

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL
DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA
EL TALLER DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE LA
FMSB “SANTA BARBARA” S.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIEROS MECÁNICOS**

**MARCO ANTONIO GUERRA V.
LUIS JAVIER SEGURA S.**

DIRECTOR: ING. JUAN DÍAZ

CODIRECTOR: ING. NELSON JÁCOME

Sangolquí, 2006 – 12 – 15

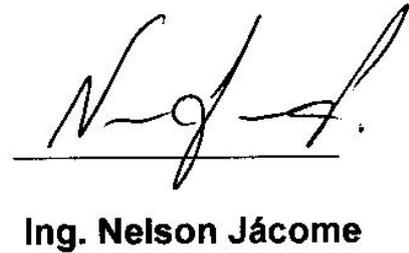
CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL TALLER DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE LA FMSB SANTA BARBARA S.A.” fue realizado en su totalidad por Marco Antonio Guerra V. y Luis Javier Segura S., como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingenieros Mecánicos.



Ing. Juan Díaz

DIRECTOR



Ing. Nelson Jácome

CODIRECTOR

Sangolquí, 2006-12-08

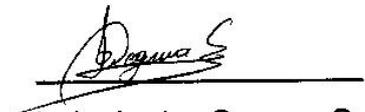
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL TALLER DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE LA FMSB SANTA BARBARA S.A.”

ELABORADO POR:

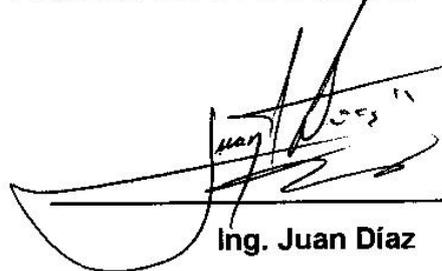


Marco Antonio Guerra V.



Luis Javier Segura S.

DEPARTAMENTO DE ENERGIA Y MECÁNICA



Ing. Juan Díaz

COORDINADOR DE CARRERA



Dedicado

A mi padre Marco, por su constante e incondicional apoyo, sus buenos consejos, y por ser el ejemplo de un gran hombre siempre honesto y trabajador al que admiro mucho.

A mi madre Patricia, por su apoyo incondicional, siempre a mi lado alentándome a seguir adelante, y siempre preocupada por mi bienestar. Gracias por enseñarme a soñar.

A mis hermanos Carlitos y María Belén, que aunque son menores que mí, han sido un gran ejemplo de superación, y para quienes deseo muchos éxitos en sus vidas. Ustedes son quienes llenan de alegría mi corazón .

A mis amigos Cristian, Diego, Luchó, Byron, Rodrigo, Sebastián, Esteban, Oscar, Pancho, Daniel A., Edison R. y Daniel M. de los cuales me siento muy orgulloso y con quienes he compartido muchos de los mejores momentos de mi vida.

Marco Antonio

Dedicado

A mis padres Luis Oswaldo y Gloria María que gracias a sus consejos, enseñanzas y apoyo incondicional me han ayudado para poder cumplir todos los objetivos que me he planteado.

A mis hermanos Mafer, Jenny, Christian, Stalin, Paola y María Belén por que ellos siempre han sido mi apoyo moral e inspiración para poder seguir adelante en todo lo que la vida me proponga.

A mis abuelitos Mariano y Laura por ayudarme en mis primeros años de colegio y siempre me han brindado su amor.

A mis tíos Mariana, Javier y Fausto que siempre han sabido brindarme su cariño, comprensión y apoyo muy importante para mí.

A todos los que me han apoyado para poder lograr mi objetivo de ser un profesional.

Luis Javier

AGRADECIMIENTO

Los autores de este proyecto queremos agradecer a las personas que han sido parte fundamental en su realización, el Ing. Juan Díaz y el Ing. Nelson Jácome por compartir con nosotros sus conocimientos y brindar buenos consejos para la realización del mismo.

De igual manera queremos agradecer a la FMSEB Santa Bárbara S.A. por el auspicio realizado en este proyecto.

Marco Guerra y Luis Segura

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 GENERAL.....	2
1.3.2 ESPECÍFICOS	2
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO	3
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	3
CAPÍTULO 2	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ESTUDIO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE MANUFACTURA	5
2.1.1 PROCESO DE TRAZADO	6
2.1.1.1 Metrología y dibujo	6
2.1.2 PROCESOS DE CORTE.....	6
2.1.2.1 Oxicorte OFC-A. (Oxy Fuel Cutting)	6
2.1.2.2 Corte por Plasma PAC. (Plasma Arc Cutting).....	10
2.1.2.3 Corte de metal, sierra alternativa	13
2.1.3 PROCESOS DE UNION FIJA POR MEDIO DE SOLDADURA	15
2.1.3.1 Soldadura SMAW (SHIELDED METAL ARC WELDING).....	15
2.1.3.2 Soldadura GMAW (GAS METAL ARC WELDING).....	18
2.1.3.3 Soldadura FCAW (FLUX CORED ARC WELDING)	21
2.1.4 PROCESO DE REMOCIÓN DE MATERIAL	23
2.1.4.1 Remoción de metal, Esmerilado	23
2.1.5 PROCESOS DE LIMPIEZA.....	25
2.1.5.1 Limpieza de metal, Lijado.....	26
2.1.5.2 Limpieza de metal, Uso de productos químicos.....	26
2.1.6 PROCESO DE RECUBRIMIENTO.....	27
2.1.6.1 Pintura	27
2.2 REVISIÓN DE LA NORMA ANSI Z49.1 SAFETY IN WELDING, CUTTING AND ALLIED PROCESSES.....	28
2.2.1 PROPÓSITO Y ALCANCE	30
2.2.2 DEFINICIONES	30
2.2.3 PROVISIONES GENERALES, GESTIÓN Y SUPERVISIÓN	30
2.2.3.1 Supervisores.....	31
2.2.3.2 Soldadores	31
2.2.4 PROTECCIÓN DEL PERSONAL Y EL ÁREA EN GENERAL	32
2.2.4.1 Protección del área general	32
2.2.4.2 Protección de la vista y el rostro.....	32
2.2.4.3 Ropa de protección.....	32
2.2.4.4 Control de ruido	33
2.2.4.5 Equipo de protección respiratoria	33
2.2.4.6 Entrenamiento	33
2.2.5 VENTILACIÓN.....	33
2.2.6 PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE INCENDIOS	34
2.2.7 ESPACIOS CONFINADOS	35
2.2.8 EXHIBICIONES PÚBLICAS Y DEMOSTRACIONES	35
2.2.9 INFORMACIÓN PREVENTIVA	36
2.2.10 SEGURIDAD EN SOLDADURA Y CORTE CON GAS COMBUSTIBLE	36
2.2.11 SEGURIDAD EN SOLDADURA DE ARCO Y EQUIPO DE CORTE.....	37
2.2.12 SEGURIDAD EN SOLDADURA POR RESISTENCIA	38
2.2.13 PROCESOS DE SOLDADURA Y CORTE CON HAZ DE ELECTRONES.....	39
2.2.14 SOLDADURA Y CORTE CON RAYOS LÁSER.....	39
2.2.15 SEGURIDAD EN SOLDADURA BRAZING	39
2.3 INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	40
2.3.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO	40
2.3.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	41
2.3.3 CANTIDAD DE MANTENIMIENTO QUE SE DEBE HACER.....	41
2.3.4 FACTORES DEL MANTENIMIENTO	42
2.3.4.1 Confiabilidad (Reability)	42
2.3.4.2 Mantenibilidad (Maintenability).....	42
2.3.4.3 Disponibilidad (Availability).....	43

2.3.5	TIPOS DE MANTENIMIENTO	44
2.3.5.1	Mantenimiento Correctivo	44
2.3.5.2	Mantenimiento preventivo	45
2.3.5.3	Mantenimiento Predictivo	46
2.3.6	FILOSOFÍAS DEL MANTENIMIENTO	48
2.3.6.1	RCM (Reability Centered Maintenance)	48
2.3.6.2	TPM (Total Productivity Maintenance)	49
2.3.7	ÍNDICES DE GESTIÓN	50
2.3.7.1	Índices de gestión de la producción	50
2.3.7.2	Índices de gestión de mantenimiento	53
2.3.7.3	Índices de seguridad	55
2.4	<i>TEORÍA DE LA MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE DE GASES INDUSTRIALES</i>	56
2.4.1	EN EL ALMACENAMIENTO DE LOS CILINDROS	57
2.4.2	EN EL TRANSPORTE DE LOS CILINDROS:.....	58
2.4.3	EN EL USO DE LOS CILINDROS:	59
CAPÍTULO 3.....		63
DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES DEL TALLER DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.		63
3.1	<i>INSTALACIONES FÍSICAS</i>	63
3.1.1	INSPECCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DEL TALLER	63
3.2	<i>INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EXISTENTE</i>	67
3.3	<i>CONDICION DE OPERACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO</i>	69
3.3.1	INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	69
3.3.2	INSPECCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL	71
3.3.3	INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DONDE SE OPERA LA MAQUINARIA Y EQUIPO.	72
3.3.4	INSPECCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE EQUIPOS Y MAQUINARIA.....	74
3.3.5	INSPECCIÓN DE EXISTENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	76
3.3.6	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	78
3.3.7	CATEGORIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	80
3.4	<i>RIESGOS POTENCIALES DE ACCIDENTES EN LA METALMECÁNICA DE LA FMSB</i> . 85	
3.4.1	EN RECEPCIÓN Y DESCARGA DE MATERIAL	86
3.4.2	EN EL ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL	86
3.4.3	EN LA MANIPULACIÓN DE LOS CILINDROS QUE CONTIENEN GASES DE USO INDUSTRIAL	87
3.4.4	EN PROCESOS DE SOLDADURA Y CORTE.	88
3.4.5	EN EL RECORRIDO DEL PUENTE GRÚA.	89
3.4.6	EN PROCESOS DE LIMPIEZA Y AMOLADO DE ELEMENTOS METÁLICOS.....	90
CAPÍTULO 4.....		92
DISEÑO DEL SISTEMA PARA MANIPULACIÓN DE GASES INDUSTRIALES.....		92
4.1	<i>DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO</i>	93
4.1.1	ESPACIO FÍSICO.....	93
4.1.2	NÚMERO DE EQUIPOS A UTILIZAR.	93
4.1.3	DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.	94
4.2	<i>PROPUESTA 1: ELABORACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA MANIPULACIÓN ADECUADA DE GASES INDUSTRIALES</i>	94
4.2.1	ALMACENAMIENTO APROPIADO DE CILINDROS.	96
4.2.2	CONEXIÓN ADECUADA DEL CILINDRO A UN EQUIPO DE SOLDADURA O CORTE.	100
4.2.3	UTILIZACIÓN EN OPERACIONES DENTRO DEL TALLER.	100
4.2.4	ACCIONES INADECUADAS EN EL MANEJO DE CILINDROS Y GASES INDUSTRIALES. 104	
4.3	<i>PROPUESTA 2: DISEÑO DE UN SISTEMA PARA MANEJO CENTRALIZADO DE LOS GASES INDUSTRIALES</i>	106
4.3.1	REQUERIMIENTOS DEL TALLER.....	106
4.3.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE OXIGENO Y ACETILENO AL AREA DE CORTE. 111	
4.3.2.1	Consumo de gases	111
4.3.2.2	Línea de tuberías	112
4.4	<i>INDICES DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN</i>	113
CAPÍTULO 5.....		117
IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y EQUIPO.		117
5.1	<i>REFERENCIA A LOS MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</i>	117

