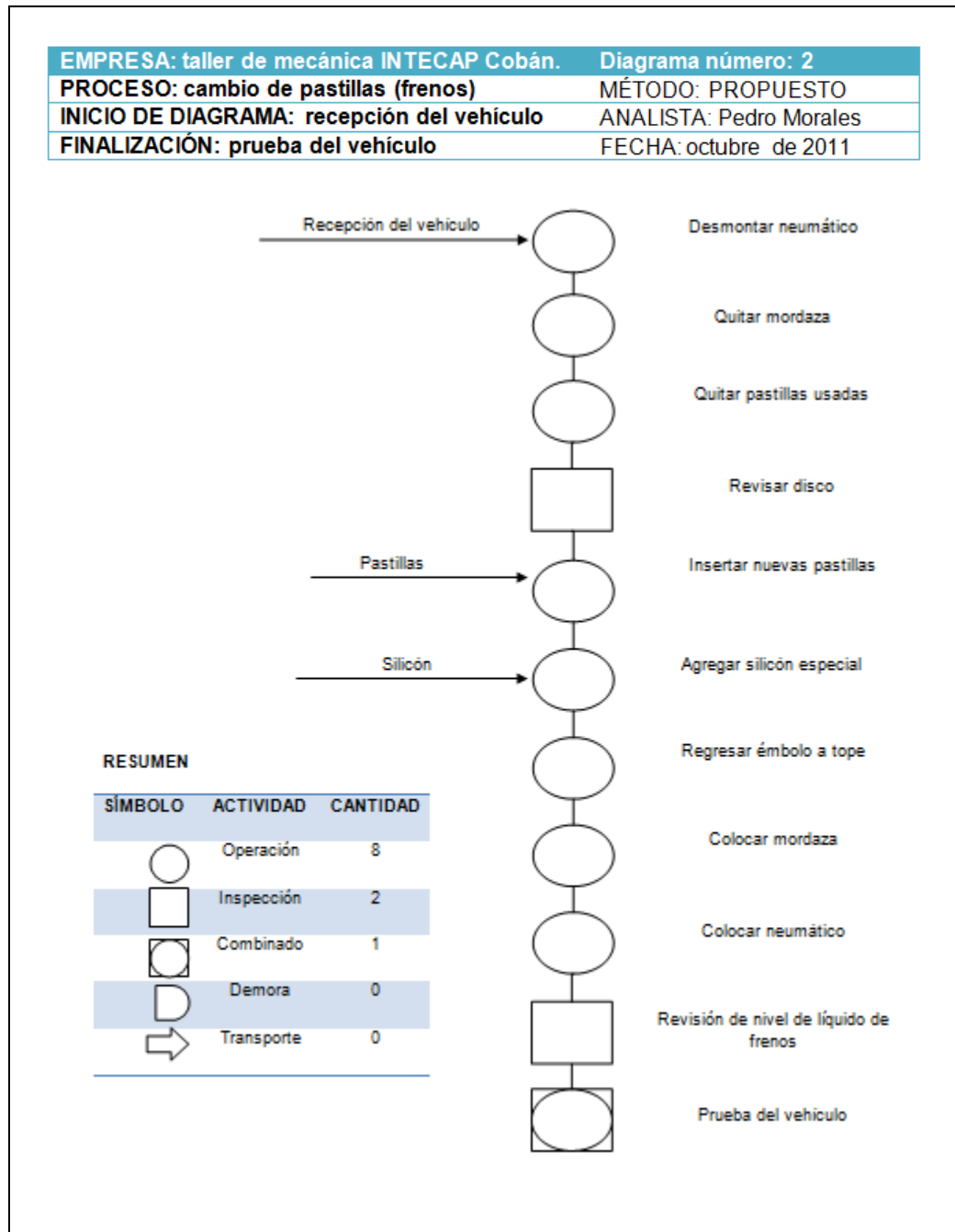
- Diagnóstico de emisiones de gases. Ver figura 47.

Figura 43. Diagrama de operaciones de cambio de aceite



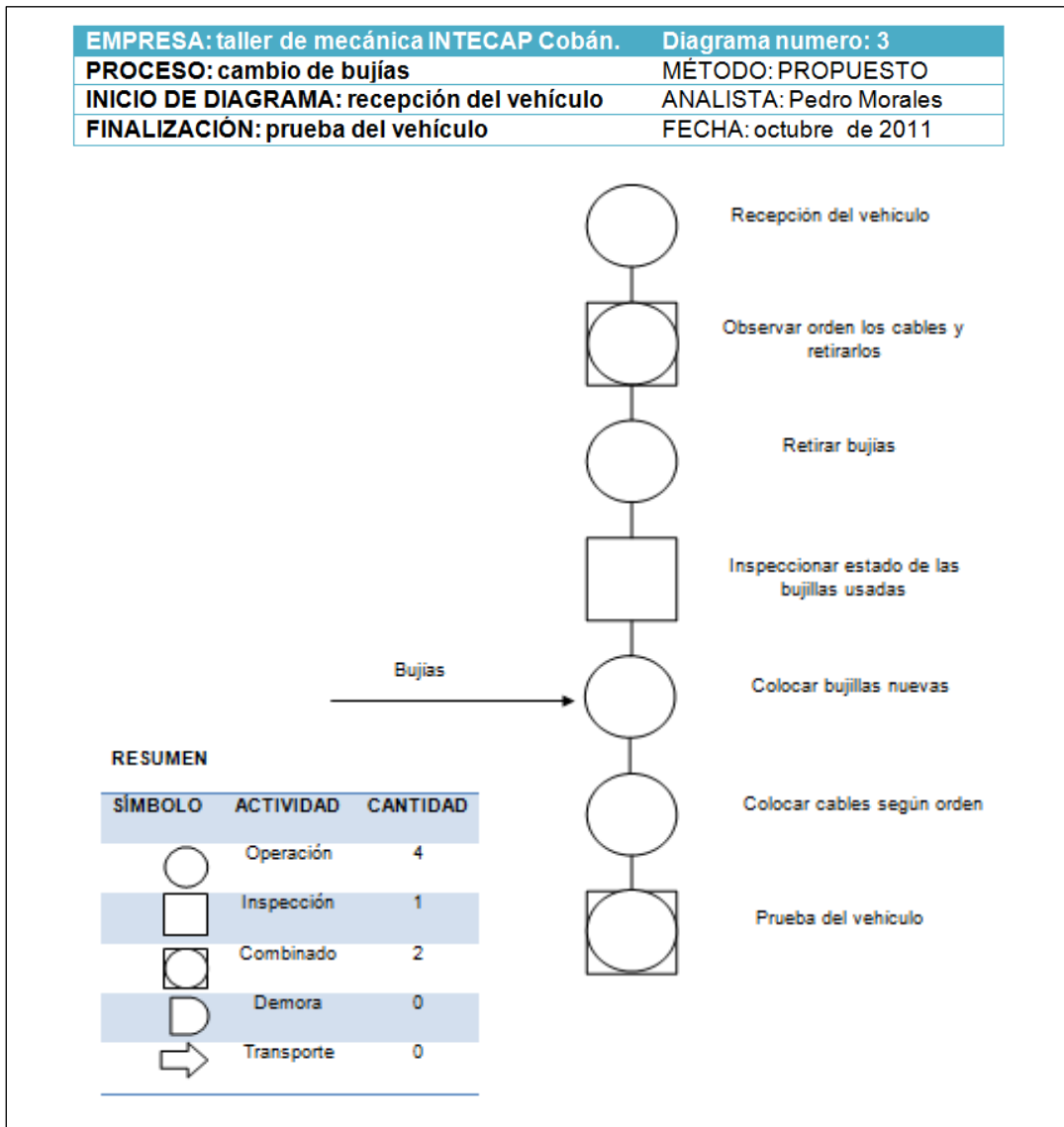
Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Diagrama de operaciones de cambio de pastillas (frenos)



Fuente: elaboración propia.

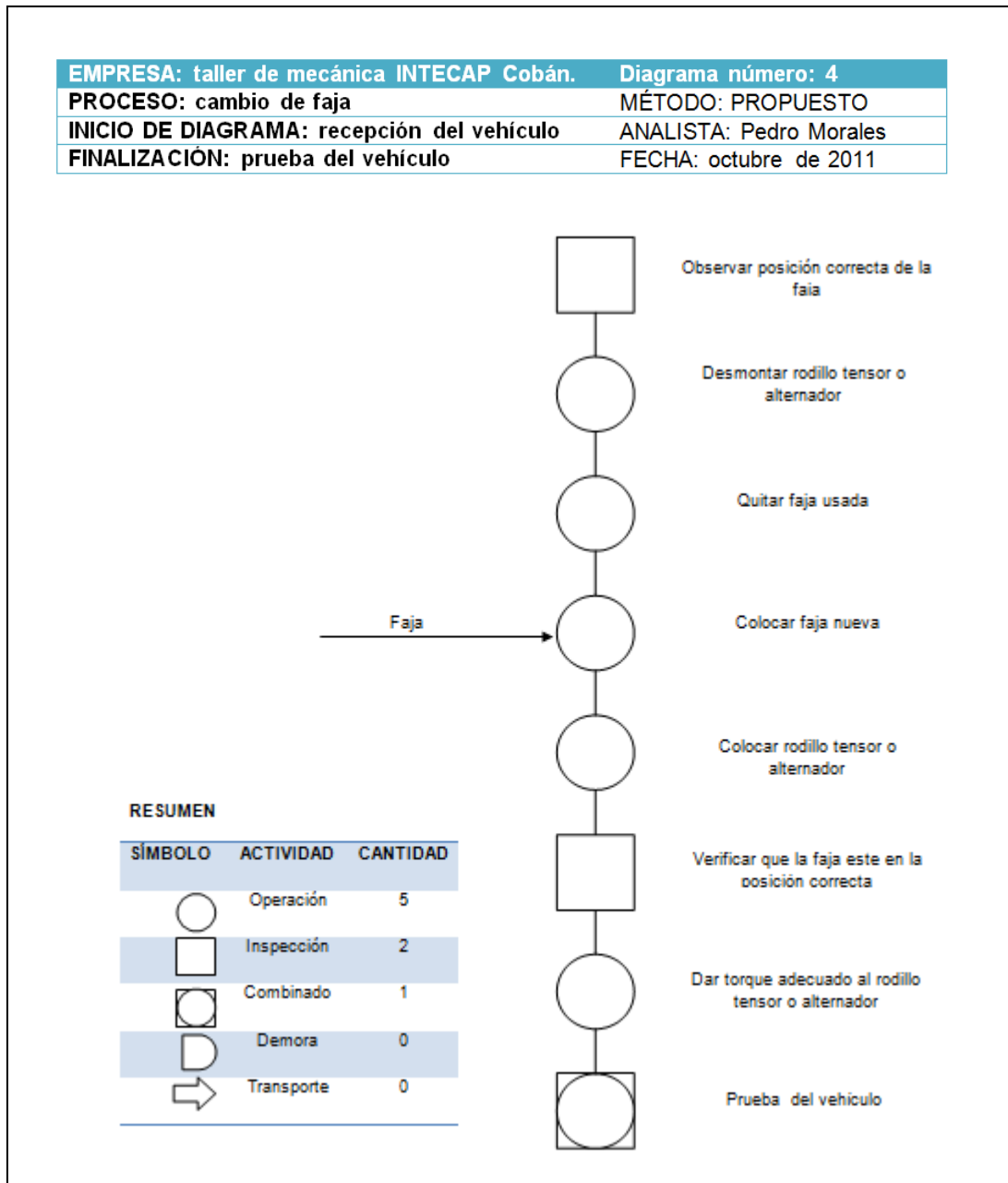
Figura 45. Diagrama de operaciones de cambio de bujías



Fuente: elaboración propia.

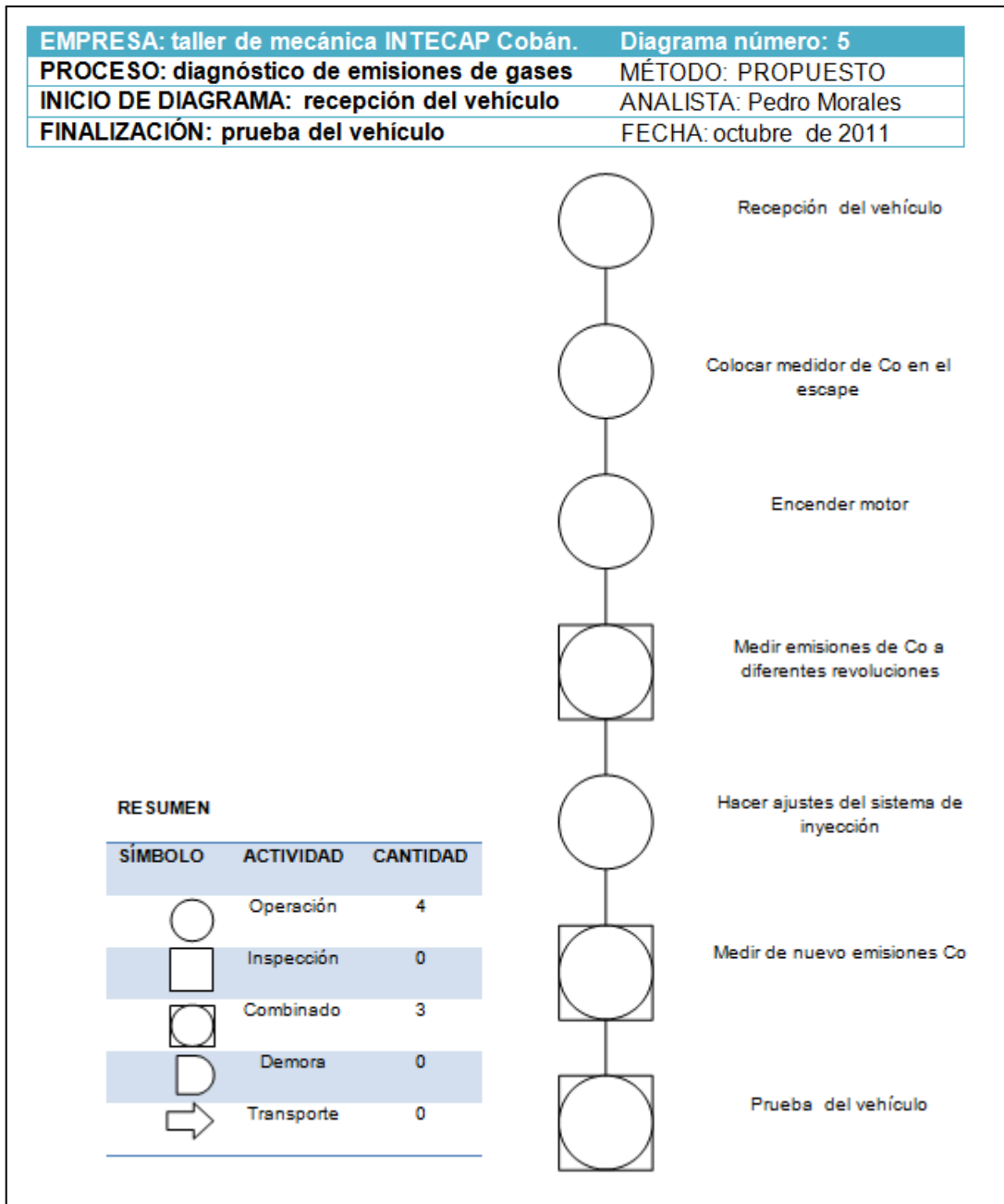


Figura 46. Diagrama de operaciones de cambio de faja



Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Diagrama de operaciones de diagnóstico de emisiones de gases

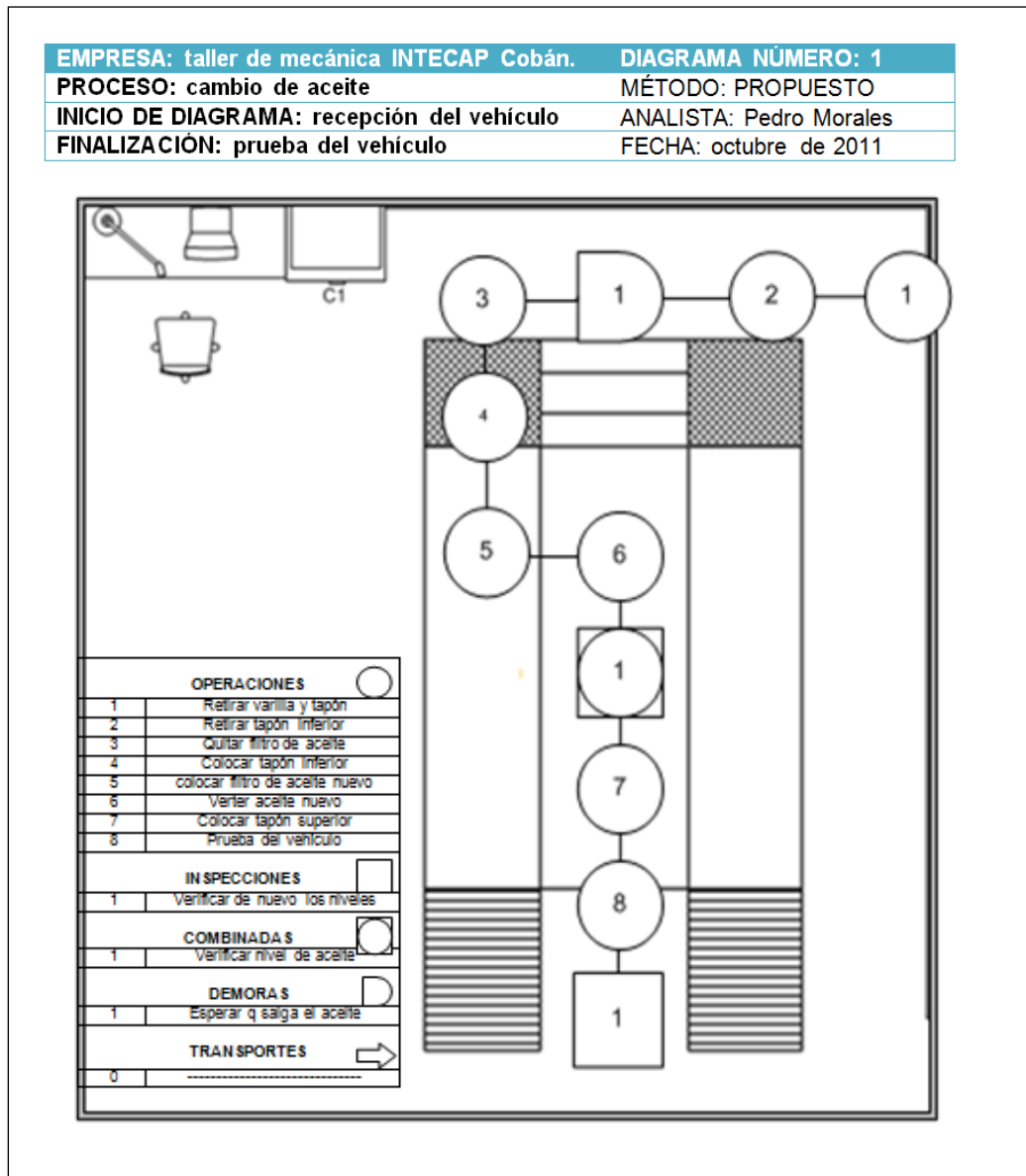


Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3.2. Diagramas de recorrido

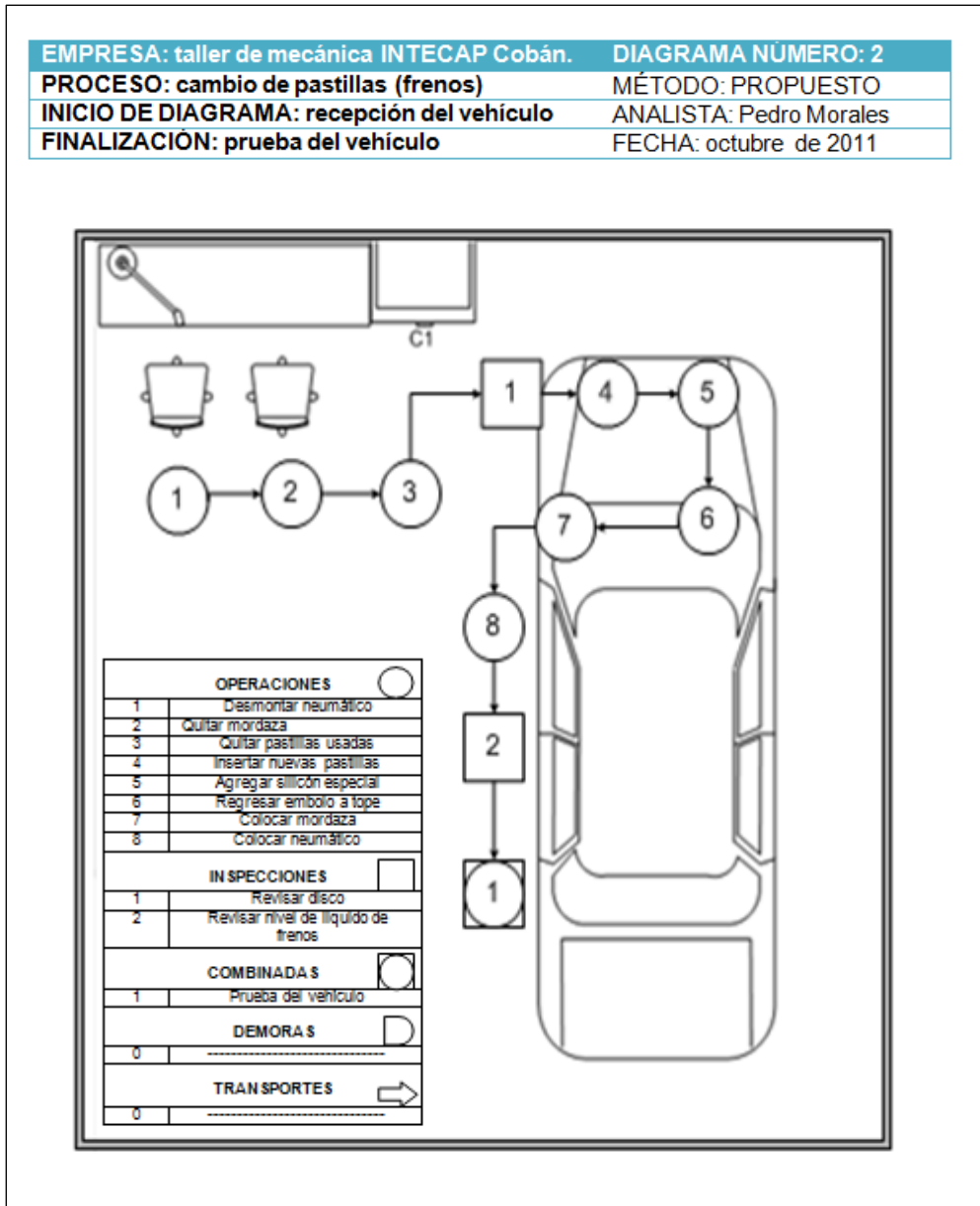
Los diagramas de recorrido al igual que el de operaciones ilustran 5 procedimientos de reparaciones que en el taller se realizan.

Figura 48. Diagrama de recorrido de cambio de aceite



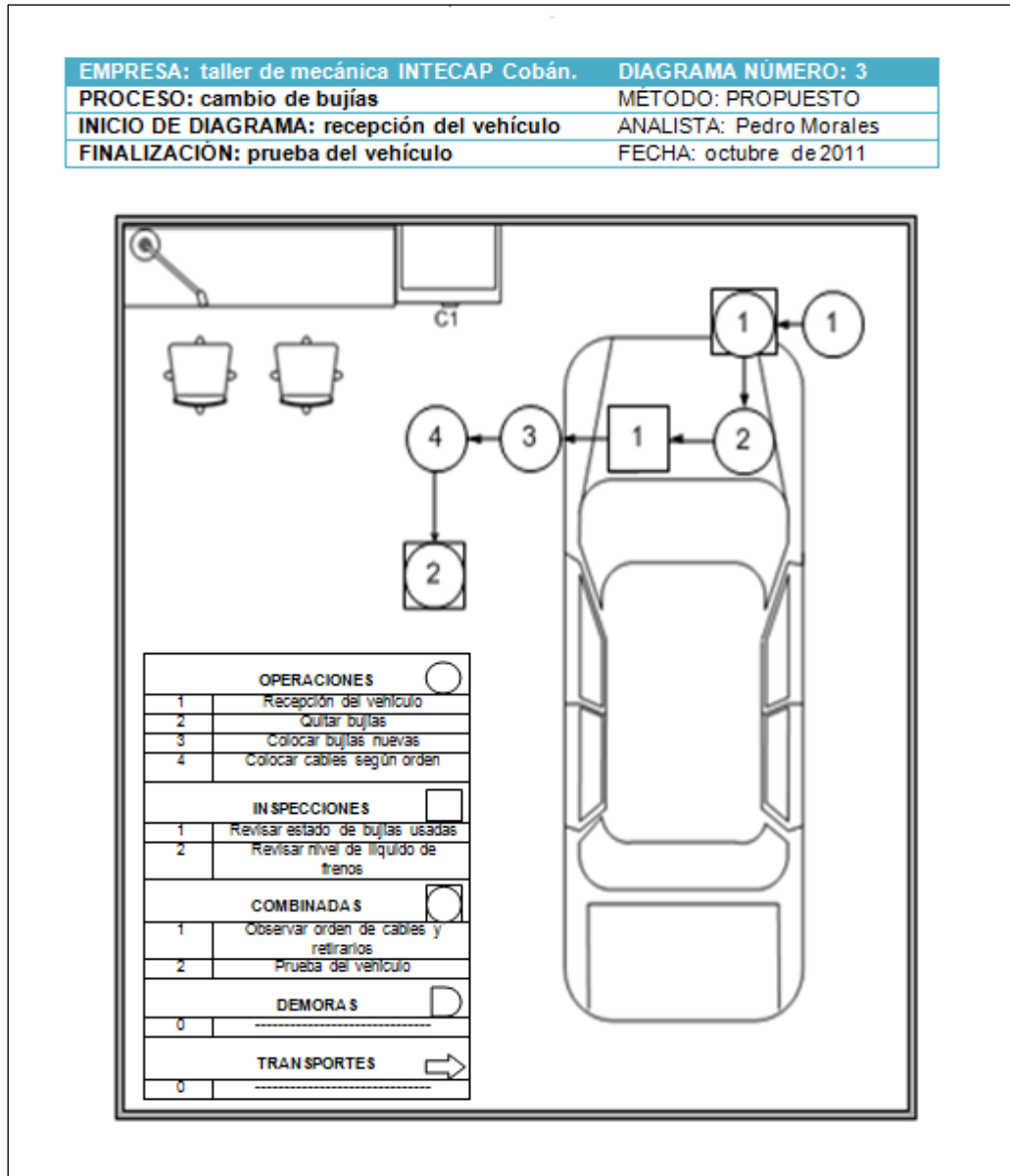
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Diagrama de recorrido de cambio de pastillas (frenos)



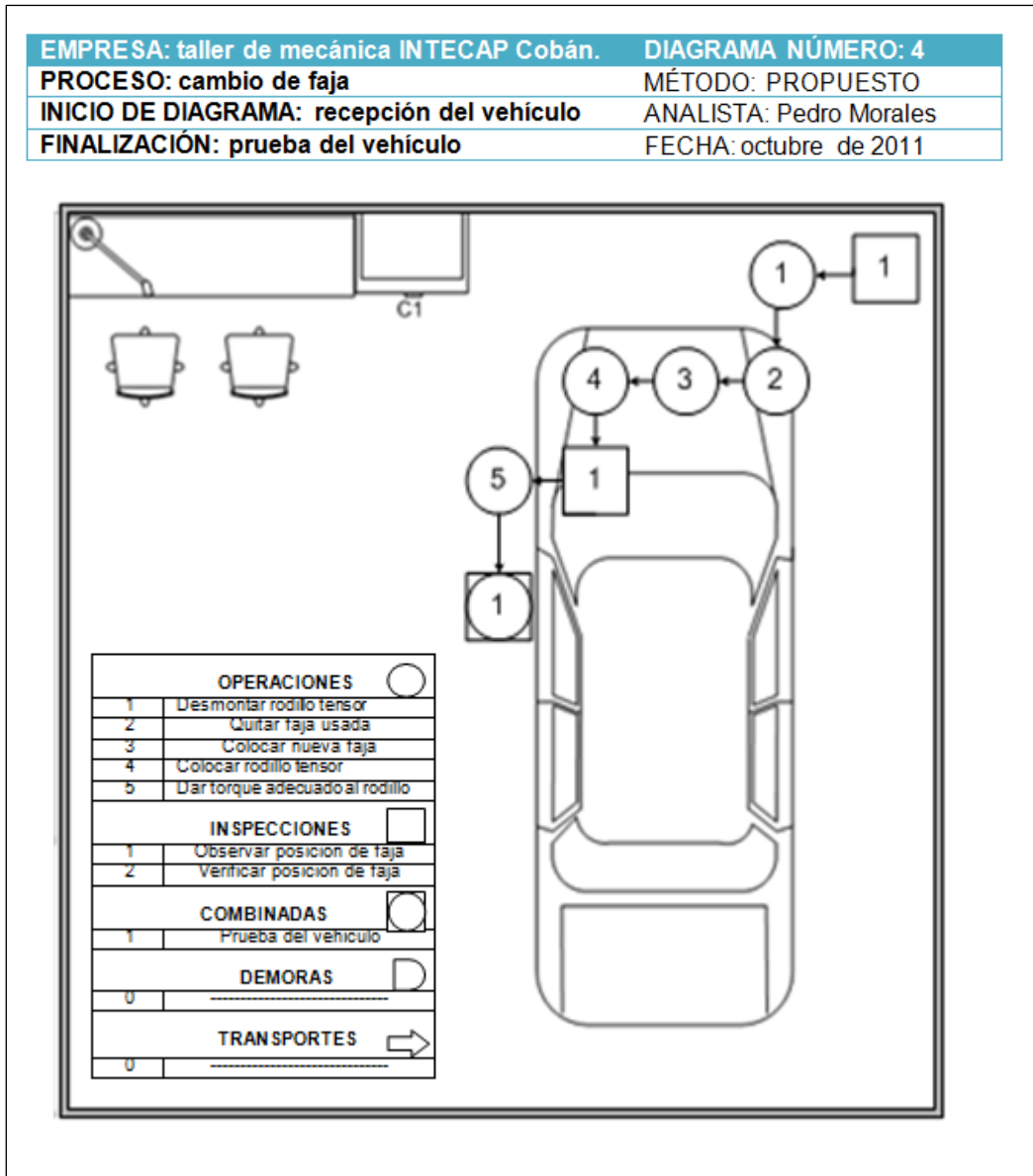
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Diagrama de recorrido de cambio de bujías



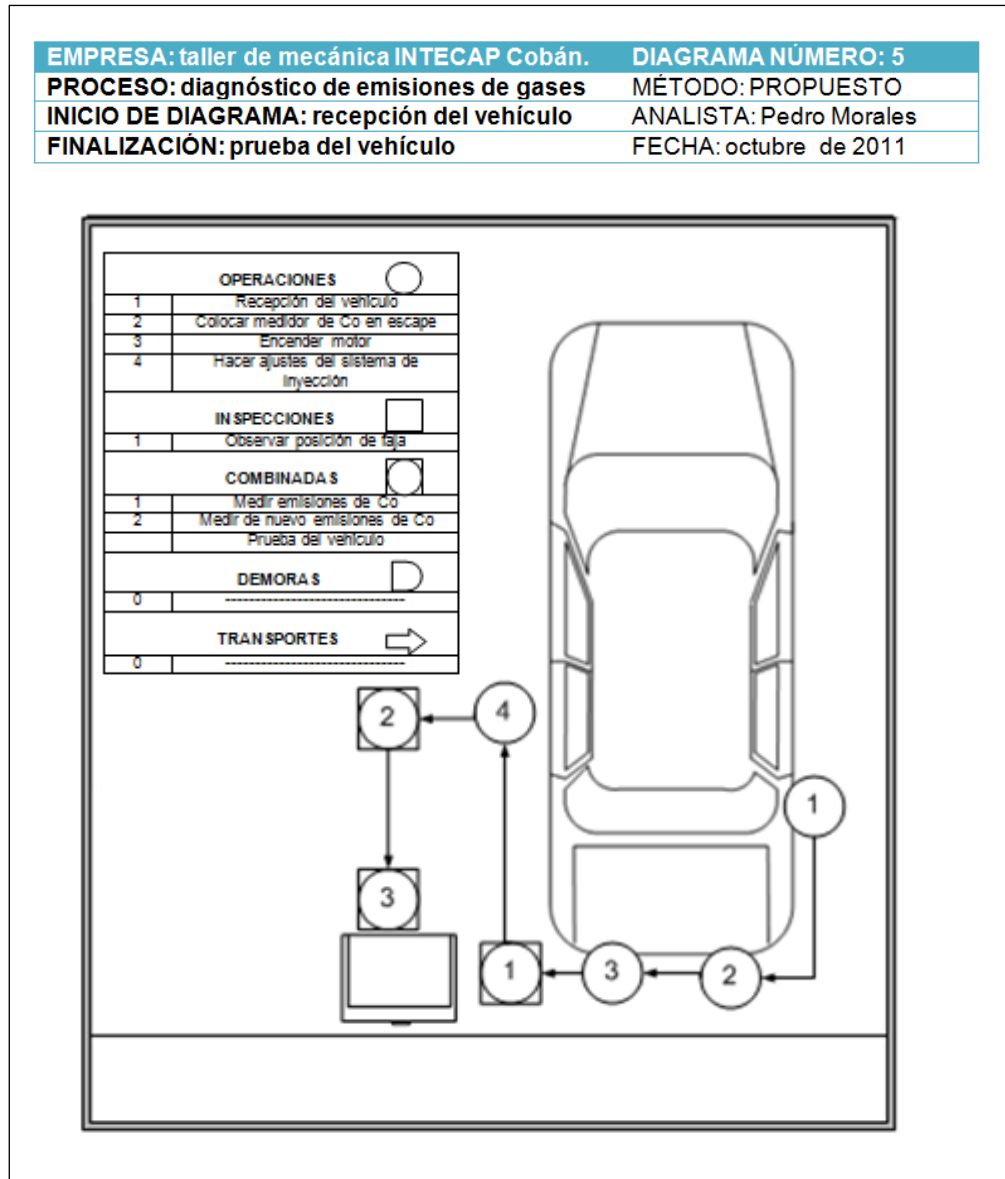
Fuente: elaboración propia.

Figura 51. Diagrama de recorrido de cambio de faja



Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Diagrama de recorrido de diagnóstico de emisiones de gases

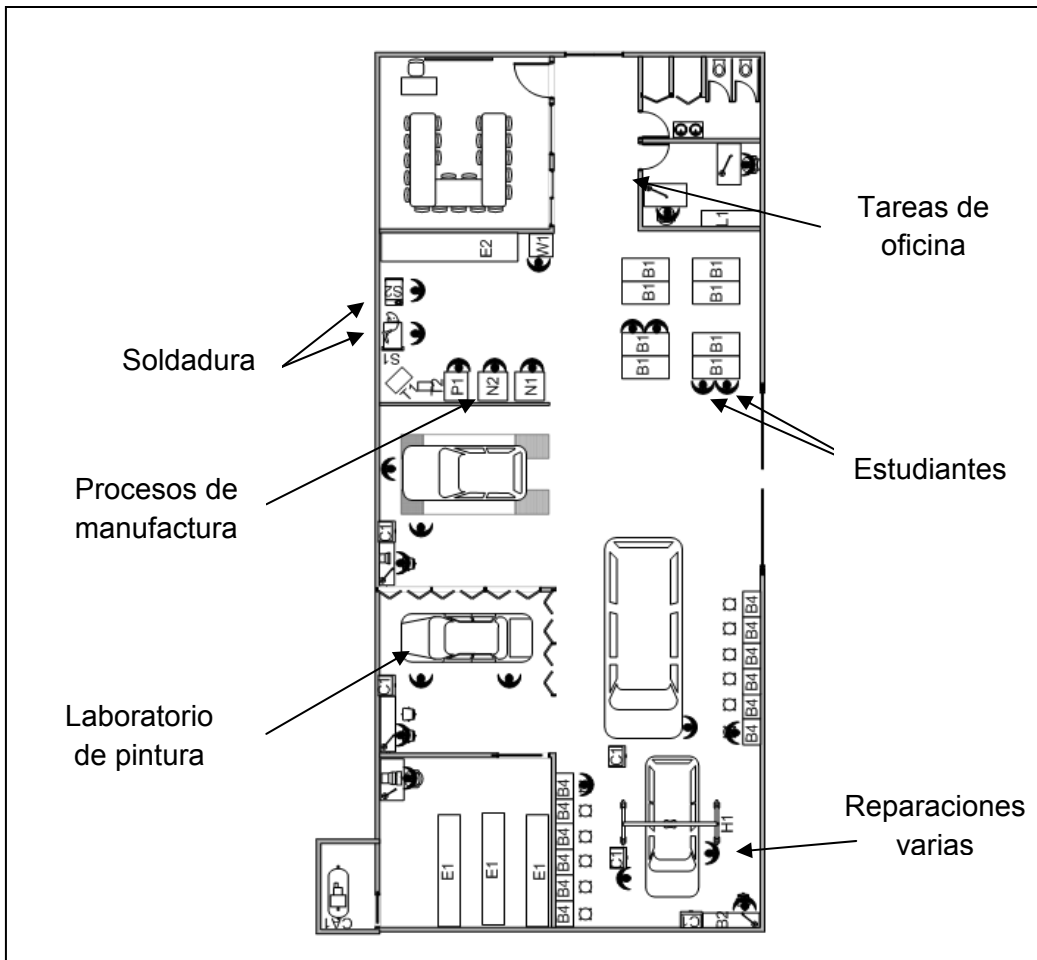


Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3.3. Diagrama de distribución (*Lay-out*)

El diagrama *lay-out* muestra el taller de mecánica automotriz con cuatro automóviles en mantenimiento y operaciones varias, con 25 estudiantes ocupando en las diferentes áreas de trabajo, al observar este diagrama no se identifica algún inconveniente por espacios estrechos que puedan afectar la locomoción y las actividades de los colaboradores. Ver figura 53.