5.1.1	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO	118
5.1.1.1	Soldadora Miller Bobcat 250.....	118
5.1.1.2	Soldadora Miller CP- 302	121
5.1.1.3	Soldadora Miller Thunderbolt XL	123
5.1.1.4	Soldadora Millermatic 300.....	125
5.1.1.5	Soldadora Miller Maxstar 200.....	127
5.1.1.6	Soldadora Euro Turbo 200.....	129
5.1.1.7	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	131
5.1.1.8	Amoladora eléctrica.....	133
5.1.1.9	Pirotómo.	135
5.1.1.10	Compresor Airless.....	137
5.1.1.11	Sierra Alternativa	139
5.1.1.12	Taladro de columna	141
5.1.1.13	Taladro Manual	143
5.1.1.14	Pórtico Birriel.....	145
5.2	<i>ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FMSB.</i>	147
5.3	<i>IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN Y SISTEMA DE CONTROL.</i>	148
5.3.1	PLAN DE MANTENIMIENTO DE PRIMER ESCALÓN.....	149
5.3.1.1	Herramientas e insumos requeridos	149
5.3.2	PLAN DE MANTENIMIENTO DE SEGUNDO Y TERCER ESCALÓN.....	150
5.3.2.1	Herramientas e insumos requeridos	151
5.4	<i>ÍNDICES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.</i>	151
5.4.1	FUNDAMENTOS DE PRODUCCIÓN.....	152
5.4.2	FUNDAMENTOS ESTRUCTURALES.....	153
5.4.3	INTERNOS SOBRE LOS RECURSOS HUMANOS	153
5.4.4	INTERNOS SOBRE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.....	154
5.4.5	INTERNOS SOBRE COSTOS	154
CAPÍTULO 6.....		157
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL PERSONAL.....		157
6.1	<i>DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....</i>	157
6.1.1	CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS Y ACCIDENTES.....	157
6.1.2	INCIDENCIA DE LOS RIESGOS	161
6.1.3	MEDIDAS ACTIVAS / REACTIVAS	166
6.1.3.1	Plan de contingencia.....	166
6.1.3.2	EQUIPO DE PROTECCIÓN PARA EL PERSONAL	186
6.1.4	CONCLUSIONES.....	196
6.2	<i>IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SISTEMA DE CONTROL.....</i>	197
6.3	<i>ÍNDICES DE SEGURIDAD.....</i>	198
CAPÍTULO 7.....		200
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.....		200
7.1	<i>DETERMINACIÓN DE COSTOS.....</i>	201
7.1.1	COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	201
7.1.2	COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	201
7.1.3	COSTOS DE SEGURIDAD	201
7.1.4	COSTOS ADMINISTRATIVOS Y NO ASEGURADOS.....	201
7.2	<i>INVERSIÓN TOTAL INICIAL.....</i>	202
7.2.1	FIJA.....	202
7.2.2	DIFERIDA.....	202
7.3	<i>CRONOGRAMA DEL FLUJO DE FONDOS.....</i>	202
7.4	<i>DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES.....</i>	203
7.5	<i>EVALUACIÓN ECONÓMICA.....</i>	203
7.5.1	VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	203
7.5.2	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	204
7.5.3	RAZONES FINANCIERAS.....	204
7.6	<i>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....</i>	205
CAPÍTULO 8.....		207
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		207
8.1	<i>CONCLUSIONES.....</i>	207
8.2	<i>RECOMENDACIONES.....</i>	208
ANEXOS.....		209

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Indices de gestión de mantenimiento	54
Tabla 2.2	Indices de seguridad	55
Tabla 3.1	Estado de conservación y seguridad del taller de FMSB	64
Tabla 3.2	Maquinaria y equipo existente en el taller de FMSB	67
Tabla 3.3	Ponderación de las condiciones externas dadas por inspección	69
Tabla 3.4	Ponderación del funcionamiento de los elementos de control	71
Tabla 3.5	Ponderación de las condiciones ambientales donde se opera la maquinaria y equipo.....	73
Tabla 3.6	Ponderación de condiciones según vida útil de los equipos y maquinaria	74
Tabla 3.7	Ponderación según existencia de mantenimiento preventivo	76
Tabla 3.8	Evaluación de la condición actual de la maquinaria y equipo.	78
Tabla 3.9	Criterios para la categorización de máquinas.	80
Tabla 3.10	Categorización de la maquinaria y equipo	81
Tabla 3.11	Resultados de categorización y recomendaciones.....	83
Tabla 4.1	Equipos que requieren gases de soldadura.....	93
Tabla 4.2	Señalización requerida en el lugar de almacenamiento de gases industriales.....	99
Tabla 4.3	Tabla de presiones de uso de oxígeno y acetileno según el espesor del material. (Tabla tomada del libro “Principios y Aplicaciones de Soldadura”, Larry Jeffus).....	107
Tabla 4.4	Velocidades de corte según el espesor del material y presión de trabajo (Tabla tomada del libro” Hojas de dato de ingeniería de Soldadura” Ted Jefferson)	108
Tabla 4.5	Tabla de recopilación de datos de oxígeno de todos los espesores de los ensayos de corte para probetas de 350mm de largo, tomada de Determinación de estándares de consumo de materiales en los procesos de soldadura y corte para la división industrial de FMSB “Santa Bárbara S.A.”	109
Tabla 4.6	Tabla de recopilación de datos de acetileno de todos los espesores de los ensayos de corte para probetas de 350mm de largo, tomada de Determinación de estándares de consumo de materiales en los procesos de soldadura y corte para la división industrial de FMSB “Santa Bárbara S.A.”	110
Tabla 5.1	Maquinaria y equipo del taller FMSB.....	117
Tabla 5.2	Descripción de los escalones de mantenimiento.....	147
Tabla 6.1	Señalización requerida en el lugar de almacenamiento de gases industriales.	183
Tabla 6.2	Señalización requerida en el taller de estructuras metálicas.....	184

INDICE DE FIGURAS

Fig 2.1	Proceso de oxicorte.....	7
Fig 2.2	Elementos principales de una instalación móvil de soldadura por gas.....	8
Fig 2.3	Accesorios para oxicorte	9
Fig 2.4	Equipo de corte Miller Spectrum 2050 y Chapa metálica durante el proceso de corte por plasma	11
Fig 2.5	Sierra alternativa para corte de metal.....	14
Fig 2.6	Soldadura producida por arco eléctrico	15
Fig 2.7	Esquema de la soldadura SMAW	16
Fig 2.8	Principio de operación soldadura SMAW	17
Fig 2.9	Equipo de soldadura SMAW	18
Fig 2.10	Equipo de soldadura GMAW	19
Fig 2.11	Proceso de soldadura GMAW.....	20
Fig 2.12	Esquema del equipo de soldadura GMAW.....	20
Fig 2.13	Soldadura FCAW protegida con gas	22
Fig 2.14	Soldadura FCAW con autoprotección.....	22
Fig 2.15	Esmerilado de un metal.....	24
Fig 2.16	Equipo de amolado.....	25
Fig 2.17	Separación mínima entre cilindros de oxígeno y productos inflamables	57
Fig 2.18	Almacenamiento de cilindros en posición vertical y debidamente asegurados.	58
Fig 2.19	Coche transportador de cilindros.	59
Fig 2.20	Válvula anti-retroceso para flujo de gases en proceso oxi-corte.....	61
Fig 3.1	Esquema distribución de áreas dentro del taller de FMSB para Estructuras Metálicas.....	63
Fig 3.2	Descarga de Materiales en el taller	86
Fig 3.3	Movimiento de perfiles de acero dentro del taller	87
Fig 3.4	Cilindros en el taller sin sujeción para evitar caídas.	88
Fig 3.5	Riesgo de quemadura al operador por inutilización de equipo de seguridad en proceso de corte.....	89
Fig 3.6	Riesgo de golpe al personal y maquinaria por ubicación interna de motores.	90
Fig 3.7	Riesgo al operador por uso inadecuado de amoladora.....	91
Fig 4.1	Esquema de la distribución de planta del taller.....	94
Fig 4.2	Diagrama de flujo de la manipulación de gases industriales en FMSB.....	95
Fig 4.3	Separación mínima entre cilindros de oxígeno y productos inflamables.	97
Fig 4.4	Almacenamiento de cilindros asegurados con una cadena o cordón,.....	97
Fig 4.6	Sitios aptos para ubicación del área de almacenamiento.....	98
Fig 4.7	Área seleccionada para almacenamiento de cilindros.	99
Fig 4.8	Elementos con los que debe contar un coche transportador, Catálogo Indura 2005.	101
Fig 4.9	Forma correcta de transportar un coche transportador de cilindros..	101
Fig 4.10	Áreas apropiadas para el transporte de cilindros en coches.	102
Fig 4.11	Inspeccionar conexiones al cilindro con una solución jabonosa.	102
Fig 4.12	Mangueras y cilindros a distancia prudencial de la operación.....	103
Fig 4.13	Lugares actuales de ubicación de extintores en el taller de FMSB.....	103
Fig 4.14	Lugares donde no debe ubicarse los cilindros mientras están en utilización.	104
Fig 4.15	Área utilizada para corte de acero con proceso OFC-A.	107
Fig 4.16	Curva de oxígeno consumido en ensayos de corte OFC-A, con probetas de 350mm.	109
Fig 4.17	Curva de acetileno consumido en ensayos de corte OFC-A, con probetas de 350mm.	110
Fig 4.18	Elementos de producto utilizado para calcular la productividad total	114
Fig 6.1	Ruta de salida de escape.....	185
Fig 6.2	Botiquín de auxilio	185