Figura 53. Diagrama de distribución (*Lay-out*)



Fuente: elaboración propia.



El mobiliario y equipo utilizado se idéntica en el diagrama, como se indica la tabla XI.

Tabla XI. **Identificación de mobiliario y equipo en taller mecánico**

<b>Identificación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
B1	Banco de trabajo	Para 2 personas (con prensa y toma corriente)
B2	Banco de trabajo	Para 1 ó 2 personas
B3	Escritorios	Para uso de oficina y bodega
B4	Banco de trabajo	Para 1 persona
C1	Caja de herramienta	Móvil, utilizado para reparaciones en vehículos
E1	Estantes de bodega	Utilizados para almacenaje de repuestos y accesorios
E2	Estante de uso didáctico	Utilizados para almacenaje paneles de control de automóviles
H1	Elevador hidráulico	Utilizado para reparaciones debajo de los vehículos
N1	Desarmadora de llantas	Para desmontar y montar neumáticos al aro
N2	Unidad de alineación	Para alineación de llantas
P1	Prensa hidráulica	Para extracción de piezas
T1	Taladro	Para crear agujeros en piezas
T2	esmeril	Para darle forma a piezas
W1	Lavadora de piezas	Para limpiar con diferentes líquidos todo tipo de piezas y herramienta

Fuente: elaboración propia.

El taller de mecánica automotriz, tiene la capacidad instalada para albergar a 6 vehículos cada 3 horas, con diferentes tipos de mantenimiento a realizar, los cuales podrán ser reparados simultáneamente, También realizar otras tareas de mantenimiento a otras piezas de otros vehículos que no estén dentro del taller, esto se logra con la colaboración de los instructores y estudiantes.

### **3.2. Estudio de iluminación**

La buena iluminación es esencial para la salud, seguridad y eficiencia de los instructores y estudiantes. Además es necesario tener en cuenta la calidad de la luz, el deslumbramiento por localización de las fuentes luminosas, los contrastes de colores y la brillantez, el parpadeo de las lámparas y las sombras producidas dentro de cada una de las áreas de trabajo del taller.

#### **3.2.1. Bodega**

Esta área por no contar con iluminación natural, debe tener una iluminación artificial adecuada, para localizar las diferentes piezas, materiales, repuestos y accesorios que allí se almacenan sin ningún problema de visibilidad entre anaqueles.

Las lámparas adecuadas para la bodega son de tipo industrial de 500 luxes cada una, para eliminar las sombras y espacial la luz sobre una superficie mayor.

Figura 54. **Detalle de iluminación en bodega**



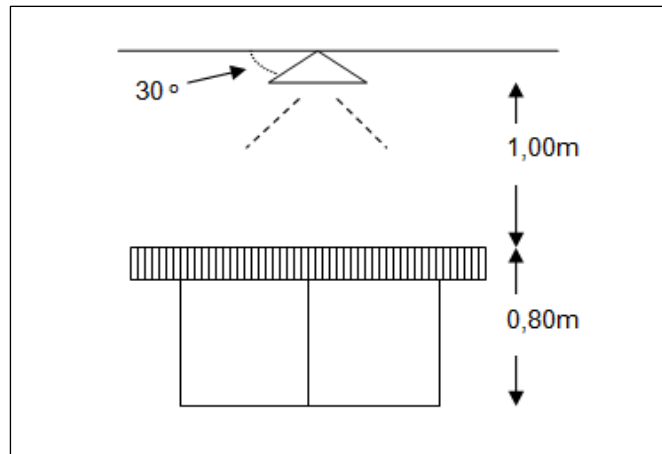
Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Estaciones de trabajo

La iluminación en las estaciones de trabajo es muy importante y más donde se realizan trabajos de mucha precisión, es por ello que se recomienda una iluminación independiente de todo el taller, para estas áreas en particular.

Para trabajos de precisión es necesario de una iluminación mínima de 1 500 luxes o 1 500 lúmenes/m<sup>2</sup>; un banco de trabajo tiene 1,28 m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta la distribución de los bancos de trabajo (dos bancos acoplados) el área total es de 2,56 m<sup>2</sup>, se recomienda colocar una luminaria de 4 000 lúmenes sobre dos bancos de trabajo destinados para trabajos de precisión, en la figura 55 se ilustra a qué distancia debe de estar colocada la lámpara sobre esta estación de trabajo.

Figura 55. **Distancia entre luminaria y estación de trabajo**



Fuente: elaboración propia.

Para los escritorios de oficina colocados en las diferentes partes del taller se recomienda colocar lámparas de 1 000 lúmenes instaladas sobre los escritorios. Al instalar estas lámparas en los bancos de trabajo se mejora la iluminación en un 30%.

### **3.2.3. Área de compresores**

Una buena iluminación en esta área, es de gran ayuda para la revisión contante del compresor y la unidad de mantenimiento, por ser un área pequeña, tomando en cuenta también los diferentes mantenimientos, tanto preventivos como correctivos.

El área de compresor es considerada como de trabajos de inspección, y por ello es necesaria una iluminación de 1 000 lúmenes/m<sup>2</sup>, y esta cuenta con 6 metros cuadrados por lo que es necesaria una luminaria de 6 000 lúmenes.

### **3.2.4. Área docente**

El área docente por ser un espacio donde se imparte la clase teórica y por necesitar de iluminación excelente, para reducir la fatiga de los estudiantes, es necesario contar con la cantidad adecuada de lámparas, para que tanto estudiantes, como instructores se sientan en confort y no genere agotamiento.

Esta área se considera como un salón de clase, y es necesario una iluminación de 750 lúmenes/m<sup>2</sup>, el área es de 34,8 m<sup>2</sup>, por lo que es necesaria la instalación de 3 lámparas de 10 000 lúmenes cada una, distribuidas por todo el lugar. Este cálculo se hace tomando en cuenta que en esta área se realizan trabajos de lectura y escritura, que necesitan mayor concentración.

Se recomienda para este espacio lámparas de luz blanca de tubo fluorescentes.

### **3.2.5. Taller en general**

Por ser un área muy grande se necesita de un método para el cálculo de la iluminación del taller y las diferentes áreas que comparte la nave industrial.

- Método del rendimiento o utilización: este método se describe a continuación con una serie de pasos a seguir.

Determinar las características físicas y operaciones del área, para obtener su clasificación y el rango de la empresa

Tabla XII. **Rango de talleres**

Descripción	Rango
<b>Talleres</b>	
Trabajo grueso	D
Trabajo medio	E
Trabajo fino	H

Fuente: elaboración propia.

Taller mecánico ⇒ trabajo medio ⇒ rango: E

Tabla XIII. **Coeficiente de reflexión**

Color	Coeficiente de reflexión (%)	Clasificación de colores
Blanco	75 – 85	Claros
Marfil	70 – 75	
Colores pálidos	60 – 70	
Amarillo	55 – 65	Semiclarios
Marrón claro	45 – 55	
Verde claro	40 – 50	
Gris	30 – 50	
Azul	25 – 35	Oscuros
Rojo	15 – 20	
Marrón oscuro	10 – 15	

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 109.

Paredes: color azul → 25%  
 Techo: color blanco → 75%  
 Piso: color gris → 30%

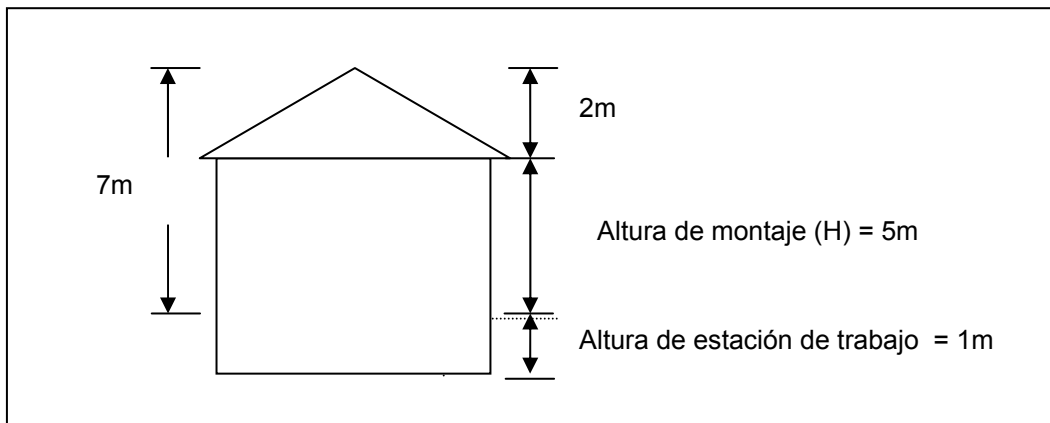
Total:  $130/3 = 43.33\%$  de reflectancia alrededor

Encontrar el factor de peso (E)

Edad	→	-1
Velocidad y exactitud	→	0
Reflectancia	→	0
Suma		<hr/> -1

Utilizar el valor medio, el valor de peso que se debe utilizar es  $E = 750$

Figura 56. **Altura del montaje de la nave industrial**



Fuente: elaboración propia.

Calcular la relación de ambiente (RR) con la fórmula:

$$RR = \frac{W \cdot L}{5H(W+L)}$$

Donde:

W = ancho → 15.05m

L = largo → 30.0m

H = distancia de la lámpara a la estación de trabajo

Entonces:

$$RR = \frac{15.05 \cdot 30.0}{5(15.05+30.0)}$$

$$RR = 2,00$$

Buscar el coeficiente de utilización (K), para las condiciones indicadas en las tablas

Techo → claro

Pared → oscura

Piso → semiclaro

Iluminación directa

De la tabla del anexo 2 se obtiene:

$$K = 0,65$$



Estimar el coeficiente de mantenimiento  $K'$

$$K' = 0,60$$

Espaciamiento máximo entre luminarias (d)

$$D = NA * H$$

Donde:

D = espaciamento entre luminarias

NA = distancia entre lámpara y pared

H = altura de la estación de trabajo a la lámpara

Entonces:

$$D = 1m * 5 \longrightarrow D = 5m$$

Numero de luminarias

$$\text{Ancho} = 15,05 / 5 = 3,01 \longrightarrow 3 \text{ lámparas}$$

$$\text{Largo} = 24,00 / 5 = 4,80 \longrightarrow 5 \text{ lámparas}$$

Total = 18 luminarias

Distancia real de luminarias

$$D_{\text{Ancho}} = 15 / 3 = 5m$$

$$D_{\text{Largo}} = 24 / 5 = 4,8m$$

Distancia real entre pared y luminarias

$$D_{\text{Ancho}} = 5 / 2 = 2.5\text{m}$$

$$D_{\text{Largo}} = 4,8 / 2 = 2,4\text{m}$$

Calculo del flujo lumínico total ( $\Phi$ )

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{K \cdot K'}$$

Donde:

$\Phi$  = flujo lumínico total

E = luminancia en luxes

S = Área en metros cuadrados

K = coeficiente de utilización

K' = factor de utilización

Entonces

$$\Phi = \frac{750 \cdot 361,2}{0,65 \cdot 0,60}$$

$$\Phi = 694\,615,38$$

Flujo luminoso total por luminaria ( $\Phi_L$ )

$$\Phi_L = \frac{\Phi}{\# \text{ Lámparas}}$$

$$\Phi_L = 69\,4615,38 / 15 = 46\,307,69$$

Cantidad de tubos por luminaria

$$\# \text{ Tubos} = 46\,307,69 / 10\,000 = 4,63 \longrightarrow 5 \text{ tubos por lámpara}$$

- Conclusión: por el método de rendimiento se puede concluir que se debe de colocar 24 luminarias distribuidas por todo el taller, con 5 tubos de 10 000 luxes, para cubrir el flujo lumínico necesario para el lugar.

### **3.3. Estudio de ventilación**

El taller de reparación de vehículos incluye una gran cantidad de procesos, de naturalezas muy variadas, las cuales exigen en su mayoría una buena ventilación, como medio para reducir la fatiga y la inhalación de gases y olores desagradables que se puedan generar. Para el estudio de ventilación el taller se separó en dos áreas, el de taller en general y área didáctica que se describen a continuación.

#### **3.3.1. Área de taller**

Cálculo de ventilación para las diferentes áreas del taller.

Datos

- Área de trabajo: taller mecánico
- Dimensiones: 15m de ancho, 24 m de largo y 6 m de alto
- Con techo de dos aguas con alto de 2 metros
- Velocidad del viento: 0,2 m/s  $\longrightarrow$  720 m/h
- Dirección del viento: perpendicular a la ventana

Volumen total de aire ( $V_t$ )

$$V_1 \text{ (volumen de taller)} \longrightarrow 15 \cdot 24 \cdot 6 = 2\,160 \text{ m}^3$$

$$V_2 \text{ (volumen de techo)} \longrightarrow (1/3) \cdot 15 \cdot 24 \cdot 2 = 240 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Total}} = V_1 + V_2 \longrightarrow 2\,160 + 240 = 2\,400 \text{ m}^3$$

Volumen total de aire a evacuar ( $V_{te}$ )

$$V_{te} = V_t \cdot RA$$

Donde: RA es la renovación del aire en número de veces por hora, tomando el valor medio, igual a 6.

$$V_{te} = 2\,400 \cdot 6 = 14\,400 \text{ m}^3/\text{h}$$

Flujo de aire ( $\Phi$ )

$$\Phi = C \cdot A \cdot V$$

Donde:

$$\Phi = V_{te}$$

C = coeficiente de entrada a la ventana

Tabla XIV. **Coeficiente de dirección del viento**

Dirección del aire respecto al edificio	coeficiente
perpendicular	0.4
paralelo	0.2

Fuente: manual de laboratorio de ingeniería de plantas. p. 6.

A = área de paso de las ventanas

V = velocidad del viento

Entonces:

$$A = Vte / (C*V)$$

$$A = \frac{14\,400 \text{ m}^3/\text{h}}{0,4*720 \text{ m/h}}$$

$$A = 50 \text{ m}^2$$

Dimensiones de las ventanas

Para este cálculo se toma como base la estructura existente, por lo que cada ventana tendrá 6 metros de ancho, y un total de 6 ventanas.

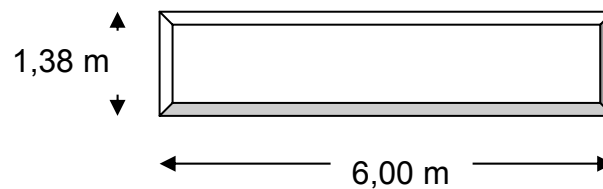
Entonces:

$$A = \text{ancho} * \text{alto} \longrightarrow X*Y$$

$$\text{Como son 6 ventanas} \longrightarrow 50/6 = 8,33$$

$$8,33 = 6*Y \longrightarrow Y = 8,33/6$$

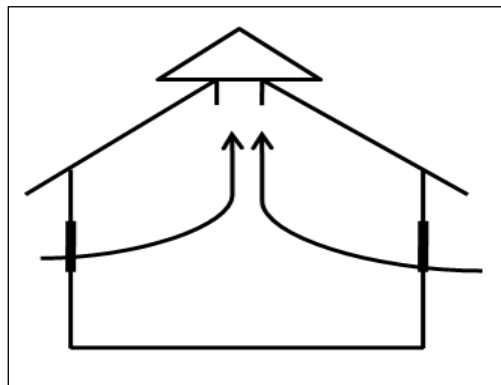
$$Y = 1,38\text{m}$$



Cabe mencionar que este cálculo es para ventanales abiertos por donde pueda ingresar con toda libertad el aire desde el exterior, y no ser utilizados únicamente para la iluminación natural.

La infraestructura cuenta con un monitor en el techo, el cual será de gran ayuda para la extracción de los vapores, aire y gases calientes. Ver figura 57.

Figura 57. **Ventilación natural del edificio**



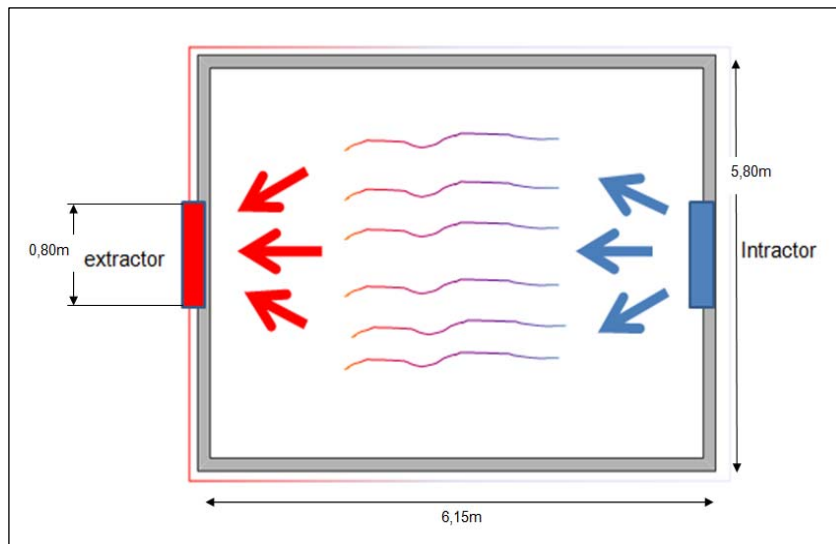
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Área docente

Para el área docente según la tabla II, el número de renovaciones por hora es de 6 a 8, pero se recomienda que el flujo del aire sea por medio de ventiladores adicionales a los ventanales que posee, por ser un área construida dentro de la infraestructura del edificio. Esto se debe a que la velocidad del viento es menor, y por qué en el resto del taller se manejan olores, gases y vapores, que pueden afectar la atención del estudiante dentro del salón de clases.

La ventilación se realiza colocando un ventilador en el lado éste del salón que ingresa aire desde el exterior y otro en el lado opuesto para extraer el aire, así tener un flujo de aire continuo. Ver figura 58.

Figura 58. **Ventilación forzada, área docente**



Fuente: elaboración propia.

El volumen total a evacuar de aire se puede obtener de la fórmula:

$$V_{te} = V_t \cdot RA$$

Donde:

$V_{te}$  = volumen total a evacuar  $\longrightarrow 6 \cdot 5,8 \cdot 3 = 104,4 \text{ m}^3$  de aire

$RA$  = número de renovaciones por hora  $\longrightarrow 7$  (valor medio)

Entonces

$$V_{te} = 104,4 \cdot 7 = 730,80 \text{ m}^3$$

El inductor y extractor a utilizar, están constituidos por un motor eléctrico capaz de ingresar un flujo de aire mayor a 730,80 m<sup>3</sup>/h. para poder tener una ventilación adecuada dentro del aula de clases.

### **3.4. Control de ruido**

El objetivo fundamental del control del ruido es proporcionar al ser humano un ambiente acústico aceptable, de manera que la intensidad de los sonidos y ruidos dentro del taller, no afecten las diferentes operaciones que se realizan.

#### **3.4.1. Niveles de ruido permisible**

El oído humano es capaz de soportar un máximo de 65 decibeles de ruido, sin que sufra daños, y si los ruidos superan los 80 decibels, puede llegar a provocar sordera.

El taller en algunas de sus áreas, generan ruido que supera el máximo permisible, y aunque el trabajo es intermitente puede causar daños a la audición a largo plazo. Es por esto, que no se deben de aceptar ruidos mayores a los 90 decibeles.

El control del ruido se debe realizar monitoreando las diferentes áreas de trabajo, haciendo varias mediciones e identificando las áreas donde es necesario reducir los niveles de ruido, y el uso de equipo de protección auditivo.

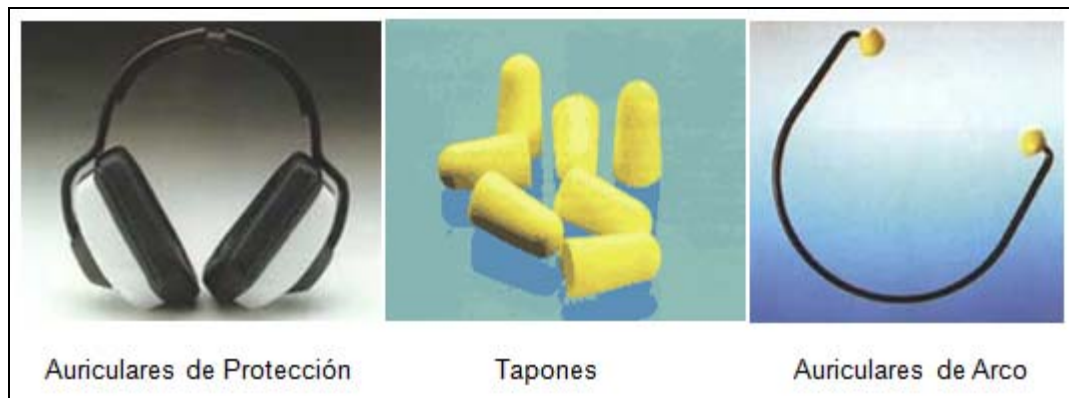
#### **3.4.2. Equipo de protección auditivo**

Son dispositivos que sirven para reducir el nivel de presión acústica en los conductos auditivos, con el fin de no producir daño en la persona expuesta.



Existen varios tipos de protectores: auriculares de protección, tapones y auriculares de arco, que son los más utilizados.

Figura 59. **Tipos de protectores auditivos**



Fuente: elaboración propia.

Para las áreas del taller donde se necesite el uso de este equipo de protección auditiva, en especial el área de compresores y al trabajar con motores sin silenciador, se propone el uso de auriculares de protección, por el fácil manejo, mayor protección y larga vida útil.

### **3.5. Diseño de puestos de trabajo**

Los puestos de trabajo dentro del taller son multifuncionales, por que en cada uno de ellos o en su mayoría se realizan trabajos de diferente índole, dependiendo del tipo de mantenimiento que se le realiza a un vehículo o a alguna parte de éste. Es por ello que es necesario un análisis de cada una de las estaciones de trabajo y determinar el número de personas necesarias en cada estación de trabajo

### **3.5.1. Análisis de puestos**

El análisis de puestos se realiza para las estaciones de trabajo, en donde se necesita mayor precisión al realizar las diferentes operaciones y también en las cuales se necesita reducir el tiempo de éstas.

Se identificaron las estaciones de trabajo en las cuales es necesario un análisis las cuales se mencionan a continuación:

- Soldadura

En el área de soldadura, por ser una estación de trabajo donde el operario corre riesgos, por trabajar con altas temperaturas, debe ser ocupado por personas que conozcan el equipo perfectamente, y que utilice los procedimientos como: rangos de voltaje y tipos de electrodo a utilizar para la soldadura eléctrica, tipos de flama para la soldadura autógena; y técnicas para la realización de este tipo de operaciones, para que éste no sufra de alguna lesión y el trabajo de soldadura se haga de la mejor manera.

- Bancos de trabajo

Esta área es considerada como multifuncional, por realizar gran variedad de operaciones entre las que se pueden mencionar corte de materiales, limpieza de piezas y diferentes mantenimientos. Estos trabajos van desde minuciosos como la limpieza de un carburador hasta simples cortes de tubos y piezas de metal. Este puesto puede ser ocupado por cualquier colaborador del taller, siempre y cuando el trabajo que realice sea de acuerdo a sus capacidades.

- Alineación

La alineación en los vehículos es muy importante para el desempeño en la carretera, es por ello que el puesto debe de ser ocupado por estudiantes capacitados o en capacitación que conozcan: el equipo a utilizar y diferentes procedimientos para realizar esta operación, que tenga conocimiento de los diferentes tipos de suspensión y dirección de un automóvil, para eliminar vibraciones y desgaste anormal en los neumáticos.

- Balanceo

El balanceo de neumáticos reduce la vibración a una velocidad crítica de operación, el estudiante o instructor encargado de esta estación de trabajo debe estar capacitado sobre: la maquina propiamente a utilizar, sobre los diferentes tipos de neumáticos, y la colocación adecuada de los contrapesos (plomos) en cada una de las ruedas.

- Pintura

El área de pintura se caracteriza por ser un trabajo muy delicado y de mucha precisión, es por ello que el instructor o los estudiantes encargados de esta área deben de tener como cualidades las siguientes: conocer la técnica de pintura de pistola neumática, conocimiento de los colores (círculo cromático), características y propiedades de las pinturas, técnicas de elaboración de colores, técnicas de enderezado y enmascarado de la carrocería de vehículos, siendo éstos los más importantes.

- Puente hidráulico

La elevación de un vehículo para realizar los diferentes tipos de mantenimiento debajo de éste, es una tarea que se debe realizar con mucho cuidado, porque la mala colocación de los soportes puede causar un accidente grave dentro del taller, es por ello que el instructor o estudiantes encargados del manejo del puente hidráulico deben de tener conocimiento de: geometría y puntos de apoyo del vehículo, principios de hidráulica, capacidad y especificaciones específicas del puente hidráulico, control de la velocidad de elevación y descenso.

### 3.5.1.1. Número de estudiantes por estación de trabajo

Según el análisis de puestos descrito anteriormente y al espacio destinado por estudiante, que no debe ser menor a un metro cuadrado; la cantidad de operarios por estación de trabajo se describe en la tabla XV.

Tabla XV. **Número de estudiantes por estación de trabajo**

<b>Estación de trabajo</b>	<b>No. de estudiantes</b>	<b>Descripción</b>
Soldadura eléctrica	1- 2	Dependiendo del tamaño de la pieza a soldar, así será el número de estudiantes.
Soldadura autógena	1	Por ser un tipo de soldadura donde se trabaja con fuego directamente. Solo deberá trabajar un estudiante o instructor en esta área.
Taladro	1-2	El número de estudiantes no debe exceder de dos por ser un área pequeña y de fácil manejo.

Continuación tabla XXI.

<b>Estación de trabajo</b>	<b>No. de estudiantes</b>	<b>Descripción</b>
Esmeril	1	Sólo un estudiante por ser una tarea simple.
Lavadora de piezas	1	Sólo un estudiante por ser una tarea simple.
Alineación	1	Se necesita un estudiante capacitado.
Balanceo	2	Se necesita de dos estudiantes, uno para operar la computadora y otro para supervisar la unidad de alineación.
Fosa	2	Se necesitan dos estudiantes por ser un área de montaje y desmontaje de piezas, las cuales pueden ser muy pesadas.
Bancos de trabajo	1-2	Para realizar tareas de diferente índole y donde es necesario suficiente espacio, es por ello que la cantidad de estudiantes no debe exceder de dos.
Pintura	1-4	El número de estudiantes en esta área puede variar según los trabajos que deberán realizarle a los vehículos, pero no podrá exceder en cuatro estudiantes por vehículo.
Puente hidráulico	2-4	No menos de dos estudiantes, por ser un área donde se necesita la completa supervisión al elevar el vehículo. Y por ser un área de montaje y desmontaje de piezas debajo del automotor.

Fuente: elaboración propia.

### **3.5.2. Ergonomía en puestos de trabajo**

El ahorro de movimientos dentro de las diferentes áreas de trabajo es muy importante para reducir los retrasos y realizar las tareas con mayor eficiencia, así también la conservación de la salud humana; es por ello que la ergonomía dentro de los puestos de trabajo se deberá de implementar de la siguiente manera:

- Contar con la herramienta y equipo específico para cada área, para que los estudiantes no pierdan tiempo en buscarlas en otros lugares del taller; salvo que sea un equipo único, y que sea utilizado en otras áreas.
- Los puestos de trabajo deben estar distribuidos de tal forma que se realicen las diferentes operaciones con mayor fluidez y con una postura correcta para evitar fatiga.
- Enseñar a los estudiantes, el uso correcto de de la herramienta y equipo, para reducir el esfuerzo físico al realizar una operación.
- Controlar las condiciones ambientales como lo son el ruido, ventilación e iluminación.

### **3.5.3. Propuesta ergonómica**

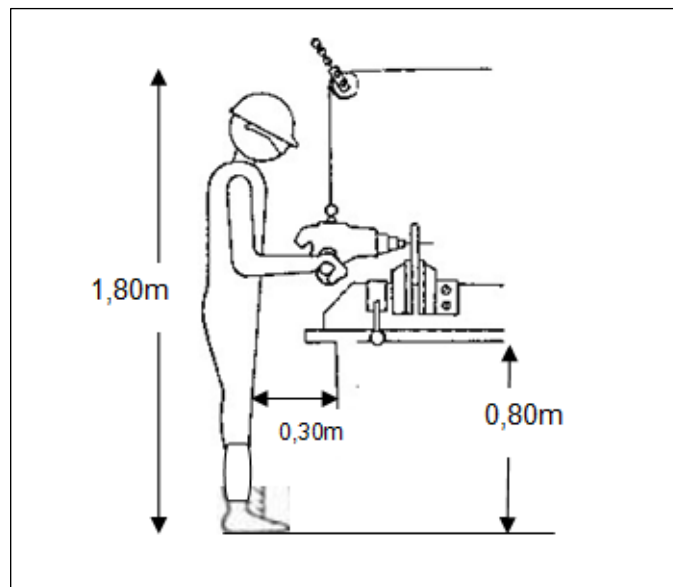
La ergonomía dentro del ambiente laboral ayuda, en gran medida, a los instructores y estudiantes que laboran dentro del taller, para reducir la fatiga y hacer el trabajo más productivo. Por ello que se proponen dos puesto de trabajo.

- Trabajos realizados de pie

El cual consiste principalmente en los trabajos realizados en los bancos de trabajo, área de soldadura y trabajos de manufactura. Estos trabajos en algunas ocasiones se tornan cansados, por los largos periodos de tiempo al realizar diferentes operaciones estando de pie, por lo que se debe de mantener la postura correcta, para evitar fatiga en la espalda y principalmente deformación en la columna vertebral y tener una altura estándar para evitar que el estudiante tenga que trabajar inclinado.

En la figura 60 se muestra la postura correcta que una persona debe de tener al realizar un trabajo en una estación de trabajo.

Figura 60. **Postura correcta en trabajos de pie**

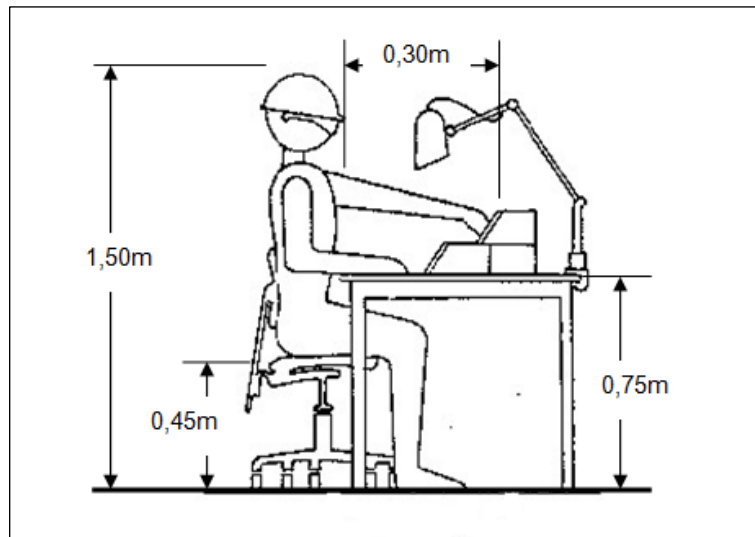


Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml>. 25-02-11.

- Trabajos realizados en escritorios

La postura en la ejecución de trabajos sentados, es muy importante para reducir la fatiga al estar mucho tiempo en un escritorio realizando diferentes tareas, la altura de la estación de trabajo, del asiento, y los objetos deben estar al alcance cuando se necesiten para ser utilizar. Ver figura 61.

Figura 61. **Postura correcta en trabajo realizado en escritorios**

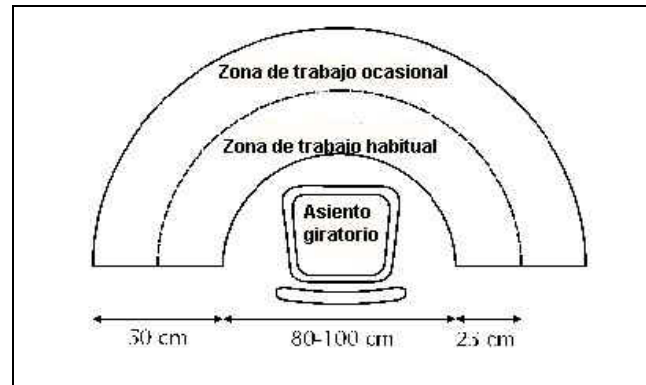


Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml>. 25-02-11.

Para trabajos donde se ocupen diferentes herramienta, para evitar tener un descontrol de la herramienta se recomienda organizarla de tal manera que la herramienta o equipo que se utiliza con frecuencia esté más cerca, y la que se ocupa ocasionalmente este un poco retirada, así se podrá tener orden y comodidad en la estación de trabajo.



Figura 62. Puesto de trabajo



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml>. 26-02-11.

### 3.6. Señalización Industrial

Señalizar el taller para que los instructores y estudiantes puedan tener información sobre las diferentes áreas, equipo, herramienta y productos que generen riesgos para la salud humana. La señalización se realiza en varias partes para no saturar los esquemas, y tener una mejor perspectiva de cómo quedará señalizado.

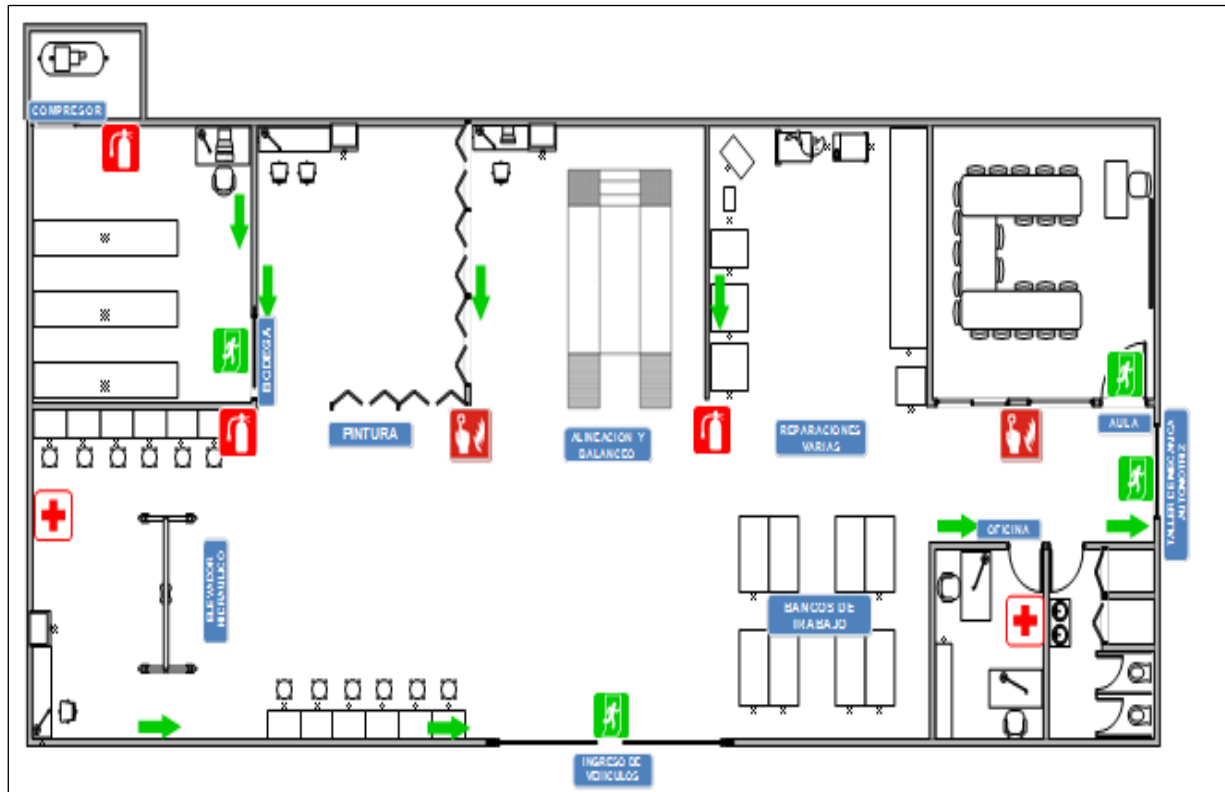
#### 3.6.1. Áreas de trabajo

Señalizar las áreas de trabajo con:

- Rutas de evacuación y salidas
- Extintores y alarmas contra incendio
- Botiquines de primeros auxilios
- Identificación de áreas del taller

Se deberán colocar en lugares de fácil ubicación por el observador, desde varios puntos del taller.