ANEXOS

ANEXO A GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS.....	211
ANEXO B PLANO GENERAL DE GALPON FMSB.....	213
ANEXO C PLANO DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GASES INDUSTRIALES DENTRO DE INSTALACIONES DEL TALLER, Y PLANO DE PLACA EMPOTRABLE PARA SOSTÉN DE TANQUES	215
ANEXO D HOJA DE COSTOS PARA IMPLEMENTACIÓN DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE CILINDROS DENTRO DE INSTALACIONES DEL TALLER	217
ANEXO E TABLA PARA DETERMINAR EL CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO Y ACETILENO EN PROCESO OFC-A.....	221
ANEXO F PROFORMA DE IMPLEMENTACIÓN CENTRAL DE GAS-AGA	223
ANEXO G PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA Y EQUIPO DEL TALLER DE ESTRUCTURAS METÁLICAS FMSB	225
ANEXO H ACCIONES DE MANTENIMIENTO A SER REALIZADAS POR EL OPERADOR DEL EQUIPO	227
ANEXO I ACCIONES A SER REALIZADAS LAS AREAS DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	245
ANEXO J DESCRIPCION DE COSTOS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCION DE TRES CAMAS BAJAS.....	247

RESUMEN

Con el afán de tener un mejoramiento continuo en mantenimiento y seguridad industrial en el taller estructuras metálicas de la División Industrial de la FMSB "SANTA BÁRBARA S.A." Esta empresa ha requerido un sistema de acción para preservar su maquinaria y salvaguardar al personal.

Este taller no contaba con un plan de mantenimiento para maquinaria y equipo ni un sistema de seguridad industrial, los mismos que a través de este trabajo se ha buscado implantar para poder obtener menos pérdidas por falta de mantenimiento y gastos médicos por accidentes.

En primer lugar se hizo una descripción sobre los principales procesos que se manejan en el taller y el listado del tipo de seguridad que debe tener el operador para hacer funcionar la maquinaria o equipo, además de tener en cuenta el tipo de riesgos laborales que se tiene dentro del taller por soldadura y corte, controlándolos así de una mejor manera.

Las sugerencias para el trabajo en soldadura y corte viene dada por la norma ANSI Z49.1, la misma que se ha revisado para poder hacer un estudio de las principales sugerencias de este estándar que sean aplicables para los procesos presentes en este taller.

Para la elaboración del plan de mantenimiento de maquinaria y equipo se tomó en cuenta los tres primeros escalones de mantenimiento.

Las acciones para el primer escalón de mantenimiento los realiza el operador diariamente, las de segundo y tercer escalón se las planificó de acuerdo a los manuales de operación de las máquinas, experiencia de los trabajadores y acciones en equipos similares obtenidos en Internet, el mantenimiento de estos dos escalones está a cargo del área de mantenimiento, los mismos que deben garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria y equipo.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La FMSB "SANTA BÁRBARA" S.A. a través de su División Industrial, desde el año 2003 se ha dedicado al diseño, construcción y montaje de varios proyectos dentro del área de estructuras metálicas.

En estos tres años de operación, la empresa ha adquirido varios equipos y maquinaria para la realización de sus proyectos y está aplicando solamente un sistema de mantenimiento a la maquinaria y equipos que es el mantenimiento correctivo, lo que pudiera ocasionar el paro de la producción.

Así mismo, la instalación asignada para la manufactura de sus proyectos fue acondicionado para colocar en él un puente grúa tipo pórtico birriel con las siguientes características:

- Capacidad: 16000 Kg
- Luz: 12m
- Recorrido: 40m
- Altura de izaje: 5m
- Deslizamiento: 2 rieles colocados, 12m de separación

La instalación industrial tiene 24m de ancho x 46m de largo.

Desde el punto de vista de seguridad industrial este puente grúa representa un grave riesgo para los procesos de soldadura y corte que demanda la fábrica, puesto que el desplazamiento del puente grúa sobre el área de trabajo puede provocar caídas de cilindros de oxígeno y/o acetileno y cortes de las mangueras transportadoras de los mencionados gases industriales, esto debido a que dicho sitio de trabajo no cuenta con un sistema adecuado de seguridad para la manipulación de los accesorios de soldadura.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la instalación industrial, la aplicación de un sistema de mantenimiento correctivo de emergencia, la incorrecta manipulación de cilindros de gases industriales y malos hábitos en el manejo de la maquinaria y equipo definen la problemática de este proyecto. Todos los aspectos antes mencionados provocan pérdidas tanto en la productividad, competitividad y el tiempo de ejecución de los proyectos.

Es por esta razón que este proyecto se basará en la recopilación de información, como inspección y evaluación de maquinaria y equipo, cálculo de índices de productividad, mantenimiento y seguridad, los mismos que permitirán valorar el estado actual, para de esta manera poder mejorarlos según su factibilidad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Diseñar e implementar un plan integral de mantenimiento y seguridad industrial para el taller de estructuras metálicas de la FMSB “SANTA BÁRBARA” S.A.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Levantar un diagnóstico situacional, diagnóstico prospectivo y sus evaluaciones.
- Analizar la norma ANSI Z49.1 Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes.
- Diseñar un sistema para manipulación y transporte de gases industriales para los procesos de soldadura y corte.
- Implementar el sistema de mantenimiento integral para maquinaria y equipo.
- Implementar el sistema de seguridad industrial para laborar en el taller de estructuras metálicas de la FMSB “SANTA BARBARA” S.A.

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

Diseñar el plan de mantenimiento integral para la maquinaria y equipo utilizado en el Taller de Estructuras Metálicas de la división industrial de la FMSB “SANTA BÁRBARA” S.A., asimismo el plan de seguridad industrial basado en ANSI Z49.1 y proponer un sistema adecuado para el manejo de gases industriales.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La FMSB “SANTA BÁRBARA” S.A. en vista de la necesidad por mejorar los estándares de calidad en sus proyectos, salvaguardar la integridad del personal, garantizar la disponibilidad de la maquinaria y mejorar los costos de producción, busca implementar:

- Un plan de mantenimiento integral para máquinas y equipos,
- Un plan de seguridad industrial para laborar en el Taller de Estructuras Metálicas basado en ANSI Z49.1 (Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes)
- Un sistema adecuado para manejo de gases industriales utilizados en los procesos de soldadura.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 ESTUDIO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE MANUFACTURA

En el Taller de Estructuras Metálicas de la FMSB “SANTA BARBARA” S.A., están involucrados los siguientes procesos industriales en los elementos manufacturados en dicho taller:

- Proceso de trazado
 - Metrología y dibujo.
- Procesos de corte
 - Corte de metal, Oxicorte OFC-A.
 - Corte de metal, Plasma PAC.
 - Corte de metal, Sierra alternativa.
- Procesos de unión fija por medio de soldadura
 - Soldadura, SMAW.
 - Soldadura, GMAW.
 - Soldadura, FCAW.
- Procesos de remoción de material
 - Remoción de metal, Esmerilado.
- Procesos de limpieza
 - Limpieza de metal, Rasquetado.
 - Limpieza de metal, Lijado.
 - Limpieza de metal, Uso de productos químicos.
- Procesos de recubrimiento
 - Pintura.

2.1.1 PROCESO DE TRAZADO

2.1.1.1 Metrología y dibujo.

2.1.1.1.1 Definición

Posterior al diseño y planificación de los trazos se procederá a la manufactura de los elementos. Así entonces, se requiere un manejo adecuado de la metrología a emplear en el trazo, basándose en los planos de diseño para los cortes en planchas o perfiles y para esto se emplearán varias herramientas adecuadas para facilitar el proceso de trazo.

2.1.1.1.2 Materiales

- Plancha o Perfil de acero.
- Planos de diseño de trazo.

2.1.1.1.3 Herramientas

- Marcador o tiza para metal.
- Escuadras y reglas.
- Flexómetro.

2.1.1.1.4 Equipo de protección personal

- Mandil adecuado.
- Guantes.
- Botas de seguridad.

2.1.1.1.5 Proceso

- Revisar el plano de trazo.
- Verificar medidas externas acordes al plano de trazo del elemento.
- Seleccionar las herramientas apropiadas para el trazo en el elemento.
- Realizar la metrología y marcar señales para el trazo.
- Efectuar los trazos sobre el elemento usando las marcas de referencia.