Figura 63. Señalización de áreas de trabajo



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. Resumen de señalización de áreas de trabajo

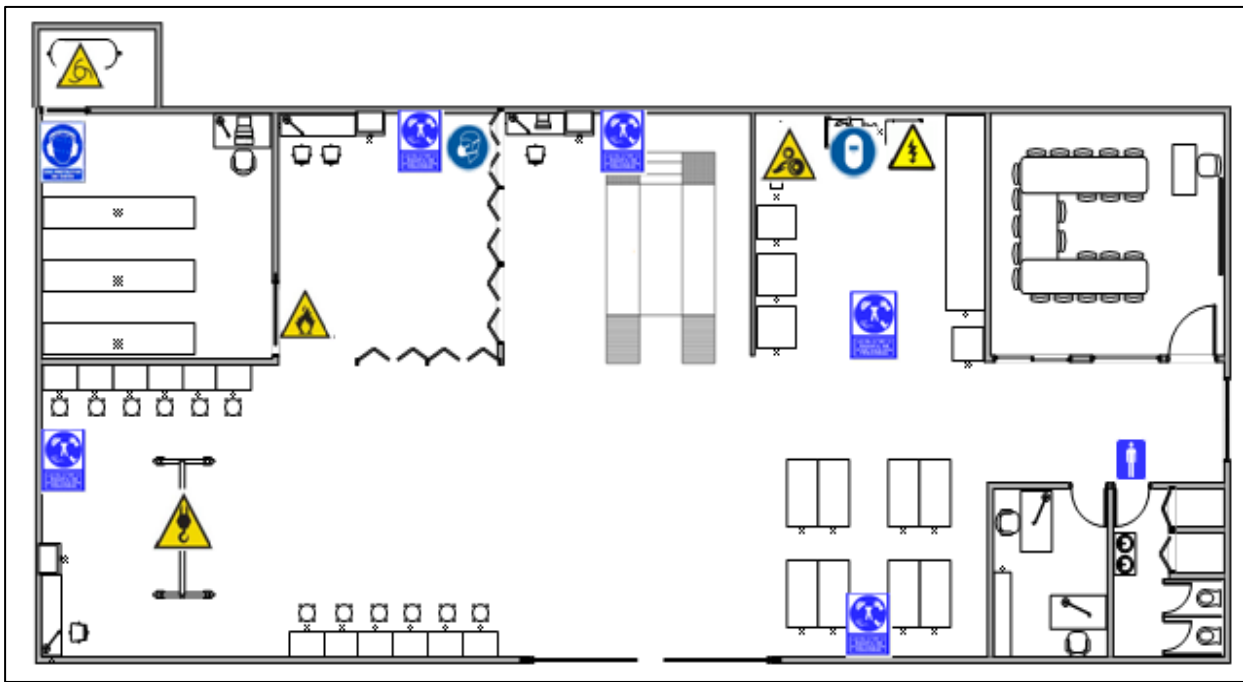
Símbolo	Nombre	Cantidad de señales
	Botiquín	2
	Extintor	3
	Alarma de incendios	2
	Ruta de evacuación	9
	Salida	4
	Señalización de áreas de trabajo	11

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.2. Maquinaria y equipo

Para evitar un accidente laboral, es necesario informar a los instructores y estudiantes del tipo de protección que se debe utilizar en las diferentes áreas dentro del taller, colocando señales donde sean necesarias.

Figura 65. Señalización de maquinaria y equipo



Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **Resumen de señalización de maquinaria y equipo**

<b>Símbolo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad de señales</b>	<b>Áreas señalizadas</b>
	Uso obligatorio de equipo de protección personal	5	Todas las áreas de reparaciones
	Uso obligatorio de mascarilla	1	Pintura
	Uso obligatorio de máscara para soldar	1	Soldadura
	Uso obligatorio de protección auditiva	1	Compresor
	Sanitario hombres	1	Servicio sanitario
	Precaución, arranque automático	1	Compresor
	Precaución, grúas trabajando	1	Elevador hidráulico
	Precaución, maquinaria expuesta	1	Talador, esmeril
	Precaución, alto voltaje	1	Soldadura

Fuente: elaboración propia.

### **3.6.3. Productos químicos e inflamables**

La señalización para productos químicos e inflamables deberá hacerse para evitar intoxicaciones, quemaduras e incendios dentro de las diferentes áreas de trabajo, es por ello que se necesitara la identificación de los mismos utilizados en las diferentes operaciones del taller.

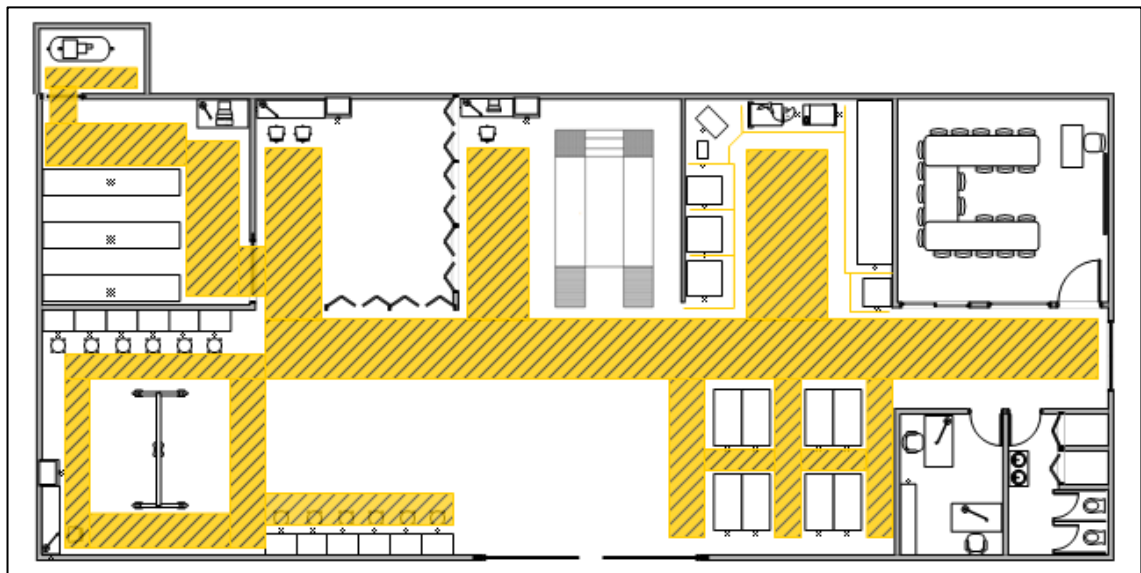
- Combustibles: diesel, gasolina y keroseno
- Grasas y lubricantes
- Pinturas y acrílicos

Estos productos son utilizados en todas las áreas del taller, por lo tanto, es recomendable que cada producto cuando esté en gran cantidad y se considere un riesgo latente, se deberá colocar una etiqueta de advertencia para evitar un siniestro.

### 3.6.4. Vías de tránsito peatonal



Las vías de tránsito deben señalizarse sobre todo el piso del taller con líneas amarillas, con pintura utilizada deberá ser de látex acrílica, la que durará varios años si se aplica de la manera correcta.

Figura 67. Señalización de las vías de tránsito peatonal



Fuente: elaboración propia.

Figura 68. Simbología de vías de tránsito

Símbolo	Descripción
	Denota las áreas de trabajos de manufactura y soldadura
	Vías de movimiento peatonal

Fuente: elaboración propia.

### **3.7. Mantenimiento preventivo**

Para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de todo el taller, es necesario dividir estas tareas en tres áreas, que se describen a continuación:

#### **3.7.1. Maquinaria y equipo**

El mantenimiento de la maquinaria y equipo, en su mayoría debe ser preventiva. Para reducir tiempos muertos por avería de algún componente de éstos:

- Limpieza

Las máquinas y el equipo utilizado en el taller de mecánica, cuando se encuentran limpios, operan mejor y reducen la contaminación. La limpieza constituye una actividad sencilla para reducir desgastes y deterioros. Cabe mencionar que cada equipo y maquinaria se limpia de manera diferente por la naturaleza y el material de cada uno de estos.

La limpieza se debe de realizar con trapos de algodón y líquidos removedores de grasas.

- Inspección

La inspección se realizará para verificar el funcionamiento seguro de la maquinaria y equipo. Con la información obtenida de las inspecciones realizadas, se tomarán decisiones para llevar a cabo un mantenimiento adecuado y oportuno.



### **3.7.1.1. Tiempos promedio para inspecciones**

El período estimado para realizar las inspecciones de la maquinaria y equipo, dependerá directamente del uso que se le proporcione, tomando en cuenta los datos del fabricante para poder realizar las inspecciones en un periodo de tiempo razonable y en el cual, de margen a realizar un paro programado de la maquinaria o equipo, para efectuar los mantenimientos si se encontrara alguna falla. Los tiempos promedios para inspecciones serán diferentes para cada tipo de maquinaria y equipo, y se establecerán al tener el taller en operación.

### **3.7.2. Herramienta**

Consiste en la limpieza de la herramienta utilizada, después de realizar una reparación a alguna pieza o vehículo para mantenerla en perfecto estado y evitar corrosión por el contacto con los diferentes líquidos y lubricantes que se utilizan, también la lubricación de la herramienta que así lo necesite.

### **3.7.3. Instalaciones**

El mantenimiento de la nave industrial del taller de mecánica, permitirá las adecuadas condiciones para llevar a cabo las diferentes tareas que allí se realizan, se debe de coordinar los diferentes aspectos.

- Orden y limpieza

Para ello será necesaria una permanente realización de las tareas de limpieza coordinadas y supervisadas por los instructores a cargo, con la oportuna realización de trabajos de conservación y reparación, con el adecuado uso de las instalaciones y mobiliario.

- Instalaciones eléctricas

La limpieza en esta parte del edificio, se debe realizar por inspecciones visuales, para identificar los puntos en los cuales las instalaciones eléctricas puedan sufrir algún desperfecto y generar algún peligro para los operarios de la maquinaria y equipo eléctrico

#### **3.7.3.1. Desarrollo de inspecciones generales**

Las inspecciones generales realizadas dentro del taller se deberán llevar a cabo por lo menos dos veces al año, paralizando todas las operaciones del taller, incluyendo a todo el personal para estas inspecciones, para que puedan darse cuenta de todos los aspectos que tendrán que ser monitoreados, y que aparentemente no son de gran importancia, pero que si forman parte fundamental para realizar las diferentes operaciones del taller.

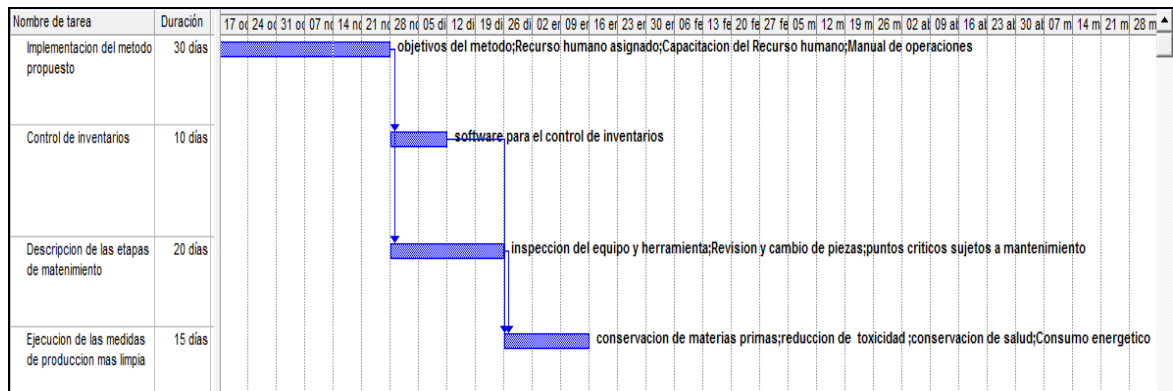
## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 4.1. Implementación del método propuesto

La implementación de la distribución de maquinaria y equipo propuesta, depende de diferentes variables, las cuales van desde la estructura existente, la maquinaria, equipo y herramienta con las cuales cuenta el taller.

Se debe analizar en las áreas del taller, como también cada estación de trabajo para ajustar cualquier detalle que pueda causar un inconveniente en el desarrollo de las operaciones que se realizan. Para ello se deberá tener un control de la maquinaria, supervisión de las diferentes actividades que se realizan por instructores y estudiantes, para el establecer el tiempo promedio que una operación rutinaria. Ver figura 69.

Figura 69. Diagrama de Gantt, implementación de la propuesta



Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.1. Objetivos del método**

Los objetivos principales del método propuesto, se generan a partir de las principales necesidades dentro del taller, y son los siguientes:

- Poseer áreas de trabajo ergonómicamente diseñadas para aumentar la eficiencia de los colaboradores.
- Reducir el cansancio física y mentalmente de los colaboradores mediante una buena iluminación y ventilación dentro de la nave industrial.
- Tener una excelente señalización industrial dentro de las áreas diferentes áreas del taller.
- Conservar áreas con ventilación e iluminación adecuada.
- Tener un registro de todas las operaciones de mantenimiento que se realizan dentro del taller.
- Crear un ambiente de confianza en el usuario de los diferentes servicios y reparaciones que en el taller se realizan.

#### **4.1.2. Recurso humano asignado**

El recurso humano asignado debe contar con capacitación técnica para la crear un ciclo administrativo dentro del taller:

- Planificar las diferentes rutinas que se realizan dentro del taller, como también, los cursos que se impartirán a partir de la capacidad instalada.

- Organizar grupos de trabajo para que sean destinados a las diferentes áreas, para disponer de los recursos, garantizando la labor de las tareas de mantenimiento.
- Dirigir, coordinar y vigilar las acciones de cada uno de los colaboradores del taller, con la finalidad, de cumplir con los requerimientos de los usuarios de una manera eficaz.
- Controlar las diferentes áreas del taller mediante los resultados obtenidos, en relación con los esperados a fin de corregir o mejorar las acciones de los colaboradores.

#### **4.1.3. Capacitación del recurso humano**

El recurso humano responsable de las diferentes áreas y reparaciones que se llevan a cabo en el taller, debe de estar debidamente capacitado para prestar un buen servicio y llenar las expectativas de los usuarios, así también para impartir los cursos a los estudiantes:

- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo
- Uso adecuado de la herramienta
- Identificación de riesgos de la maquinaria y equipo
- Almacenamiento, manejo, uso de líquidos y sustancias inflamables

#### **4.1.4. Manual de operaciones**

Realizar un manual de operaciones para documentar las normas procedimientos y especificaciones técnicas dentro del taller, brindando al alcance de todo el recurso humano que labora allí, la información para tratar de hacer más fácil todos los procesos de mantenimiento realizados.

##### **4.1.4.1. Normas del área de trabajo**

Las normas generales dentro de las diferentes áreas de trabajo del taller, para mantenerlo en un ambiente de orden y limpieza, así también resguardando la seguridad humana.

- Utilizar equipo de protección personal, el cual será diferente dependiendo del área en que se trabaje.
- Mantener las diferentes áreas del taller en un ambiente de orden y limpieza.
- No utilizar la herramienta, equipo y maquinaria sin autorización del instructor o la persona encargada del taller.
- Toda tarea de mantenimiento deberá realizarse con la maquinaria o equipo parado y desconectado.
- Después de utilizar el equipo o herramienta, dejarlo en el lugar de almacenamiento designado.

- Reportar cualquier anomalía dentro del taller que pueda ser implicar riesgo.
- Mantener las vías de movimiento y salidas sin ningún tipo de obstáculo.
- No debe de trabajar una sola persona dentro del taller.

#### **4.1.4.2. Procedimientos**

El objetivo de establecer procedimientos dentro de las áreas de trabajo es proporcionar un mejor control en las rutinas, evitar alteraciones que puedan causar demoras, simplificar los trabajos, reducir costos y mejorar la eficiencia en general, es por ello que los procedimientos que se recomiendan dentro del taller son:

- En manejo de objetos pesados
- De verificación y ajuste de maquinaria y equipo
- De los diferentes mantenimientos a vehículos
- De orden y limpieza en el lugar de trabajo
- De mantenimiento de maquinaria y equipo
- De limpieza

#### **4.1.4.3. Normas y manuales**

Son utilizadas dentro del taller de mecánica, y deben de ser respetadas para poder tener una buena calidad en los servicios de mantenimiento y de los insumos y herramienta adecuada.

- Sociedad Americana de Soldadura (AWS): establece los códigos para seleccionar el electrodo a utilizar, para realizar cualquier tipo de soldadura eléctrica.
- Normas ASTM: utilizada para especificaciones de materiales como tuberías y aceros.
- Norma SAE: regula el grado de viscosidad de los aceites utilizados en los motores, diferenciales y transmisiones, entre otros.
- Manuales de reparación: específicos para ciertas marcas, estilos y modelos de automóviles.

#### **4.1.5. Buenas prácticas de manufactura y uso del equipo**

Las buenas prácticas de manufactura son una herramienta que regula los procedimientos para el aseguramiento de la calidad e higiene, de los servicios dentro del taller, lo cual sirve de gran ayuda para que cada actividad de las diferentes áreas, sea realizada de una manera más ordenada, siguiendo los diferentes procedimientos y utilizando el equipo adecuado para cual sea la ocasión.



#### **4.1.5.1. Soldadura**

Para el área de soldadura, por ser un lugar donde estudiantes e instructores son expuestos a piezas con altas temperaturas, chispas y excesos de material caliente, es de gran importancia las buenas prácticas de manufactura y el uso de equipo de protección, es por ello que el objetivo de las buenas prácticas es controlar el riesgo durante el trabajo, y asegurar la calidad en la soldadura:

- Utilización adecuada de los equipos de protección para soldadura, para evitar cualquier tipo de quemaduras o accidentes laborales.
- Inspeccionar los niveles de voltaje y el tipo de electrodo a utilizar antes de realizar una soldadura.
- Verificar que los niveles de ventilación sean los adecuados, para reducir el riesgo de inhalación de gases.
- Colocar directamente la pinza sobre la pieza a soldar, para evitar falsos contactos eléctricos.
- Utilizar herramientas eléctricas que tengan doble aislamiento.
- Evitar acercarse demasiado al punto de soldadura, pues esto puede ocasionar visión borrosa o quemaduras.
- Tener la máquina de soldar encendida sólo el tiempo necesario y durante la soldadura para evitar accidentes.

#### **4.1.5.2. Enderezado y pintura**

En el área de enderezado y pintura de vehículos, se realiza una gran variedad de operaciones las cuales conllevan la utilización de diferente maquinaria, equipo, herramienta e insumos, éstos deben de ser utilizados de manera correcta, por lo que es necesario que los instructores y estudiantes realicen las diferentes operaciones:

- Utilización adecuada del equipo de protección personal, en especial el uso de gafas, guantes y mascarilla, por ser un área donde se tiene contacto con polvos y partículas de pintura.
- Utilización adecuada del equipo de pintura, para evitar desperdicios de las mezclas a utilizar.
- Comprobar que la presión de aire sea la adecuada, para que al pintar el vehículo se haga con un flujo de pintura óptimo.
- Tener extremo cuidado con la superficie pintada, evitando el contacto.
- Evitar derrames de pintura u otros componentes dentro de las áreas del taller.
- Evitar realizar trabajos de pintura cuando se tenga poco espacio dentro de esta área, o cuando se tenga baja temperatura.
- Gestionar los residuos de pintura u otros componentes utilizados en esta área, de forma que se facilite su recuperación, almacenándolos por separado en un área específica y debidamente identificados.

#### **4.1.5.3. Servicios y reparaciones varias**

Para los servicios y reparaciones varias, las buenas prácticas de manufactura que aquí se requieren son de uso general, por la gran cantidad y diversidad de operaciones que se realizan y por ser realizadas en diferentes áreas del taller:

- Utilizar de forma adecuada cada estación de trabajo, aprovechando el espacio y manteniendo la herramienta y el equipo a utilizar al alcance, para evitar pérdidas de tiempo.
- Usar ropa y calzado adecuado para las tareas de mantenimiento.
- Utilizar el equipo de protección personal, según sea el caso.
- Al utilizar productos de limpieza de piezas, seguir las indicaciones del fabricante para evitar una posible contaminación.
- Apagar la maquinaria y equipo cuando no se esté utilizando, para optimizar el consumo de energía eléctrica.
- No realizar ningún tipo de mantenimiento con la maquinaria puesta en marcha, ya que puede causar un accidente.
- Al desmontar partes del motor, se debe de tener cuidado en recoger los aceites, grasas o refrigerante para no causar un derrame dentro del área de trabajo.

## 4.2. Control de inventarios

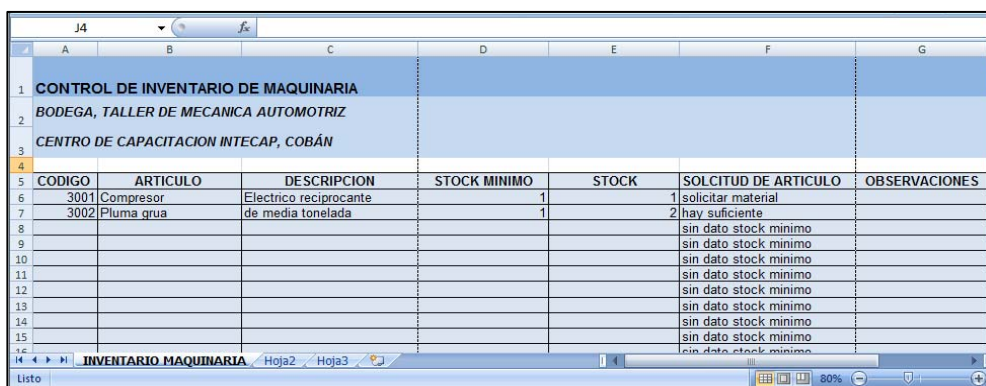
El objetivo de tener inventariadas la maquinaria, herramienta y equipo dentro del taller, es para llevar un control de lo que se tiene dentro del taller y evitar, que los diferentes artículos se extravíen dentro o fuera de las instalaciones del taller, para esto, se desarrolla un control con hojas electrónicas utilizando el programa *Microsoft Excel*.

Este control se lleva asignándole un código a cada artículo dentro del taller, para hacer más fácil el registro en bodega.

### 4.2.1. Software para el control de inventario de maquinaria

A través de una hoja electrónica, para llevar el registro de la maquinaria existente dentro del taller, la cual cuenta con la información más importante, así también especificando el *stock* mínimo, y la cantidad de existente de cada artículo.

Figura 70. Hoja electrónica de control de inventario de maquinaria



CODIGO	ARTICULO	DESCRIPCION	STOCK MINIMO	STOCK	SOLICITUD DE ARTICULO	OBSERVACIONES
3001	Compresor	Electrico reciprocante	1	1	1	solicitar material
3002	Pluma grua	de media tonelada	1	2	2	hay suficiente
						sin dato stock minimo
						sin dato stock minimo
						sin dato stock minimo
						sin dato stock minimo
						sin dato stock minimo
						sin dato stock minimo
						sin dato stock minimo
						sin dato stock minimo
						sin dato stock minimo

Fuente: elaboración propia.

En la figura 70 se puede observar que también existe una columna llamada solicitud de artículo, la cual funciona interactuando con la columna de *stock* y de *stock* mínimo, notificando cuando hay suficiente o se necesita solicitar alguna pieza de la maquinaria.

#### 4.2.2. Software para el control de inventario de herramienta y equipo

En este caso también se utiliza una hoja electrónica para llevar el registro del la herramienta y equipo, y partes de éstas que se requieran tener en el taller, la cual cuenta con dos hojas, una para el inventario propiamente y otra para el listado de códigos, por haber una gran diversidad de herramienta y equipo dentro del taller

Figura 71. Hoja electrónica, inventario de herramienta y equipo

CODIGO	ARTICULO	DESCRIPCION	TIPO	STOCK MINIMO	STOCK	SOLICITUD DE ARTICULO	OBSERVACIONES
1001	Llave de 10mm	Cola y corona	Herramienta	1	4	hay suficiente	
1002	Llave de 11mm	Cola y corona	Herramienta	3	2	solicitar material	
						sin dato stock minimo	
						sin dato stock minimo	
						sin dato stock minimo	

Fuente: elaboración propia.

Para esta hoja de control, también se tiene una columna destinada para identificar al artículo a qué tipo pertenece (herramienta o equipo), y así hacer más fácil su ubicación dentro del inventario.

### **4.3. Descripción de las etapas del mantenimiento**

Las etapas del mantenimiento se realizan siguiendo una serie de pasos, los cuales pretenden crear una cultura de cuidado permanente dentro del taller, éstas van desde la inspección, identificación de los puntos críticos y un establecimiento de programa de revisión y cambio de piezas los cuales se describen a continuación.

#### **4.3.1. Inspección del equipo y herramientas**

Inspeccionar el equipo y la herramienta utilizada dentro del taller, es una tarea sencilla pero muy importante para conocer el estado actual, y así estar al tanto de los posibles inconvenientes que se puedan presentar.

Estas inspecciones se deberán de realizar periódicamente y se separan en dos partes:

- Inspección general: realizada una vez al año. abarcando todos los aspectos del taller.
- Inspección por áreas de trabajo: realizada una vez al mes y abarca los aspectos específicos de cada área.

#### **4.3.2. Identificación de puntos críticos sujetos a mantenimiento**

Esta etapa busca identificar las áreas, maquinaria y equipo con más incidencias de desperfectos o que requieran mayor atención para proporcionarle mantenimiento dentro del taller, la cual ayuda a establecer prioridades, permite planificar como evitar posibles problemas antes de que ocurran, dirigiendo la atención a agentes claves que puedan sufrir un desperfectos y retrasos, o en el peor de los casos un accidente laboral.

Al realizar un recorrido por las diferentes áreas del taller, se identificaron los siguientes puntos críticos sujetos a mantenimiento.

- Sistema de aire comprimido: por ser utilizado en todas las áreas del taller, para mantener la presión óptima de operación y eliminar las condiciones de humedad dentro de la tubería y herramienta neumática.
- Elevador hidráulico: para mantenerlo en condiciones óptimas revisando sus condiciones periódicamente, y no ser un factor de riesgo dentro del taller.
- Soldadura y corte de piezas: limpiando y revisando el equipo antes y después de efectuar una operación de esta naturaleza.

### **4.3.3. Establecimiento de programas de revisión y cambio de piezas**

Emplear programas de revisión y cambio de piezas para la maquinaria y equipo que se utiliza dentro del taller para tener un mejor control en las tareas de mantenimiento preventivo que se realicen, lo cual puede hacerse mediante varias actividades que a continuación se describen.

#### **4.3.3.1. Programación de revisión**

Los programas de revisión de averías, se deben establecer mediante datos del fabricante y por historial de la herramienta utilizada dentro del taller, al ser evaluados se pudo determinar un período de revisión para la maquinaria y equipo, ésta se realizará como se muestra en tabla XVI.

Tabla XVI. **Programación de revisión de maquinaria y equipo**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Período de la revisión</b>
Revisión de taladro	Mecánico	Mensual
Revisión de elevador hidráulico	Instructor - Mecánico	Semanal
Revisión de esmeril	Mecánico	Mensual
Revisión del equipo de alineación	Mecánico	Semanal
Revisión del equipo de balanceo	Mecánico	Semanal
Revisión de desarmadora de llantas	Mecánico	Mensual



Continuación tabla XVI.

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Período de la revisión</b>
Revisión de equipo de soldadura eléctrica	Soldador	Mensual
Revisión de equipo de soldadura autógena (oxiacetilénica)	Soldador	Semanal
Revisión compresor	Mecánico	Semanal
Revisión de equipo neumático	Mecánico	Mensual
Revisión de pluma - grúa	Mecánico	Bimestral
Revisión de equipo de analizador de gases	Instructor	Semestral

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.3.2. Programación de modificación y cambio de piezas**

Realizar mediante una planificación, para no afectar con los servicios que presta el taller a los usuarios, tomando en cuenta el tiempo estimado para la modificación o el cambio de piezas del equipo o maquinaria al cual se le brindara mantenimiento, para realizar un paro programado por un tiempo estipulado, para no generar descontento.

Entre las de mayor prioridad están las que se muestran las tablas XVII, XVIII, XIX, XX y XXI.

Tabla XVII. **Cambio de piezas de compresor**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Período de cambio</b>
Cambio de filtro de aire	Mecánico	Anual
Cambio de filtro de unidad de mantenimiento	Mecánico	Semestral
Cambio de faja	Mecánico	Anual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Cambio de piezas de taladro**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Período de cambio</b>
Cambio de faja	Mecánico	Anual
cambio de carbones	Mecánico – electricista	Anual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Cambio de piezas elevador hidráulico**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Período de cambio</b>
Cambio de retenedores de aceite, de cilindros hidráulicos	Mecánico	Anual
Cambio de mangueras de alta presión defectuosas	Mecánico	Anual
Cambio de contactares eléctrico	Electricista	Anual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Cambio de piezas equipo de soldadura eléctrica**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Período de cambio</b>
Cambio de cables dañado	Soldador – electricista	Anual
Cambio de pinzas defectuosas	Soldador	Anual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Cambio de piezas, equipo de soldadura autógena**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodo de cambio</b>
Cambio boquilla de soplete	Soldador	Semestral
Cambio de mangueras defectuosas	Soldador	Anual

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.3.3. Programación de engrase y lubricación**

La lubricación periódica, es la etapa más importante del mantenimiento preventivo, por lo cual se debe de tener una programación, desarrollando dentro del taller un calendario para la maquinaria y equipo que necesiten de este tipo de servicio. Ver tabla XXII.

Tabla XXII. **Actividades de engrase y lubricación**

<b>Maquinaria o equipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodo de la revisión</b>
Elevador hidráulico	Revisión de sistema hidráulico y engrase de partes móviles	Instructor – mecánico	Mensual
	Calibración del equipo	Mecánico	Semestral
	Revisión de motor eléctrico	Mecánico – electricista	Anual
Desarmadora de neumáticos	Lubricación de partes móviles	Mecánico	Bimestral
Unidad de alineación	Calibración del equipo y lubricación	Instructor - mecánico	Bimestral
Unidad de balanceo	Lubricación de partes móviles	Mecánico	Bimestral
	Calibración	Instructor - mecánico	Mensual
Compresor	Revisión de nivel de aceite	Mecánico	Mensual
Taladro	Lubricación de cojinetes y partes móviles	Mecánico	Semestral
Esmeril	Lubricación de cojinetes	Mecánico	Semestral
Pluma - grúa	Revisión de niveles de aceite y engrase de partes móviles	Mecánico	Bimestral
Prensas de mesa	Lubricación de tornillo sinfín	Mecánico	Trimestral
Tickets	Revisión de de niveles de aceite y lubricación de tornillo sinfín	Mecánico	Trimestral
Herramienta con partes móviles	Lubricación de partes móviles	Mecánico	Trimestral
puertas corredizas	Engrase de cojinetes y carriles.	Mecánico	Trimestral

Fuente: elaboración propia.

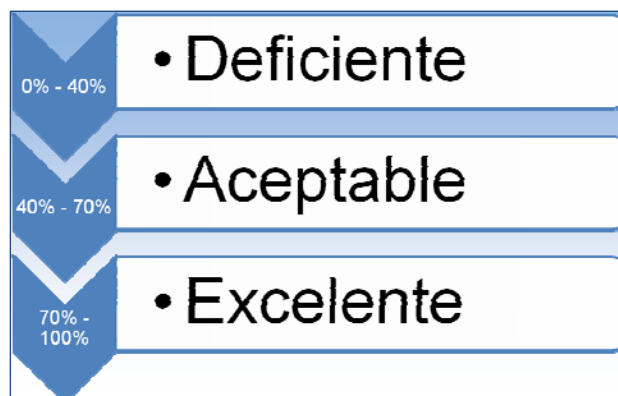
#### 4.3.3.4. Porcentajes de cumplimiento de inspecciones

El cumplimiento de las metas dentro del taller de mecánica automotriz, y su monitoreo es importante, para conocer en qué áreas se está logrando llegar al mayor número de inspecciones realizadas, según las programadas, así también determinar las áreas con la menor cantidad de inspecciones, para conocer cuáles necesitan una mayor atención de la prestada y reorganizar para lograr cumplir con todas las inspecciones propuestas.

Se realizará de una forma continua, revisando las inspecciones cumplidas cada tres meses, apoyados también por la cantidad de averías no detectadas a tiempo, creando una demora en las operaciones del taller, por la falta de la realización de las inspecciones programadas.

La ponderación para el cumplimiento de inspecciones se muestra en la figura 72.

Figura 72. Ponderación del cumplimiento de inspecciones



Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Ejecución de las medidas de producción más limpia**

Para llevar a la práctica las medidas de producción más limpia, se deben trazar metas a mediano plazo, para cada una de las áreas con mayor potencial de aplicación.

##### **4.4.1. Conservación de materias primas**

La conservación de materias primas se debe realizar utilizando el concepto de: reducción desde la fuente, que se refiere a la optimización de las materias primas desde el momento en que se utilizarán, evitando crear los desechos, y reduciendo costos de operación.

Para ejecutar la conservación de materias primas, se debe de concientizar a todos los colaboradores del taller, mediante charlas, conferencias, y documentos; para utilizar sólo los materiales e insumos necesarios para cada mantenimiento u operación realizada.

##### **4.4.2. Monitoreo de consumo energético**

El consumo de energía eléctrica y de otros combustibles dentro del taller, debe de monitorearse para controlar que no se utilicen en forma desmedida y sin consideraciones, para lo cual se debe de considerar lo siguiente:

- Control del consumo de energía eléctrica del taller, mensualmente, tomando en cuenta la cantidad de mantenimientos realizados.
- Supervisión por parte de los instructores o encargados, para controlar que no se encuentre en operación, maquinaria o equipo que no se está utilizando.

- Monitorear maquinaria o equipo que no funciona correctamente, aumentando el consumo de energía eléctrica.
- Supervisión de las instalaciones eléctricas e iluminación utilizada dentro del taller.

#### **4.4.3. Reducción de toxicidad de emisiones y residuos**

Los problemas de toxicidad por las emisiones de  $\text{CO}_2$  dentro del taller se deben, principalmente, a los gases que producen los motores de combustión interna, por lo cual se debe evitar tener un motor encendido por largos períodos de tiempo, o varios motores encendidos simultáneamente.

El área de pintura es un gran generador de partículas de pintura y polvo, las cuales pueden ser dañinas, si no se regulan para realizarlas de una manera adecuada y con el equipo de protección personal.

La reducción de residuos debe realizarse a través de la sensibilización a todas las personas que laboren dentro del taller: de reciclar o reutilizar antes de tirar a la basura o a las aguas residuales, porque puede generar, en gran medida, un impacto negativo al ambiente.

#### **4.4.4. Conservación de la salud humana**

La salud humana es el aspecto más importante, y su conservación depende de los siguientes factores:

- Uso de equipo de protección personal
- Obedecer las normas de seguridad e higiene
- Respetar la señalización industrial colocada en el taller
- Evitar trabajar en una condición insegura
- No utilizar maquinaria, equipo o herramienta, desconocida



## **5. CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PLAN**

### **5.1. Elaboración de informes por trabajo terminado**

Los informes de trabajo son de gran importancia dentro de un taller, porque generan información a los instructores o encargados de los diferentes mantenimientos realizados.

Estos informes deberán realizarse para conocer las horas hombre y horas máquina invertidas por mantenimiento realizado, la cantidad de materiales y repuestos utilizados. Con estos datos los instructores podrán obtener con el paso del tiempo, un informe estadístico de lo que se necesita en cada mantenimiento que se realice.

#### **5.1.1. Por vehículos**

En el informe de trabajo por vehículos: llenar un formato con información específica del automotor, así como información del mantenimiento realizado. Ver figura 73.

#### **5.1.2. Por proceso terminado**

La hoja de control por proceso: corresponde al mantenimiento concluido de una pieza, instrumento o aparato, que forma parte de un vehículo o bien que es utilizado por un automotor, el cual es llevado de forma separada al taller. Ver figura 74.

Figura 73. Informe de trabajo de vehículos

**INFORME DE TRABAJO DE VEHICULOS**

Fecha: \_\_\_\_\_

**Especificaciones del vehículo**

Marca: \_\_\_\_\_

Línea: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_

Número de placa: \_\_\_\_\_

**Motivo de ingreso**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Especificaciones del mantenimiento**

Repuestos y materiales utilizados		
Elemento	Cantidad	Referencia

**observaciones**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Tiempo promedio del mantenimiento:**

Horas hombre:	
Horas maquina:	

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Puesto: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

Figura 74. Informe de trabajo de procesos

**INFORME DE TRABAJO POR PROCESO TERMINADO**

Fecha: \_\_\_\_\_

**Especificaciones de la pieza**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Motivo de la reparación o mantenimiento**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Especificaciones del mantenimiento**

Repuestos y materiales utilizados o reemplazados		
Elemento	Cantidad	Referencia

**observaciones**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Puesto: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Control de entradas y salidas de vehículos del taller

En un taller mecánico es importante llevar un registro de los ingresos y egresos de los vehículos, por lo cual es necesaria la implementación de una hoja de control, actualizándose constantemente por el encargado del taller, en este caso por los instructores delegados, apoyados por los demás colaboradores.