2.1.2 PROCESOS DE CORTE

2.1.2.1 Oxicorte OFC-A. (Oxy Fuel Cutting)

2.1.2.1.1 Definición

La palabra **oxicorte** indica la operación de seccionamiento o corte de acero por medio de un soplete alimentado por un gas combustible (acetileno) y oxígeno,

esta operación se basa en la reacción fuertemente exotérmica de la oxidación del hierro en presencia de oxígeno.

Como es evidente observar un hilo de hierro llevado a la temperatura de rojo y en presencia de oxígeno puro, este arde rápidamente, continuando la combustión por la reacción de oxidación, e importante mencionar para que un metal pueda experimentar esta operación deben cumplirse dos condiciones:

- La reacción de oxidación debe ser exotérmica
- El óxido formado tenga una temperatura de fusión menor a la del metal.

El hierro y la mayor parte de sus aleaciones satisfacen estas dos condiciones; sin embargo, para estas aleaciones, la formación de estos óxidos más refractarios puede dificultar la operación. Así, para los aceros al cromo, a partir de una cierta concentración en cromo, el acero presenta dificultades de oxicorte debido a la formación de óxido de cromo que tiene un punto de fusión muy alto respecto al del óxido de hierro y el hierro.

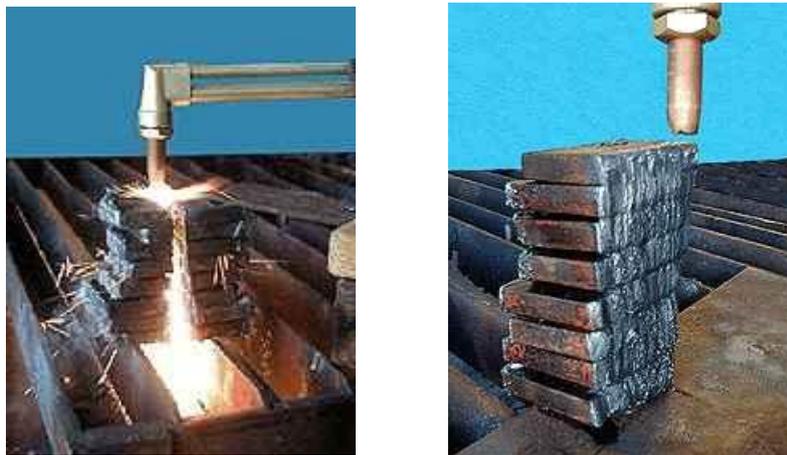


Fig 2.1 Proceso de oxicorte

2.1.2.1.2 Equipo

- Dos cilindros que contienen el gas combustible y el gas comburente.
- Soplete.
- Boquillas.
- Manorreductores.
- Válvulas antirretroceso.
- Mangueras de conducción.

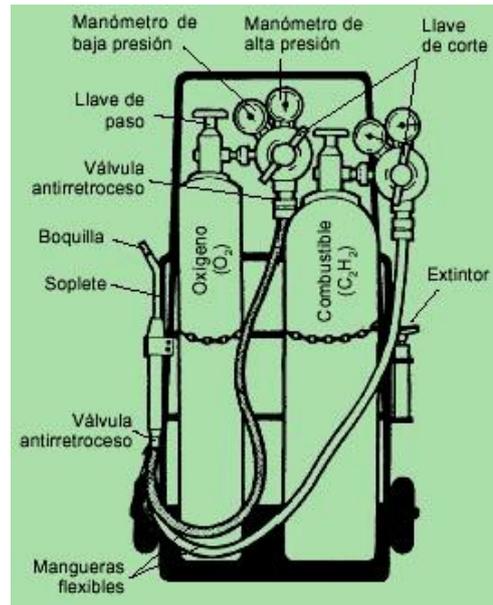


Fig 2.2 Elementos principales de una instalación móvil de soldadura por gas

2.1.2.1.2.1 Cilindros

Estos cilindros contienen el gas combustible y comburente que se utiliza en el proceso de oxicorte.

2.1.2.1.2.2 Soplete para corte

Es el elemento de la instalación que efectúa la mezcla de gases. Pueden ser de alta presión en el que la presión de ambos gases es la misma, o de baja presión en el que el oxígeno (comburente) tiene una presión mayor que el acetileno (combustible). Las partes principales del soplete son las dos conexiones con las mangueras, dos llaves de regulación, el inyector, la cámara de mezcla y la boquilla.

2.1.2.1.2.3 Boquillas

Las boquillas se utilizan en el soplete de corte para conducir la llama a un punto localizado y poder hacer el corte.

2.1.2.1.2.4 Manorreductores

Los manorreductores, se acoplan a la válvula del cilindro, pueden ser de uno o dos grados de reducción en función del tipo de palanca o membrana. La

función que desarrollan es la transformación de la presión del cilindro de gas de a la presión de trabajo en una forma constante.

2.1.2.1.2.5 Válvulas antirretroceso (Válvulas check)

Son dispositivos de seguridad instalados en las conducciones y que sólo permiten el paso de gas en un sentido impidiendo que la llama pueda retroceder. Están formadas por una envolvente, un cuerpo metálico, una válvula de retención y una válvula de seguridad contra sobre presiones. Puede haber más de una por conducción en función de su longitud y geometría.

2.1.2.1.2.6 Mangueras

Las mangueras sirven para conducir los gases desde las botellas hasta el soplete. Pueden ser rígidas o flexibles.



Fig 2.3 Accesorios para oxicorte

2.1.2.1.3 Materiales

- Metal a cortar

2.1.2.1.4 Herramientas

- Martillo de bola.
- Un punzón para marcar.
- Gramil.

2.1.2.1.5 Equipo de protección personal

- Gafas de lente de protección #10.
- Guantes de cuero.
- Mandil adecuado.
- Botas de seguridad.

2.1.2.1.6 Proceso

- Inspeccionar el equipo y comprobar que no existan fugas en las conexiones. Se puede utilizar una solución jabonosa.
- Limpiar los conductos, boquillas y suministros de los gases especialmente el de oxígeno.
- Usar un encendedor de piedra para encender la llama.
- Antes de abrir las válvulas de los cilindros comprobar que las válvulas del soplete estén cerradas así como los reguladores de presión.
- Pararse a un lado (alejado de los reguladores) cuando abra los cilindros de las válvulas.
- Abrir despacio las válvulas de los cilindros para evitar que las presiones altas repentinas exploten los reguladores.
- Solamente abrir 1/4 - 3/4 la válvula del cilindro de acetileno; dejar la llave en el lugar de tal manera que el cilindro se pueda cerrar rápidamente en una emergencia.
- Abrir y encender el acetileno primero, después abrir y ajustar el oxígeno a una llama neutral.
- Terminado el proceso cerrar la válvula del gas combustible del soplete y luego cerrar la válvula del gas oxígeno.
- Cerrar las válvulas de los cilindros
- Abrir las válvulas del soplete hasta que los manómetros de los manorreductores marquen cero.
- Finalmente cerrar las válvulas del soplete cortador.
- Se debe mantener las mangueras y cilindros lejos de las chispas, llamas y metal caliente, durante el proceso.

2.1.2.2 Corte por Plasma PAC. (Plasma Arc Cutting)

2.1.2.2.1 Definición

El proceso del corte por plasma se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y por encima de los 30.000°C, llevando el material hasta el cuarto estado de la materia, el plasma, estado en el que los electrones se disocian del átomo.

El proceso de corte por plasma permite cortar el metal al aplicar un arco eléctrico y un gas ionizado a alta temperatura, concentrado sobre un área muy pequeña, por lo cual este proceso puede operar a altas velocidades de corte.

El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete, sumamente pequeña, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo, y por polaridad adquiere la propiedad de cortar.

La ventaja principal de este sistema radica en su reducido riesgo de deformaciones debido a la compactación calorífica de la zona de corte.



Fig 2.4 Equipo de corte Miller Spectrum 2050 y Chapa metálica durante el proceso de corte por plasma

2.1.2.2.2 Equipo

- Un generador de alta frecuencia alimentado de energía eléctrica.
- Gas para generar la llama de calentamiento como argón, hidrógeno, nitrógeno, aire, oxígeno o mezclas.
- Porta electrodos o antorcha.
- Electrodo, que dependiendo del gas puede ser de tungsteno, hafnio o zirconio.

2.1.2.2.3 Materiales

- Metal a cortar

2.1.2.2.4 Herramientas

- Martillo de bola.
- Un punzón para marcar.
- Gramil.

2.1.2.2.5 Equipo de protección personal

- Gafas de lente de protección #10.
- Guantes de cuero.
- Mandil adecuado.
- Botas de seguridad.

2.1.2.2.6 Proceso

- Limpiar la pieza metálica a cortar, dejar libre de toda suciedad como grasas u óxidos.
- Colocar la pieza sobre el lugar de trabajo, procurando dejar libre el área de corte.
- Colocar una guía o marcar la pieza a fin de tener lista una ruta para el corte.
- Conectar la línea de aire. Se debe procurar que la línea este limpia y libre de humedad para evitar daños en el equipo y en la calidad del corte, se pueden utilizar filtros para garantizar la calidad del suministro del aire. La presión no debe superar los 115 psi.
- Verificar que el interruptor de encendido del equipo este en la posición de apagado.
- Verificar el buen estado del electrodo y su correcta colocación en la antorcha.
- Conectar el cable de alimentación eléctrica y el cable de conexión a tierra y encender el equipo.
- Abrir la perilla de flujo de aire comprimido, inmediatamente regular la presión guiándose por el manómetro y maniobrar la empuñadura del reductor para luego ser bloqueada.

- Durante el corte, la antorcha deberá permanecer en forma vertical, una vez terminado el proceso, soltar el pulsador y el aire debe continuar saliendo de la antorcha durante dos minutos aproximadamente a fin de permitir el enfriamiento de la antorcha. Recordar que no conviene apagar el aparato antes de que acabe este tiempo.

2.1.2.3 Corte de metal, sierra alternativa.

2.1.2.3.1 Definición

La sierra es una herramienta que sirve para realizar cortes en el metal. Consiste en una hoja con el filo dentado que por medio de un mecanismo tipo biela – manivela, adquiere un movimiento de vaivén el cual se utiliza para realizar el corte en una pieza metálica que ha sido previamente fijada. Durante este proceso de corte es muy importante el suministro de un refrigerante al proceso a fin de reducir la fricción y evitar un excesivo calentamiento.

La ranura que una hoja de sierra abre al cortar es conocida como "entalla". Si la entalla fuera del mismo grosor que la hoja, ésta se rompería como consecuencia del esfuerzo a que es sometida la hoja debido a la excesiva fricción producida. Por consiguiente, las hojas de corte están diseñadas de modo que la entalla sea ligeramente más ancha que la propia hoja, para que éstas trabajen con menos esfuerzo. Este beneficio es conseguido al dar a los dientes de la hoja una disposición particular, como por ejemplo: inclinación de manera alternada (derecha-izquierda), grosor descendente, disposición ondulada, etc.

El acero con el cual son fabricadas las hojas de corte varía de acuerdo al tipo de material a cortar.



Fig 2.5 Sierra alternativa para corte de metal

2.1.2.3.2 Equipo

- Sierra de vaivén.
- Hojas de corte.
- Refrigerante.

2.1.2.3.3 Material

- Metal a cortar

2.1.2.3.4 Herramientas

- Gramil.

2.1.2.3.5 Equipo de protección personal

- Gafas de protección.
- Guantes de cuero.
- Mandil adecuado.
- Botas de seguridad.

2.1.2.3.6 Proceso

- Verificar el buen estado de operación de la hoja de corte.
- Verificar el nivel de líquido refrigerante.
- Sujetar la pieza a cortar entre las mordazas de sujeción de la sierra.
- Levantar el seguro del arco de sierra.
- Activar el interruptor de encendido.
- Dirigir el líquido refrigerante hacia la hoja de corte.

- Luego de realizar la completa operación de corte, desactivar el interruptor de encendido.
- Levantar el arco de sierra y colocar su seguro.
- Retirar la pieza cortada de entre las mordazas de sujeción.

2.1.3 PROCESOS DE UNION FIJA POR MEDIO DE SOLDADURA

Los procesos de soldadura involucrados en la fábrica son principalmente producidas por arco eléctrico donde se induce una diferencia de potencial entre el electrodo y la pieza a soldar, con lo cual se ioniza el aire entre ellos y pasa a ser conductor, de modo que se cierra el circuito y se crea el arco eléctrico.

El calor del arco funde parcialmente el material base y funde el material de aporte, el mismo que se deposita formando así el cordón de soldadura.

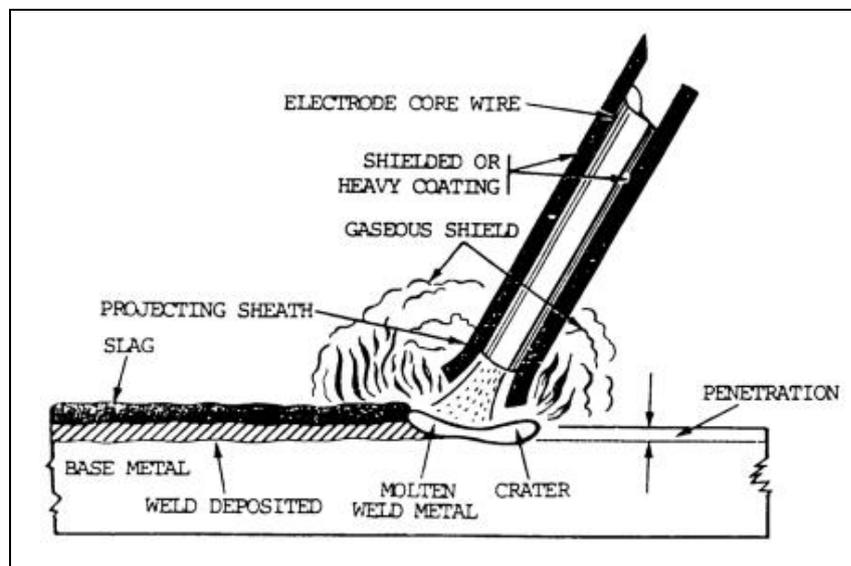


Fig 2.6 Soldadura producida por arco eléctrico

2.1.3.1 Soldadura SMAW (SHIELDED METAL ARC WELDING)

2.1.3.1.1 Definición

El proceso SMAW mejor conocido como soldadura de electrodo revestido utiliza el paso de un arco eléctrico a través de un electrodo metálico y el material a soldar, este arco produce el calor necesario para fundir el material

base y el de aporte originando la mezcla de ambos en estado líquido que al solidificarse formarán el cordón de soldadura.

Todos los metales al calentarse son mas susceptibles a que se oxiden es por ello que el electrodo tiene un revestimiento químico el mismo que dará propiedades específicas a la soldadura y formará una nube protectora contra el medio ambiente, al solidificarse el fundente este protegerá al metal de enfriamientos bruscos así como contaminaciones por absorción de gases.

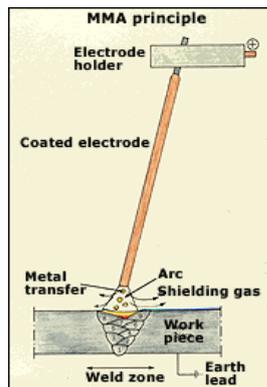


Fig 2.7 Esquema de la soldadura SMAW

2.1.3.1.2 Principio de operación

Al acercar la punta del electrodo al material base se produce un arco eléctrico debido a que se cierra el circuito, se eleva así la temperatura tanto del material base como del electrodo provocando la fusión de los mismos por medio de gotas de metal derretido las mismas que se convierten en cordón de soldadura.

Este efecto de incremento rápido de temperatura en el electrodo se hace por el efecto Joule, generando una emisión termoiónica que ioniza el arco.

La temperatura que logra obtener en la parte central del arco eléctrico es de aproximadamente 5000°C permitiendo así la fusión instantánea del metal.

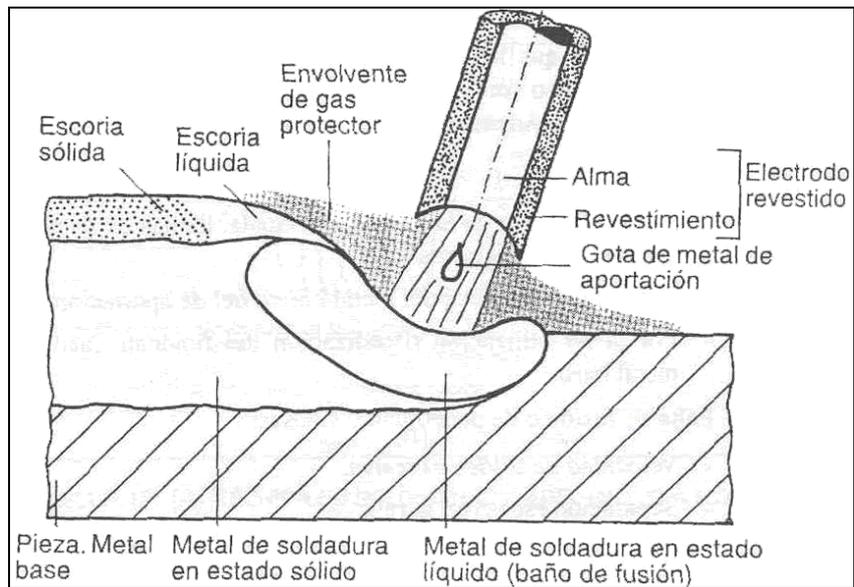


Fig 2.8 Principio de operación soldadura SMAW

2.1.3.1.3 Equipo

- Equipo de soldadura SMAW

2.1.3.1.4 Materiales

- Material base (juntas a unir).
- Material de aporte (electrodos revestidos de acuerdo al tipo de metal a soldar).

2.1.3.1.5 Herramientas

- Piqueta.
- Cepillo metálico.

2.1.3.1.6 Equipo de protección personal

- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero.
- Casco para soldadura con lente de protección # 12.
- Botas de seguridad.



Fig 2.9 Equipo de soldadura SMAW

2.1.3.2 Soldadura GMAW (GAS METAL ARC WELDING)

2.1.3.2.1 Definición

Este tipo de soldadura emplea un microalambre (electrodo) de una manera continua. Entre el electrodo y la pieza a soldar se establece un arco eléctrico y forma un charco de metal fundido que al enfriarse se solidifica permitiendo así la unión del metal.

El suministro del microelectrodo se lo hace a través de una antorcha y de manera constante por medio de un sistema electromecánico de alimentación.

La soldadura se protege por medio de una atmósfera de gas que cubre el charco de la soldadura fundida y se alimenta también por medio de la misma antorcha, este proceso permite hacer soldaduras con un mínimo de salpicaduras, proporciona mejor control de la aplicación además produce soldaduras limpias y libres de escoria.

Una variante del proceso GMAW incorpora un electrodo tubular en el que existen polvos metálicos, estos electrodos requieren un escudo de gas para proteger el charco de soldadura de la contaminación por parte de la atmósfera. Con este proceso se puede soldar acero dúctil, inoxidable y aluminio.



Fig 2.10 Equipo de soldadura GMAW

2.1.3.2.2 Principio de operación

El proceso GMAW se basa en la alimentación de un electrodo en forma continua que tiene protección externa de un gas, este electrodo continuo es conducido hasta la pistola el mismo que tiene un pico en donde se produce el arco eléctrico y a través del cual se transfiere la corriente eléctrica al electrodo al instante que se toca el material a soldar, el arco eléctrico permanecerá encendido el tiempo que este accionado el microswitch que originó la alimentación del electrodo. El gas es transportado a la zona de soldadura por conductos que tiene la trocha hasta que sale por la tobera que tiene la pistola protegiendo así la soldadura del medio ambiente.