### 5.2.1. Hoja de control

La hoja de control deberá llevarse en forma electrónica con la ayuda del programa *Excel*, para conocer con exactitud la entrada y salida diaria de los vehículos al taller, el motivo de ingreso, datos generales del vehículo y la persona responsable de éste ante las personal del taller. Ver figura 75.

Figura 75. Hoja de control de ingreso y egreso de vehículos

HOJA DE CONTROL DE VEHICULOS							
TALLER DE MECANICA AUTOMOTRIZ CENTRO DE CAPACITACION INTECAP, COBÁN							
MARCA	MODELO	No. DE PLACA	PROPIETARIO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE EGRESO	MOTIVO DE INGRESO	OBSERVACIONES

Fuente: elaboración propia.

Estos formatos de control se realizan para que puedan formar parte en la capacitación de los alumnos y a su vez, se utilicen cuando ingresen vehículos al taller, para conocer su estado.

### **5.3. Evaluación de distribución de maquinaria y equipo**

La evaluación de la distribución en planta propuesta, se desarrolla mediante varias etapas, las cuales se describen a continuación.

#### **5.3.1. Análisis de resultados**

Este análisis de la distribución propuesta se realizará por áreas de trabajo, y depende de muchas variables, las cuales comprenden principalmente del espacio que tiene el taller, para recibir cierta cantidad de vehículos, así también la capacidad instalada de maquinaria y equipo que puede variar y el recurso humano asignado, que en muchas ocasiones no es constante para una sola área, por haber mantenimientos en una estación de trabajo que necesitan de varios operarios para realizar una operación.

El análisis ayudará para conocer en qué aspectos y áreas hay que mejorar dentro del taller, para brindar un buen servicio, como también optimizar los procesos para realizar los mantenimientos de la mejor manera posible.

### **5.3.2. Identificación de posibles inconvenientes dentro del taller**

Al observar las diferentes áreas del taller se pudieron identificar algunos posibles inconvenientes que pueden causar demoras, incomodidad en los puestos de trabajo, difícil manejo de materiales por obstrucción de las vías de movimiento, lo cual se verá reflejado en el servicio prestado hacia los usuarios, es por ello que estos posibles problemas deberán identificarse en las primeras semanas de operación, para poder corregirlos y hallar soluciones.

Entre los problemas más comunes dentro del taller de mecánica previstos se tienen:

- Utilización de una máquina o herramienta única en el taller, por dos o más personas para realizar un mantenimiento, lo cual causa una demora inevitable.
- Vías de movimiento obstruidas por vehículos, maquinaria, equipo y herramienta, esto puede generar algún incidente.
- Espacio ocupado por vehículos, que por falta de un repuesto no pudieron ser entregados en el tiempo estipulado.
- Condiciones ambientales como: poca ventilación, iluminación defectuosa o exceso de ruido, los cuales pueden provocar estrés para los mecánicos.

Los inconvenientes encontrados dentro del taller pueden ser de diferente índole y tendrán que ser incluidos en el historial del taller para tener un archivo detallado de los inconvenientes que se han tenido y cómo se han resuelto.

### **5.3.3. Soluciones propuestas**

Las soluciones propuestas para los posibles inconvenientes deberán ser específicas para cada caso, y serán generadores de cambios dentro del taller, por lo cual, tendrá que ser tomado muy en cuenta por las personas responsables, para que al solucionar un problema, éste no genere algún inconveniente en otra área o estación de trabajo.

Las soluciones propuestas para cada caso del inciso 5.3.2 son:

- Coordinar los trabajos dentro del taller para que no se pierda tiempo esperando utilizar una máquina, equipo o herramienta única, llevando a cabo otras operaciones de mantenimiento.
- Monitoreo por instructores o encargados del taller, para evitar dejar cualquier tipo de objetos, en las vías de movimiento.
- Diagnosticar el estado del vehículo antes de ser desarmado, para obtener el repuesto y tenerlo en existencia, en caso de que no se pudiera saber el estado del vehículo sin ser desarmado, contactar con los proveedores lo más pronto posible, para obtener el repuesto o pieza.
- Monitorear las condiciones ambientales dentro del taller para que estén en óptimo estado, en caso de no poder controlar estos factores tratar de reducir el tiempo de exposición de los colaboradores.

#### **5.4. Medición de eficiencia y efectividad**

Es importante llevar a cabo esta medición para conocer si se cumplen con las metas estipuladas por los instructores del taller en realizar las tareas de mantenimiento, con el fin de llenar las expectativas de los usuarios.

La medición de eficiencia y efectividad se realiza mediante un monitoreo de las operaciones efectuadas, con la ayuda de los informes de trabajos terminados, creando un dato estadístico con el paso del tiempo, que pueda servir para determinar tiempos estándar por operaciones, y así conocer si los colaboradores cumplen con el tiempo promedio de cada operación.

##### **5.4.1. Causas de ineficiencia y efectividad**

Las causas más comunes dentro de un taller de mecánica por ineficiencia y efectividad son:

- Poca experiencia en el manejo de la maquinaria y equipo
- Mala utilización de la herramienta
- Poco espacio destinado para mantenimientos
- Mal uso del equipo de protección personal, en el caso de que se necesite
- Áreas de trabajo sucias
- Factores ambientales como ruido, ventilación e iluminación

- Factores externos como las condiciones climatológicas

#### **5.4.2. Alternativas varias para mejorar la productividad**

Existen muchas alternativas para mejorar la productividad pero esto se debe de realizar observando las diferentes operaciones del taller, para conocer qué áreas necesitan más apoyo.

Algunas de las alternativas para hacer más eficientes los procesos del taller, se muestran a continuación.

- Estrategias para recabar información sistematizada sobre problemas técnicos, equipo, herramienta y otros aspectos de mecánica automotriz.
- Crear entre los colaboradores una ideología de trabajo en equipo para la realización de trabajos complejos.
- Proteger la salud humana, tomando todas las precauciones y cumpliendo las normas.
- Tener buenas relaciones humanas dentro del taller y para con los usuarios.

#### **5.5. Acciones correctivas del plan**

Estas acciones sirven para enmendar las acciones adversas que se puedan presentar dentro del taller, investigando las causas y hallando soluciones al problema.



### **5.5.1. Cambios que se puedan efectuar en el taller**

El taller tiene que estar preparado para sufrir cambios, y deberán de llevarse a cabo sin afectar a otras áreas, por lo que debe de evaluarse al efectuar un cambio dentro del taller.

Entre los cambios que podrían ejecutarse dentro del taller están los siguientes:

- Cambios tecnológicos en la maquinaria y equipo
- Por corrección de acciones tomadas
- Por ampliación de las instalaciones
- Por reordenamiento o mejoras de las áreas de trabajo

### **5.5.2. Incorporación de innovaciones técnicas**

Las innovaciones técnicas ayudan al mecánico a realizar una reparación en un menor tiempo, con menor esfuerzo y con mayor calidad, lo cual se ve reflejado en la satisfacción del cliente.

Entre las innovaciones que pueden efectuarse dentro del taller se pueden mencionar:

- Implementación de tecnología, escáner y uso de *software*
- Uso y aplicación de libros de reparación de automóviles
- Métodos más simples para efectuar las reparaciones

## **5.6. Monitoreo de las acciones de producción más limpia**

Las acciones programadas de producción más limpia, deberán ser supervisadas por el personal designado, con un conjunto de auditorías documentadas y técnicas que servirán para llevar a cabo de la mejor manera el estudio de las áreas con mayor potencial de aplicación.

### **5.6.1. Establecimiento de metas**

Las metas del monitoreo de las acciones de producción más limpia son:

- Promover la prevención de la contaminación ambiental
- Mejora de la eficiencia en el consumo energético, (energía eléctrica y combustibles)
- Utilización de buenas prácticas de manufactura y de producción más limpia
- Minimizar la emisión de desechos
- Reutilizaron de repuestos y recursos

### **5.6.2. Evaluación de resultados de las medidas implementadas**

La evaluación de las medidas de producción más limpia implementadas, se desarrolla mediante un análisis cuantitativo detallado de las áreas que fueron seleccionadas por tener mayor potencial de aplicación.

Este análisis deberá comparar mediante indicadores, si realmente se está implementando el concepto de producción más limpia, por ejemplo el consumo de energía eléctrica se verá disminuido al aplicar producción más limpia llegando a un consumo óptimo y apropiado que tendrá que mantenerse constante.

Así como ésta, se analizarán las demás áreas seleccionadas para obtener los resultados para ser evaluados y conocer en qué aspectos hay que mejorar.



## **6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **6.1. Seguridad e higiene industrial**

El objetivo de la seguridad e higiene laboral es identificar los puntos críticos de higiene de las diferentes áreas del taller, para mantenerlas en condiciones limpias, preservando la salud humana. Así también crear una serie de normas, para reducir las condiciones inseguras que puedan causar algún riesgo de un accidente.

#### **6.1.1. Puntos críticos de higiene**

Los puntos críticos de higiene dentro de las instalaciones del taller deben aplicarse para disminuir o eliminar una amenaza al recurso humano y al ambiente.

Los puntos críticos dentro del taller que deberán monitorearse son:

- Cambio de aceite y lubricación de los vehículos, por generar una gran cantidad de aceite usado, y desechos sólidos como filtros y papel sucio, los cuales pueden ocasionar mucha suciedad, al no prestarle la correcta atención.
- Enderezado y pintura de los vehículos, en la cual, el polvo y los gases pueden afectar las otras áreas del taller.

- Lavado o limpieza de piezas, lo cual genera desechos sólidos y líquidos, y pueden ser una amenaza para la salud de los colaboradores.
- Soldadura y corte de piezas, por ser un área que genera gran cantidad de partículas y pedazos de hierro, trozos de electrodo y gases.
- Aseo personal de los colaboradores, para evitar enfermedades ocupacionales en la piel por el contacto con líquidos, grasas y lubricantes.
- Higiene en servicios sanitarios, para que las personas tengan sensación de confort al utilizarlos.

#### **6.1.2. Manejo de desechos**

La disposición de los desechos es parte importante de las actividades que realiza cualquier organización, y no es la excepción un taller de mecánica automotriz, en el cual se genera gran cantidad de diferentes desechos, que muchas veces no se manejan de la forma correcta y pueden causar un impacto directo y negativo al ambiente.

El manejo de desechos deberá realizarse con una clasificación, para poder disponer de ellos de la mejor manera posible, enlistando a continuación como se deberá de realizar:

- Desechos sólidos como: empaques de repuestos, papel, bujillas, pedazos de metal, filtros usados, y repuestos que fueron reemplazados por estar dañados, deberán ser clasificados para ser reciclados, reutilizados o depositados en bolsas y ser trasladados por el servicio recolector de basura al botadero municipal.

Figura 76. Colores de bolsas para la clasificación de basura

GRIS	Naranja	VERDE	AMARILLO	AZUL	Rojo
Desechos en general	Orgánica	Envases de vidrio	Plástico y envases metálicos	Papel	Hospitalarios Infecciosos Peligrosos

Fuente: <http://mrpedrovera.blogspot.com>. 7-11-11.

- Desechos líquidos: los desechos líquidos deberán de ser clasificados para saber con certeza cuales podrán ser desechados al alcantarillado, y cuales producirán un impacto negativo para los efluentes, como por ejemplo aceite usado, los combustibles como el keroseno que puede ser utilizado para lavar piezas y otros aditivos y lubricantes usados deberán ser tratados con algún neutralizador de químicos para ser desechados después al sistema de alcantarillado.
- Desechos peligrosos: éstos no podrán ser depositados con los desechos comunes, por ser tóxicos para la salud humana y para el medio ambiente; entre estos están: residuos de pintura, grasas, lubricantes y solventes utilizados, residuos usados y baterías de plomo. Los cuales deberán de ser identificados y separados colocándolos en un lugar especial, para que no tengan contacto frecuente con este tipo de desechos, evitando algún tipo de riesgo de derrame o de contacto con la piel o los ojos de las personas.

- **Reciclaje:** se realizará en gran medida en piezas de metal, (hierro, aluminio y acumuladores de plomo), las cuales fueron reemplazadas en los vehículos a los cuales se les brindo algún tipo de mantenimiento, estas piezas serán almacenadas y vendidas por peso.
- **Reutilización:** se llevará a cabo, en el cambio de piezas como tornillos, tuercas, arandelas y otras piezas que pueden reacondicionarse para utilizarse en la reparación de otra pieza o vehículo, evitando un gasto innecesario.

### **6.1.3. Normas de seguridad e higiene**

Las normas de seguridad e higiene dentro de las diferentes áreas de trabajo son muy importantes para el desempeño de los trabajadores, y ayudan a tener dentro del taller un mejor ambiente organizacional.

Estas normas serán utilizadas dentro de todas las áreas del taller, por lo que se enumeran las generales.

- Mantener limpia la estación de trabajo, evitando la acumulación de suciedad.
- Limpiar, conservar y guardar en el lugar destinado, la herramienta y equipo para evitar obstruir las vías de movimiento y las estaciones de trabajo.
- No exceder la capacidad de la bodega, estanterías y zonas de almacenamiento, para conservar el orden de los inventarios, tanto de repuestos como de equipo y herramienta.



- Dar aviso al instructor o a la persona encargada del taller si ocurriera alguna falla o avería dentro del taller.
- Utilizar siempre equipo de protección personal.
- Utilizar siempre las vías de movimiento señalizadas en el taller.
- No bloquear los extintores, alarma contra incendio y salidas de emergencia.
- En caso de ocurrir algún derrame de líquido, limpiar el área, hasta que ésta no sea considerada condición insegura.

## **6.2. Control del proceso**

El control del proceso para mantener condiciones aceptables en el taller, en lo que a seguridad y higiene industrial se refiere; se debe hacer mediante una evaluación periódica de cada una de las áreas de trabajo, evaluando que situaciones producen riesgo o alguna condición antihigiénica que pueda ocasionar daños a la salud humana o bien pueda afectar en realizar correctamente las tareas de mantenimiento a piezas o vehículos.

Es por ello que el control se debe realizar como se indica en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Control de los procesos de seguridad e higiene Industrial**

<b>Control de seguridad e higiene</b>	<b>Tiempo de evaluación</b>
Supervisión de sanitarios	Diario
Supervisión de limpieza puestos individuales de trabajo	Diario
Supervisión de equipo y herramienta	Diario
Supervisión de áreas completas de trabajo	Semanal
Supervisión de maquinaria	Semanal
Supervisión de extintores	Cada 6 meses
Supervisión de vías de movimiento peatonal	Semanal
Supervisión de señalización	Mensual
Supervisión de desechos sólidos y líquidos	Semanal
Supervisión de las instalaciones eléctricas	Cada 6 meses
Supervisión de condiciones de bodega	Cada 3 meses
Supervisión de iluminación y ventilación	Cada 3 meses

Fuente: elaboración propia.

### 6.2.1. Hojas de control del proceso

Las hojas utilizadas para controlar el proceso, en el ámbito ambiental, deberán de contener la información suficiente para saber en qué aspectos se debe de mejorar, colocando en primer lugar la verificación de las tareas de mantenimiento y limpieza de cada una de las áreas del taller, la localización de los puntos en los que se genera mayor desechos y las recomendaciones de cómo disminuir y controlar estos desechos.

Figura 77. Hoja de control ambiental

Hoja de control ambiental		
Taller de mecánica automotriz		
Fecha: _____		
Preparado por: _____		
Area	Diagnostico	Observaciones
Problemas reconocidos	Medidas a tomar	

Fuente: elaboración propia.

### **6.3. Medidas de mitigación**

Estas medidas son utilizadas para eliminar o reducir los impactos adversos que puedan presentarse en las diferentes actividades y operaciones realizadas dentro del taller de mecánica, mejorando la calidad ambiental y optimizando los recursos.

Para esto se debe llevar un orden cronológico, el cual deberá de abarcar varios aspectos que se describen a continuación.

#### **6.3.1. Identificación de riesgos y amenazas**

Los principales riesgos y amenazas para el ser humano, dentro de un taller de mecánica son:

- **Intoxicación:** Por inhalación de humos y partículas de polvo más densos que el aire. Lo cual es muy frecuente por las emisiones de CO<sub>2</sub> que los vehículos emiten, así también por las partículas de pintura y polvo.
- **Quemaduras:** producidas por el contacto con piezas calientes como el sistema de escape de gases, y sustancias con altas temperaturas como refrigerantes.
- **Golpes y cortes:** producidos por el mal uso de la herramienta o una mala práctica en la realización de los diferentes mantenimientos.
- **Sobreesfuerzos:** producidos por el mal manejo de cargas o sobrepeso de éstas, o por no utilizar los medios mecánicos para trasladarlas.

- Contactos eléctricos: producidos por instalaciones eléctricas en mal estado o inadecuadas, o por el mal uso de la herramienta o equipo eléctrico.
- Incendio y explosión: provocado por acciones inseguras, mal manejo de productos inflamables y sobrecargas de instalaciones eléctricas entre otros.
- Derrames de líquidos: entre los cuales podemos mencionar, lubricantes, combustibles, ácidos corrosivos y agua residual, que pueden causar un accidente o en el peor de los casos un incendio.