Ya que se trata de un proceso donde la longitud de arco y la velocidad de deposición del material de aporte se mantienen automáticamente lo único que tiene que hacer el operador es establecer los parámetros de posición de la trocha y la velocidad de avance del arco eléctrico.

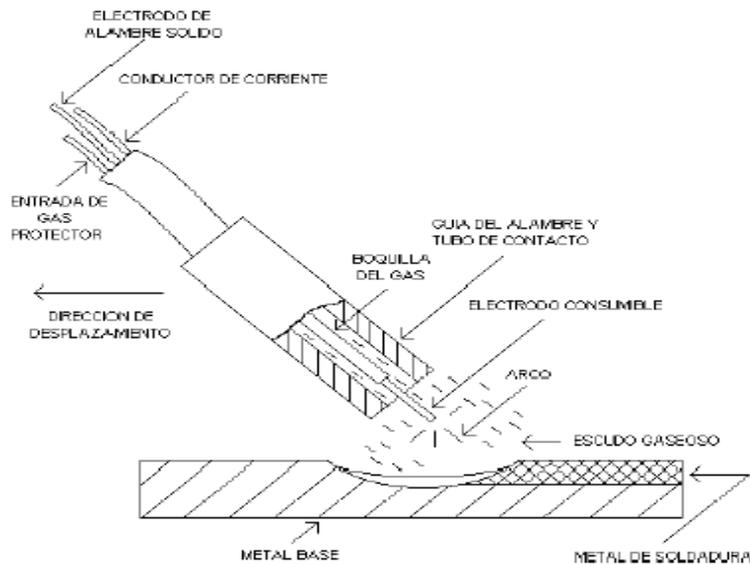
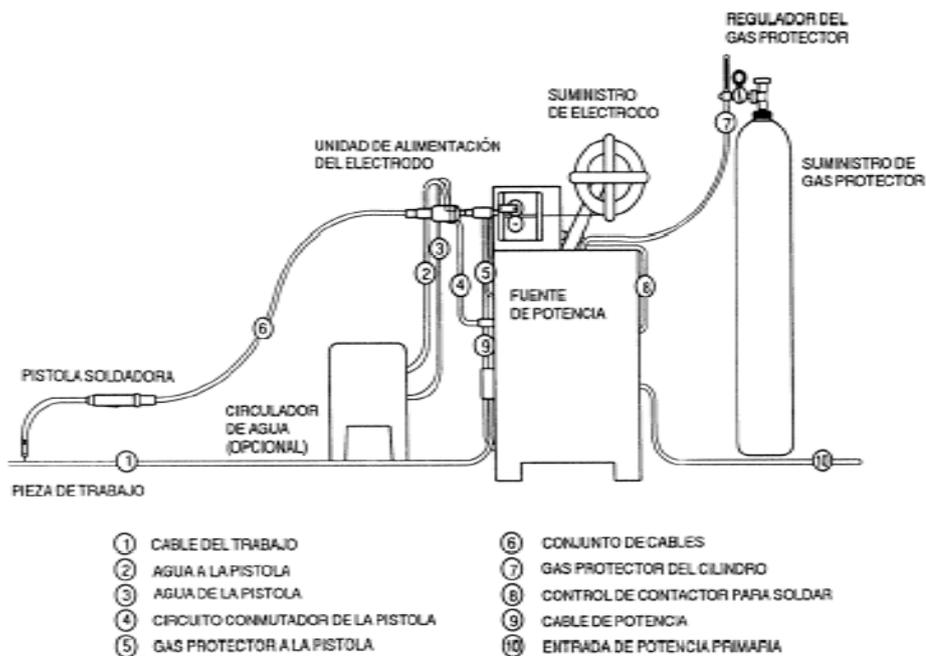


Fig 2.11 Proceso de soldadura GMAW

2.1.3.2.3 Equipo

- Equipo de soldadura GMAW.
- Alimentador de material de aporte.
- Pistola soldadora.



- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| ① CABLE DEL TRABAJO | ⑥ CONJUNTO DE CABLES |
| ② AGUA A LA PISTOLA | ⑦ GAS PROTECTOR DEL CILINDRO |
| ③ AGUA DE LA PISTOLA | ⑧ CONTROL DE CONTACTOR PARA SOLDAR |
| ④ CIRCUITO CONMUTADOR DE LA PISTOLA | ⑨ CABLE DE POTENCIA |
| ⑤ GAS PROTECTOR A LA PISTOLA | ⑩ ENTRADA DE POTENCIA PRIMARIA |

Fig 2.12 Esquema del equipo de soldadura GMAW

2.1.3.2.4 Materiales

- Material base (juntas a unir).
- Material de aporte (electrodo de alambre sólido para alimentación continua).

- Gases y Mezclas para soldar. (Argón, CO2, IndurMig)

2.1.3.2.5 Herramientas

- Cepillo metálico.

2.1.3.2.6 Equipo de protección personal

- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero.
- Casco para soldadura con lente de protección # 13.
- Botas de seguridad.

2.1.3.3 Soldadura FCAW (FLUX CORED ARC WELDING)

2.1.3.3.1 Definición

La soldadura por arco con núcleo de fundente, es un proceso de soldadura que aprovecha un arco eléctrico entre el electrodo continuo de metal que sirve como aporte y el charco de soldadura.

Para este proceso se requiere protección de un fundente dentro del electrodo tubular, con o sin escudo adicional de gas de procedencia externa y sin aplicación de presión.

2.1.3.3.2 Principio de operación

En el proceso FCAW, el electrodo tubular de metal de aporte consiste en una funda metálica con núcleo de diversos materiales pulverizados, en el proceso de soldadura se produce una superficie de escoria en la franja de soldadura.

Este proceso se diferencia de otros procesos de arco por la inclusión de ingredientes fundentes dentro del electrodo que es alimentado de manera continua, por lo que lo hace muy fiable.

Existen dos variantes de la soldadura FCAW que son:

- FCAW con protección del arco de soldadura contra la contaminación de gases atmosféricos.

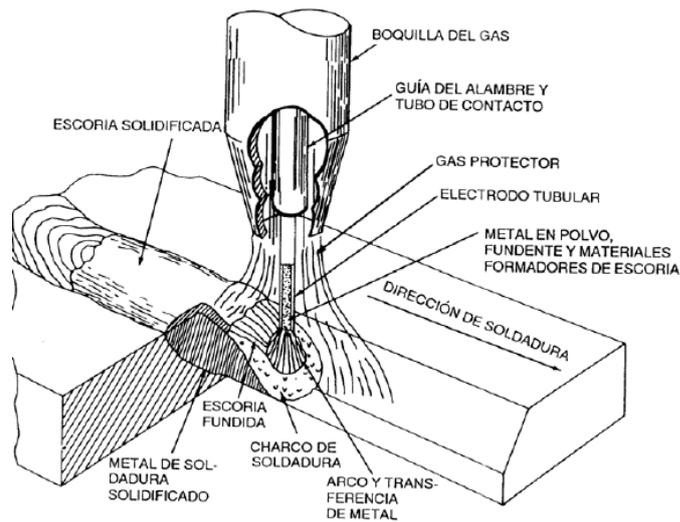


Fig 2.13 Soldadura FCAW protegida con gas

- FCAW con autoprotección que protege el metal fundido mediante vaporización del fundente con el calor del arco eléctrico.

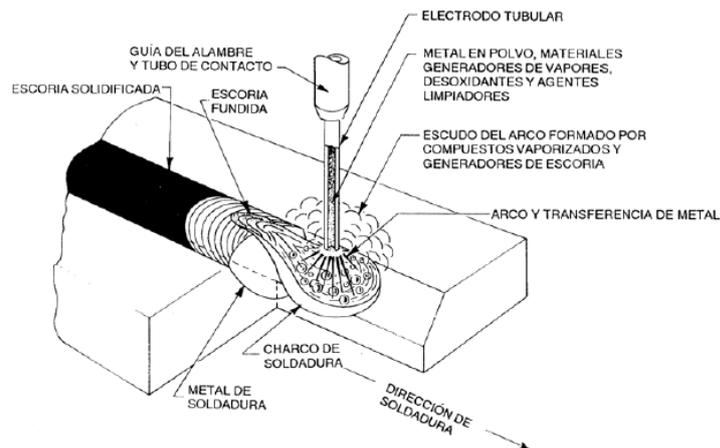


Fig 2.14 Soldadura FCAW con autoprotección

Este proceso busca la protección del cordón de soldadura de agentes corrosivos y oxidantes, priorizando el momento mismo en que se da la suelta de los materiales.

El proceso FCAW tiene tres características importantes que combinadas forman un proceso eficiente.

- Productividad de la soldadura del alambre continuo.
- Cualidades metalúrgicas que pueden derivarse de un fundente.

- Escoria que sustenta y moldea la franja de soldadura.

El principio de operación de este proceso de soldadura es similar al proceso GMAW, puesto que también utiliza la alimentación continua del electrodo entre otros parámetros similares.

2.1.3.3.3 Equipo

- Equipo de soldadura FCAW.
- Alimentador de material de aporte.
- Pistola soldadora.

2.1.3.3.4 Materiales

- Material base (juntas a unir).
- Gases y Mezclas para soldar. (Argón, CO₂, IndurTig)
- Alambre tubular con fundente para soldadura.

2.1.3.3.5 Herramientas

- Cepillo metálico.
- Piqueta.

2.1.3.3.6 Equipo de protección personal

- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero.
- Casco para soldadura con lente de protección # 13.
- Botas de seguridad.

2.1.4 PROCESO DE REMOCIÓN DE MATERIAL

2.1.4.1 Remoción de metal, Esmerilado.

2.1.4.1.1 Definición

El esmerilado consiste en la eliminación del material, mediante la utilización de partículas abrasivas fijas, que extraen viruta del material a esmerilar.

Este proceso de extracción de material con granos de abrasivo de aristas vivas, provoca el menor grado de deformación del material esmerilado, proporcionando simultáneamente la tasa más alta de eliminación de material.

El esmerilado requiere de ciertas condiciones o parámetros que se debe tener muy en cuenta como:

- Fuerza de corte, es la presión específica que debe existir entre la superficie de la pieza y los granulos de abrasivo, esta debe ser lo suficientemente alta para que la fuerza de corte sea lo suficientemente capaz de extraer la viruta.
- Fijación horizontal del gránulo, El gránulo del abrasivo debe permanecer fijo en sentido horizontal mientras la pieza pasa sobre él, para poder conseguir una fuerza de corte suficiente.
- Penetración vertical, el gránulo de abrasivo debe tener un soporte en sentido vertical para obtener el tamaño de viruta que se desea.

La velocidad de eliminación del material y el tamaño de viruta están estrechamente relacionados entre sí.



Fig 2.15 Esmerilado de un metal

2.1.4.1.2 Equipo

- Esmeril.
- Discos abrasivos.



Fig 2.16 Equipo de amolado

2.1.4.1.3 Materiales

- Material a esmerilar.

2.1.4.1.4 Herramientas

- Llave para ajuste de disco abrasivo.

2.1.4.1.5 Equipo de protección personal

- Guantes.
- Gafas de protección.
- Mandil.
- Botas de seguridad.

2.1.4.1.6 Proceso

- Usar el equipo de seguridad apropiado.
- Colocar el disco abrasivo en el equipo y ajustar con la herramienta adecuada.
- Conectar el equipo al suministro de energía eléctrica.
- Proceder a esmerilar la pieza, recordando que la operación se realiza con el disco en sentido vertical.

2.1.5 PROCESOS DE LIMPIEZA

Los procesos de limpieza para la preparación de las superficies metálicas tienen como objetivo principal hacer que la superficie este apta para ser recubierta. Los aspectos principales a tomar en cuenta son: limpieza para evitar contaminantes, adhesión mecánica relacionada con la rugosidad y porosidad de la superficie, adhesión química relacionada con la compatibilidad entre los materiales usados.

2.1.5.1 Limpieza de metal, Lijado.

2.1.5.1.1 Definición

El proceso de lijado de superficies consiste en eliminar partículas que impiden una fijación adecuada del recubrimiento anticorrosivo, esto se lo hace por medio de láminas que contienen granos abrasivos de distinto grosor de acuerdo al tipo de material a remover. La abrasión que se realiza a la superficie del metal permite eliminar oxidaciones o suciedades de la misma.

2.1.5.1.2 Materiales

- Metal a limpiar.
- Lija.
- Franela.

2.1.5.1.3 Equipo de protección personal

- Guantes.
- Gafas de protección.
- Mascarilla.
- Mandil.
- Botas de seguridad.

2.1.5.1.4 Proceso

- Usar el equipo de protección adecuado.
- Lijar la superficie a limpiar de manera uniforme.
- Retirar la suciedad producida sobre la superficie, utilizando una franela.

2.1.5.2 Limpieza de metal, Uso de productos químicos.

2.1.5.2.1 Definición

Este proceso de limpieza de metal se basa en el uso de productos químicos tales como solventes, los mismos que sirven para remover materiales extraños perjudiciales tales como aceite, grasa, manchas u otras contaminaciones de las superficies de acero mediante el uso de solventes, emulsiones, compuestos limpiadores, o materiales y métodos similares los cuales involucran una acción solvente o limpiadora.

2.1.5.2.2 Materiales

- Solvente, removedor, etc.
- Brocha.
- Franela.

2.1.5.2.3 Equipo de protección personal

- Guantes.
- Gafas de protección.
- Mascarilla.
- Mandil.
- Botas de seguridad.

2.1.5.2.4 Proceso

- Usar el equipo de protección adecuado.
- Colocar el producto químico sobre la superficie a limpiar utilizando una brocha para su aplicación.
- Esperar el tiempo recomendado por el fabricante luego de la aplicación del producto y limpiar de manera uniforme.
- Retirar la suciedad producida sobre la superficie, utilizando una franela.

2.1.6 PROCESO DE RECUBRIMIENTO

2.1.6.1 Pintura.

2.1.6.1.1 Definición

Consiste en dar una protección al material, el recubrimiento con pintura es un proceso minucioso ya que en primer lugar se debe hacer una limpieza del material a pintar para que la pintura pueda adherirse fuertemente al metal. El objetivo de pintar radica en dar protección ante el ambiente, oxidación, humedad, etc.

2.1.6.1.2 Equipo

- Compresor de aire.
- Soplete de pintura.

2.1.6.1.3 Materiales

- Superficie a recubrir.

- Pintura.
- Franela.

2.1.6.1.4 Equipo de protección personal

- Guantes.
- Gafas de protección.
- Mascarilla.
- Mandil.
- Botas de seguridad.

2.1.6.1.5 Proceso

- Usar el equipo de protección adecuado.
- Limpiar la superficie a recubrir utilizando la franela.
- Conectar el equipo compresor de aire.
- Llenar el envase del soplete con pintura y conectar el soplete al suministro de aire.
- Realizar el procedimiento de pintura de manera uniforme.
- Terminado el recubrimiento, desconectar los equipos y limpiar el soplete con un removedor apropiado.

2.2 REVISIÓN DE LA NORMA ANSI Z49.1 SAFETY IN WELDING, CUTTING AND ALLIED PROCESSES.

La norma ANSI Z49.1:2005 Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes (Seguridad en soldadura, corte y procesos aliados) es una norma aprobada por la American National Standards Institute y promulgada por la American Welding Society, que se encuentra en vigencia desde el 15 de Julio del 2005 y su última actualización reemplaza a su anterior versión ANSI Z49.1:1999.

Esta norma cubre todos los aspectos de seguridad y salud entorno al mundo de la soldadura enfatizando procesos que involucran gas combustible, soldadura de arco, y soldadura por resistencia. La norma proporciona información sobre la protección del personal y del área general de trabajo, ventilación, protección y prevención de incendios, trabajo en espacios confinados, información

preventiva y aspectos de seguridad en diferentes procesos de soldadura y corte.

La norma ANSI Z49.1:2005 está dividida en dos partes, la primera hace referencia de Aspectos Generales y la segunda referencia a Procesos Específicos.

Los tópicos tratados en los “Aspectos Generales” de este estándar son:

1. Propósito y alcance.
2. Definiciones.
3. Provisiones generales, gestión y supervisión.
4. Protección del personal y del área en general.
5. Ventilación.
6. Prevención y protección de incendios.
7. Espacios confinados.
8. Exhibiciones públicas y demostraciones.
9. Información preventiva.

Los tópicos tratados en los “Procesos Específicos” de este estándar son:

10. Seguridad en soldadura y corte con gas combustible.
11. Seguridad en soldadura de arco y equipo de corte.
12. Seguridad en soldadura por resistencia.
13. Procesos de soldadura y corte con haz de electrones.
14. Soldadura y corte con rayo láser.
15. Seguridad en soldadura brazing.

Cabe recalcar, que el desarrollo de los tópicos es realizado en dos columnas, la primera indica los requerimientos del estándar, y la segunda información aclaratoria.

2.2.1 PROPÓSITO Y ALCANCE

El estándar ANSI Z49.1:2005 tiene como propósito proteger al personal de heridas, lesiones y enfermedades además evitarles daños causados por fuego y explosiones originados en soldadura, corte y procesos aliados.

Como alcance, la norma pretende servir de guía a educadores, operadores, jefes y supervisores para realizar trabajos de montaje u operación de equipos de soldadura y corte.

Este estándar no proporciona guías para el diseño o manufactura de equipo, construcción de sistemas de tubería, sistemas de protección para líneas de tubería, sistemas de provisión de gas al granel, instalaciones eléctricas de los edificios. Pero proporciona información necesaria sobre los requerimientos de dichos sistemas.

2.2.2 DEFINICIONES

La norma proporciona definiciones de ciertos términos utilizados durante su desarrollo a fin de evitar confusiones, los mismos que han sido adjuntos al *Anexo A, Glosario de términos técnicos.*

2.2.3 PROVISIONES GENERALES, GESTIÓN Y SUPERVISIÓN

Este capítulo del estándar, hace referencia a requerimientos que se deben cumplir durante el montaje e instalación de los equipos a utilizar en las operaciones de soldadura y corte, como también de las acciones de responsabilidad del personal a cargo.

Así pues, establece que todo el equipo de soldadura y corte debe ser inspeccionado antes de entrar en operación, a fin de garantizar su operación segura, y en caso de no cumplir dichos requerimientos deberá ser descartado o reparado por personal calificado. Durante su instalación y posterior operación se deberán tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante y las sugerencias de ANSI Z49.1.

Además establece que operadores y supervisores, tienen una mutua responsabilidad para llevar a cabo con seguridad los distintos procesos de soldadura y corte. Así pues los supervisores y soldadores, deberán tener conocimiento sobre operación segura de su equipo, el equipo de seguridad requerido en el proceso y procedimientos de emergencia, además los trabajadores deberán ser informados sobre las medidas de seguridad que deben tomar para realizar su trabajo.

En cuanto a las áreas de trabajo, sus responsables, y el equipo de trabajo, éstas deberán ser establecidas y aprobadas por el departamento a cargo, y cuando se trabaje con equipos tercerizados, dicho departamento seleccionará un contratista que provea personal calificado y conciente de las operaciones con seguridad. De igual manera se deberá informar al contratista acerca de materiales inflamables o condiciones de riesgo en el sitio de trabajo.