### **6.3.2. Plan de evacuación**

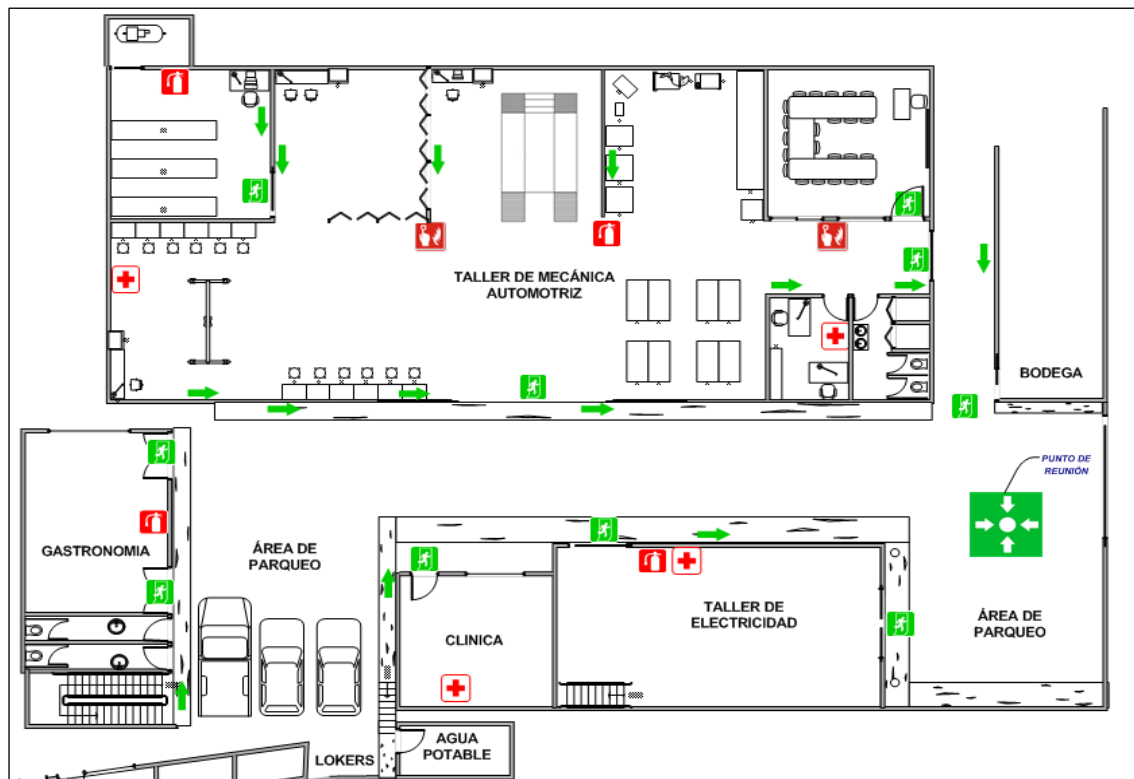
El objetivo del plan de evacuación es desocupar ordenada y planificada el área del taller, cuando se tenga un peligro potencial o inminente, como un incendio o terremoto.

En caso de siniestro de gran dimensión, considerado para evacuar el taller se deben de seguir los siguientes pasos:

- Mantener la calma, identificando exactamente el origen del siniestro.
- Apagar toda la maquinaria del taller que pueda ser factor de riesgo.
- Dar aviso a los instructores para que ellos puedan coordinar la evacuación del lugar.
- Activar la alarma, para que todas las personas dentro del taller, estén alerta de lo que está sucediendo.

- Con las personas lesionadas, brindarle los primeros auxilios y retirarlos del lugar del siniestro.
- Utilizar la señalización, identificando las rutas de evacuación de salidas de emergencia, ver plano de evacuación (figura 78).
- Abandonar el lugar de forma ordenada, evitando caídas y tropiezos.
- Agruparse en el punto de reunión establecido.

Figura 78. **Plano de evacuación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 79. **Simbología plano de evacuación**

<b>SIMBOLOGÍA DE SEÑALES</b>	
	Ruta de evacuación
	Salida
	Punto de reunión
	Extintor
	Botiquín de primeros auxilios

Fuente: elaboración propia.

### 6.3.3. Simulacro de incendio

El simulacro se deberá realizar 2 veces al año, especificando, la fecha exacta con un mínimo de 15 días de anticipación, para que éste se lleve de la mejor manera posible.

Al realizar el simulacro se debe de hacer de la forma correcta evitando bromas y distracciones que puedan entorpecer la operación. En el simulacro se deberá indicar a las personas lo siguiente:

- Identificar el lugar donde se encuentran los extinguidores y arena, para ser utilizados.
- Mantenerse cerca del piso, para evitar inhalar humo y gases tóxicos.
- Taparse la boca y nariz con un pañuelo para respirar mejor.
- En caso de ser necesario, retirarse del edificio por las rutas de evacuación y salidas estipuladas.
- Reunirse en el lugar preestablecido.

Al finalizar el simulacro las personas encargadas deberán mostrar un informe, detallando qué aspectos se deben mejorar en caso de un incendio.

#### **6.3.3.1. Práctica de uso de Extintores**

La práctica de uso de extintores se deberá realizar 1 vez al año, monitoreada por los bomberos de la localidad y se deberá de involucrar a todas las personas del taller, de forma teórica práctica, para que en caso de un incendio, puedan utilizar el extintor de la forma segura y correcta.



Para la utilización de los extintores se deberá llevar a cabo según se indica en los incisos siguientes:

- Descolgar el extintor, sosteniéndolo por el cilindro, para evitar accionarlo, y en posición vertical.
- Tomar la manguera del extintor, si esta existiera, retirar el pasador de seguridad y colocarse en una posición adecuada.
- Presionar la palanca realizando una pequeña descarga para conocer la fuerza del extintor.
- Dirigir la manguera hacia la base del fuego y presionar la palanca del extintor realizando un movimiento barrido de la manguera para apagar con más rapidez las llamas, evitando se extienda el fuego.

Cabe mencionar que para el uso eficaz del extintor en el momento de un incendio, se debe realizar un mantenimiento periódico, para que éstos tengan la presión adecuada.

#### **6.3.4. Programa de integración de políticas ambientales y de producción más limpia**

La integración de políticas ambientales y de producción más limpia, se establece a partir de la identificación de las diferentes áreas con potencial de aplicación dentro del taller, descritas en el capítulo 2.

Así también, busca crear una cultura para tratar de optimizar los recursos utilizados en el taller, reduciendo el impacto negativo al ambiente. A continuación se describen estas políticas.

- Crear conciencia en el manejo y utilización del equipo eléctrico, para reducir el consumo de energía eléctrica dentro del taller.
- Reducir los residuos utilizados dentro del taller desde la fuente, haciendo conciencia de utilizar sólo los materiales, insumos y repuestos necesarios para cada operación de reparación o mantenimiento.
- Reducir los riesgos dentro de las instalaciones del taller, obedeciendo la diferente señalización y tomando todas las medidas preventivas para evitar un accidente laboral.
- Implementar controles de calidad ambiental dentro del taller, monitoreando las áreas de aplicación de producción mas limpia.

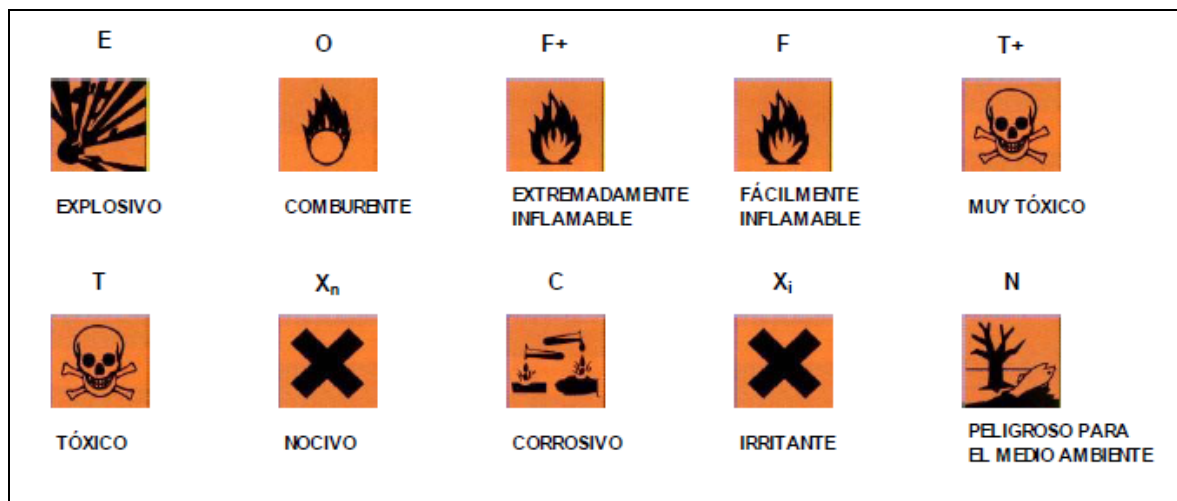
#### **6.3.5. Materiales y residuos peligrosos**

Es fundamental que el usuario pueda identificar los distintos productos que sean nocivos para la salud o que puedan causar un riesgo latente dentro del taller, es por ello que debe llevarse una serie de procedimientos para su correcta manipulación.

- Identificación de los productos peligrosos: deberán ser identificados según su composición como:
  - Explosivos
  - Comburentes
  - Extremadamente inflamables
  - Fácilmente inflamables
  - Inflamables
  - Muy tóxicos
  - Tóxicos
  - Nocivos
  - Corrosivos
  - Irritantes
  - Sensibilizantes
  - Cancerígenos
  - Mutágenos
  - Tóxicos para la reproducción
  - Peligrosos para el medio ambiente
  
- Etiquetado: se realiza después de haber identificado los productos con símbolo negro en fondo amarillo-naranja, los cuales se muestran en la figura 80.
  
- Manejo: realizarlo tomando todas las precauciones del caso, dependiendo del tipo de sustancia, material o residuo peligroso que se transporte, evitando transportar grandes cantidades y en condiciones de riesgo.

- Utilización: al manipular este tipo de materiales o residuos peligrosos, hacer en proporciones pequeñas y se debe de utilizar equipo el equipo de protección personal necesario según sea el caso.
- Almacenamiento: llevarlo a cabo clasificando las sustancias según su tipo descrito en la figura 80, para tener un mejor control de éstos, así también deben colocarlos en lugares frescos, donde no exista riesgos eléctricos ni de humedad para conservarlos en estado óptimo.

Figura 80. **Señales de materiales peligrosos**



Fuente: *Guía didáctica de señalización de ambientes y equipos* (CONRED). p. 43.

### **6.3.6. Derrames en el área de trabajo**

Los derrames pueden ser un factor de riesgo dentro de las diferentes áreas de trabajo, si no son controlados de una forma adecuada; por tener contacto constante con productos utilizados para limpieza lubricación y otros fines, por ello se recomienda combatir inmediatamente el derrame con un material absorbente adecuado tales como: arena, polvo de ladrillo o aserrín, teniendo cuidado de no ser usados si se trata de un líquido altamente inflamable o líquidos oxidantes, pues esta combinación podría causar una reacción de mayor riesgo.

Los sólidos derramados deberán ser recogidos con palas y escobillas, teniendo cuidado de no levantar del suelo las partículas de polvo que pueden ser nocivos para la salud.

### **6.3.7. Buenas prácticas de producción más limpia**

Son acciones planificadas para reducir el impacto negativo al ambiente resguardando la seguridad humana dentro de las instalaciones del taller, entre las cuales están:

- Capacitación del personal, para que puedan integrar el concepto de producción más limpia en todas las actividades que se realizan.
- Control periódico del estado físico de todos los elementos que intervienen en las operaciones del taller.
- Optimizar el uso de materiales e insumos utilizados dentro del taller.

- Optimizar el uso de energía eléctrica teniendo encendidas solo las luminarias necesarias y solo el equipo que se utilizara.
- Tener un mejor manejo en los materiales para evitar accidentes laborales.
- Reutilización y reciclaje de de los recursos utilizados para disminuir la cantidad de desechos.
- Utilización de equipo de protección personal en las áreas que así lo requieran.

## CONCLUSIONES

1. Al realizar la correcta distribución de la maquinaria del taller de mecánica automotriz INTECAP Cobán, A.V. se consigue optimizar el espacio para cada área, logrando realizar varias tareas simultáneamente sin afectar las demás labores, asimismo, mejorando otros aspectos como la buena iluminación, ventilación, control del ruido, contribuye en aumentar la eficiencia.
2. Llevando un control de las actividades que se realizan dentro del taller se puede evaluar el desempeño de los colaboradores, así también evitar o corregir los inconvenientes que puedan surgir en el desarrollo de los diferentes mantenimientos que allí se realizan.
3. La disponibilidad del *stock* necesario de maquinaria, herramienta y equipo en el área de bodega y en las diferentes áreas de trabajo, es primordial para poder realizar la diversidad de rutinas, agilizando las tareas de mantenimiento de los vehículos.
4. Con la correcta señalización de vías de movimiento, rutas de evacuación, rótulos de información y prevención dentro de todas las áreas del taller, tomar en cuenta las medidas preventivas, y se logra un ambiente laboral con más confort y eficiencia.

5. Con el uso de manuales, procedimientos y especificaciones técnicas se busca realizar las tareas de mantenimiento, cumpliendo las normas establecidas dentro del taller, creando una cultura de disciplina para todas las personas involucradas en las diferentes actividades que allí se realizan.
  
6. Con la implementación del concepto de producción más limpia en todas las áreas del taller, se infunde la conciencia de optimizar los recursos desde el inicio de su utilización y no al final de los procesos, logrando reducir las emisiones y desechos que el taller genera en sus operaciones diarias.
  
7. Los cambios y mejoras implementadas dentro del taller deberán ser documentadas para tener un historial, y así estar al tanto de cuándo y por qué fueron hechos los cambios, y cuáles fueron los beneficios que éstos produjeron al ser implementados.



## RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo los programas de mantenimiento establecidos para tener la maquinaria y equipo en óptimas condiciones, para evitar paros no programados que puedan afectar las actividades diarias del taller o un accidente laboral.
2. La administración del Centro de Capacitación, debe realizar capacitación constante para instructores, mecánicos y estudiantes, para que cada uno conozca con exactitud el papel que desempeña dentro del taller, y también evitar resistencia al cambio al momento de realizar avances o desarrollos tecnológicos de diversos tipos dentro del taller.
3. Implantar nueva tecnología, como scanner y otros equipos electrónicos que sirven de apoyo para realizar diagnósticos más efectivos para los vehículos, reduciendo así los tiempos en los mantenimientos de motores de inyección y control electrónico.
4. Llevar un historial de los resultados del programa, para poder evaluar si se está cumpliendo con las metas trazadas a corto mediano y a largo plazo.
5. Mantener las instalaciones en orden y limpias, evitando dejar herramientas, repuestos y vehículos en las vías de movimiento, o donde puedan causar una condición insegura para los instructores, estudiantes o usuarios.

6. Involucrar a la alta gerencia y la administración del Centro de Capacitación, para conocer y evaluar los resultados que el taller ésta generando durante la operación y al impartir los diferentes de cursos.
7. Realizar las mejoras o modificaciones que así se necesiten, tomando en cuenta todos los recursos disponibles dentro del taller, antes de efectuar un desembolso económico que pueda ser innecesario, por no haber realizado una evaluación previa.
8. Implementar el programa de manejo de desechos para reducir, reciclar y reutilizar los residuos, para asegurar que tengan una disposición final, que reduzca el impacto negativo al ambiente, con el apoyo del Ministerio de Ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARGUETA DARDÓN, Mario Israel. *Implementación de mejora en la distribución de maquinaria de la línea de estufas del modelo 2G4SE en el departamento de metálico de la empresa Industria Metalúrgica Centroamericana, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 157 p.
2. FINK, Donald G. *Manual de ingeniería eléctrica.* México: McGraw-Hill. 1998. 2400 p.
3. GERLING, Heinrich. *Alrededor de las maquinas-herramientas.* España: Reverte, 1992. 269 p.
4. GRACIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo.* 2<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
5. KONZ, Stephan. *Manual de distribución de plantas industriales.* México: Limusa-Noriega, 1992. 676 p.
6. OLIVA ZULETA, Carlos Fernando. *Técnicas de distribución de maquinaria.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1988. 67 p.

7. LOARCA VELÁSQUEZ, Raúl Eduardo. *Actualización del programa de mantenimiento para la línea de tornos convencionales de la empresa Maquinados Precisos*. Trabajo de graduación de Maestría de mantenimiento. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 81 p.
8. MALDONADO GONZÁLEZ, Guillermo René. *Propuesta para implementar una guía de procedimientos seguros de trabajo para un taller de mecánica de motocicletas*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 90 p.
9. MONDELO, Pedro R. *Ergonomía*. 3<sup>a</sup>. ed. México, D.F: Alfaomega, 2001. 191 p.
10. TORRES, Sergio. Curso de: *Ingeniería de plantas*. Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. p. 109 – 111.

## ANEXOS

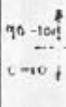


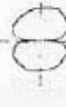

### Anexo 1. Iluminación recomendada en varios lugares

<b>NORMA</b>	<b>AMERICANA</b>
<b>TAREAS DE MUY DIFÍCIL VISIÓN:</b> Trabajos de mucha precisión (mecánica, precisión, relojería, armado electrónico, etc.)	10000 A 20000
<b>TAREAS DE DIFÍCIL VISIÓN:</b> Trabajos de precisión (Contabilidad, dibujo, lectura o escritura continua)	5000 A 10000
<b>TAREAS DE MÁS FÁCIL VISIÓN:</b> Trabajos prolongados, oficinas, colegios, talleres, comercio, etc.	1000 A 5000
<b>TAREAS DE VISIÓN ORDINARIA:</b> Operación de máquinas automáticas, que requieren sólo visión intermitente.	500 A 1000
<b>TAREAS DE VISIÓN OCASIONAL:</b> Lavanderías, depósitos, recepción, bodegas de materiales pequeños, etc.	200 A 300
<b>TAREAS DE VISIÓN GENERAL:</b> Corredores, bodegas de materiales gruesos, escaleras, etc.	100 A 200

Fuente: FINK, Donald. *Manual de ingeniería eléctrica*. p. 58.

## Anexo 2. Coeficiente de utilización (K)

TABLA DE COEFICIENTES DE UTILIZACION (K)

Distribución Típica	Techo	claro		semiclaro		claro	
	Paredes	claro	semicl.	claro	oscuro	claro	oscuro
	Fiso	oscuro		claro		semiclaro	
	RR						
	0.6	.27	.21	.17	.11	.23	.22
	1.0	.39	.33	.26	.28	.42	.35
	2.0	.55	.49	.36	.29	.60	.52
	3.0	.61	.56	.40	.34	.69	.62
	5.0	.68	.64	.44	.39	.78	.72
	0.6	.24	.19	.17	.11	.24	.19
	1.0	.35	.30	.26	.19	.37	.31
	2.0	.49	.44	.36	.29	.53	.47
	3.0	.55	.50	.40	.34	.61	.55
	5.0	.60	.57	.45	.39	.68	.63
	0.6	.34	.28	.31	.24	.35	.29
	1.0	.48	.42	.44	.36	.50	.43
	2.0	.64	.59	.58	.51	.69	.62
	3.0	.70	.66	.63	.57	.78	.72
	5.0	.75	.72	.68	.63	.86	.81
	0.6	.26	.21	.23	.16	.27	.22
	1.0	.38	.33	.33	.26	.40	.34
	2.0	.53	.48	.44	.38	.57	.51
	3.0	.59	.55	.49	.44	.65	.59
	5.0	.64	.61	.54	.49	.73	.68
	0.6	.34	.28	.33	.24	.35	.28
	1.0	.49	.42	.47	.37	.51	.43
	2.0	.65	.60	.63	.55	.71	.64
	3.0	.72	.67	.69	.63	.80	.74
	5.0	.78	.75	.75	.71	.89	.85

Fuente: FINK, Donald. *Manual de ingeniería eléctrica*. p. 66.