2.2.3.1 Supervisores

En cuanto a los supervisores, autorizarán cualquier operación de soldadura y corte y son responsables de controlar que se use el equipo de seguridad apropiado durante las diferentes operaciones, además determinarán que materiales inflamables estarán presentes en el lugar de trabajo y deberán asegurar que dichos materiales no sean expuestos a agentes que provoquen su ignición.

Además deberán asegurarse de que las instalaciones y el personal cuenten con el equipo de protección adecuado para la prevención de incendios.

2.2.3.2 Soldadores

Los soldadores deben conocer los riesgos presentes en su trabajo y conocer la manera de prevenirlos, además deberán contar con el permiso de sus supervisores para operar y deberán asegurarse de que se han tomado todas las precauciones de seguridad antes de realizar cualquier operación de soldadura y corte.

2.2.4 PROTECCIÓN DEL PERSONAL Y EL ÁREA EN GENERAL

2.2.4.1 Protección del área general

Especifica que todo el equipo de soldadura, máquina, cables y otros aparatos deben estar localizados de manera tal que no presenten riesgos al personal por lo cual se sugiere mantener siempre el orden y limpieza dentro el área de trabajo.

También se deben colocar letreros de aviso para especificar las áreas de soldadura e indicar el tipo de protección que se debe utilizar; y las personas que estén adyacentes a las áreas de soldadura deberán ser protegidas de la energía radiante y de salpicaduras de los procesos de soldadura o corte, por medio de mamparas o pantallas de material no inflamable, o utilizando el equipo de protección personal apropiado. Además especifica que las paredes adyacentes al proceso de soldadura presenten un bajo nivel de reflexión de la radiación ultravioleta.

2.2.4.2 Protección de la vista y el rostro

En cuanto a la protección de la vista y el rostro, la norma hace referencia a ANSI Z87.1 Occupational and Educational Eye and Face Protection Devices. Para lo cual especifica que tipo de protección facial se debe utilizar en los distintos procesos de soldadura y corte que son abarcados por esta norma, haciendo referencia a los requerimientos que deben cumplir dichos implementos de protección como: tipo de lente a utilizar, propiedades del material, área de protección, efectos del material sobre la piel, ventilación de los lentes, características, propiedades de transmisión de radiación y mantenimiento.

2.2.4.3 Ropa de protección

La ropa de protección debe ser seleccionada a fin de minimizar las posibilidades de quemaduras de la piel sea por salpicaduras del proceso de soldadura y corte, radiación, choques eléctricos, etc.

El estándar además proporciona características y aplicaciones de la ropa de protección como guantes, delantal, mallas, capas, mangas, y otros.

2.2.4.4 Control de ruido

La norma pide controlar las fuentes de ruido cuando sea factible, y si no se consigue alcanzar los límites permisibles de ruido se debe proporcionar orejeras o tapones de oídos al personal.

2.2.4.5 Equipo de protección respiratoria

Aplicable para cuando los controles de ventilación para reducir los niveles de contaminación fallan o cuando la implementación de un sistema de control, no resulta factible. Entonces el personal debe utilizar el equipo de protección respiratoria adecuado a fin de evitar contaminantes transportados en el aire, para esto la norma exige que se utilice solamente equipo de protección aprobado.

2.2.4.6 Entrenamiento

El personal debe estar conciente de los riesgos a lo que es expuesto, para lo cual debe ser entrenado sobre el uso adecuado de su equipo de protección y las razones por la cual debe usar dichos implementos.

2.2.5 VENTILACIÓN

El estándar indica que se debe proporcionar una ventilación adecuada durante los procesos involucrados en soldadura y corte. A fin de evitar concentraciones peligrosas de contaminantes en el aire, por lo cual, se debe mantener la calidad del aire dentro de los límites permitidos.

Por lo tanto proporciona especificaciones sobre: muestreo de zonas de respiración, respiración de humos y tipos de ventilación; además da especificaciones concernientes a ventilación especial la cual hace referencia a mantener los niveles permitidos de contaminación del aire cuando haya indicios de presencia de ciertos materiales en las operaciones de soldadura y corte, las

precauciones deben tomarse con materiales como: antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, cobalto, cobre, plomo, manganeso, mercurio, níquel, ozono, selenio, plata, vanadio, zinc.

Además otorga especificaciones sobre ventilación al trabajar con: compuestos fluorizados, zinc y cobre, compuestos para limpieza, soldadura y corte con gas, y asbestos.

2.2.6 PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE INCENDIOS

En esta sección del estándar, se prohíbe realizar operaciones de soldadura y corte al menos que la atmósfera donde se desarrolle la operación sea no inflamable, o por lo menos que los combustibles existentes sean removidos o protegidos contra riesgos de incendio. En todo caso se procurará trasladar la operación de trabajo a un lugar seguro y reubicar o proteger los materiales que corriesen riesgo de inflamarse.

Además hace referencia a la protección que se debe tomar sobre pisos de material inflamable, por ejemplo se recomienda cubrir con agentes humectantes como arena húmeda o recubrirlos con láminas de metal.

En cuanto a la protección de los incendios el estándar hace referencia a un adecuado uso y ubicación de extintores y rociadores, siempre listos y operables en la acción contra incendios, también la norma menciona a personas calificadas en sistemas de protección contra incendios los cuales estarán entrenados en los procedimientos para informar sobre acciones de incendio, y procedimientos rescate y extinción.

Al final de este capítulo del estándar, se hace una mención especial para trabajos de soldadura o corte de recipientes, ya que los mismos serán declarados como inseguros o no aptos para ejecutar las acciones de trabajo hasta que una persona calificada los revise y los declare seguros para laborar.

2.2.7 ESPACIOS CONFINADOS

La ventilación en espacios confinados debe ser la suficiente para asegurar una adecuada cantidad de oxígeno para garantizar la vida de las personas en el interior del lugar, no solamente del soldador sino de todas las personas que estén en el lugar, también se debe prevenir la acumulación de gases asfixiantes, y mantener los límites de contaminación del aire dentro de los límites permitidos.

El estándar indica entonces, que solamente se puede ingresar en un espacio confinado cuando este haya sido lo suficientemente ventilado y chequeado para garantizar un ingreso seguro al lugar.

Un indicación de mucha importancia en este espacio del estándar, indica que no se debe usar oxígeno ni mezclas de gases para realizar la ventilación, únicamente se la debe hacer con aire.

También se indica que al realizar trabajos de soldadura y corte en espacios confinados, los cilindros de gases comprimidos y las fuentes de energía para soldadura deben estar fuera del espacio confinado. Y en caso de requerir ductos de ventilación, estos deberán ser de materiales no inflamables.

Además el estándar hace menciones a las áreas adyacentes, señales de emergencia, responsabilidades para trabajar en estos espacios.

2.2.8 EXHIBICIONES PÚBLICAS Y DEMOSTRACIONES

ANSI Z49.1 indica que todos los requerimientos del estándar deben aplicarse a exhibiciones públicas y demostraciones, excepto algunas que se superponen y se indican en este capítulo del estándar.

Hace referencia a la supervisión del lugar de la exhibición, considerando la instalación, la operación y materiales relacionados.

Además considera el sitio de la demostración, la protección contra incendios, la protección del público asistente, radiación, gases y humos, descargas eléctricas, manejo de cilindros de gas comprimido, mangueras y cables.

Sobre todo, en esta parte del estándar se pretende garantizar la adecuada protección de las personas que se encuentran en el lugar de la demostración.

2.2.9 INFORMACIÓN PREVENTIVA

La norma indica que el personal debe ser informado sobre los potenciales riesgos presentes en humos, gases, descargas eléctricas, fuego, radiación y ruido.

Así pues el estándar provee sugerencias de la información previsiva que debe ser colocada en la mayor parte de equipos utilizados en los diferentes procesos de soldadura o corte, esto con el fin de que el operador de dichos equipos tenga un constante recordatorio de los riesgos que involucra la operación de los mismos, tanto para su persona como para los demás.

2.2.10 SEGURIDAD EN SOLDADURA Y CORTE CON GAS COMBUSTIBLE

Esta sección del estándar cubre especificaciones para laborar con seguridad en los procesos de soldadura y corte con gas combustible, y no otorga especificaciones para el diseño y construcción de equipo, ni para la construcción e instalación de estaciones de gas o para su distribución por tuberías.

Así pues AWS Z49.1 da ciertas disposiciones a fin de evitar accidentes o daños, cubriendo varios aspectos como:

- El uso de terminología adecuada para llamar a los gases utilizados en los procesos de soldadura por sus respectivos nombres.
- Disposiciones generales para la utilización de oxígeno y combustibles, involucrando los cilindros, válvulas, acoples, reguladores, mangueras, además haciendo referencia a los usos prohibidos que tiene el oxígeno y su respectivo equipo de operación.

- Operación adecuada de sopletes o antorchas, dentro de esta existen disposiciones en cuanto a la acción frente a fugas en las conexiones, purga de mangueras, encendido de los sopletes, y también referencias al trabajo en espacios confinados.
- Mangueras y sus conexiones, disponiendo el uso de las mangueras apropiadas para el manejo adecuado de los diferentes gases, color de las mangueras, mantenimiento de las mismas, y regulación si se desea cubrirlas cuando se trabaja con mangueras paralelas. Además especificaciones para las conexiones las cuales no deben ser compatibles con las de conexión de suministro de aire y también sobre los mecanismos o dispositivos utilizados para su funcionamiento.
- Reguladores para reducción de presión, disposiciones para su utilización de acuerdo al servicio para el cual fueron diseñados, inspecciones antes de su uso, y mantenimiento.
- Cilindros contenedores gas oxígeno y combustibles, disposiciones generales para el aprovisionamiento de los mismos, almacenamiento adecuado de los cilindros, protección, manipulación, uso de los cilindros, y acciones frente a eventuales emergencias.

2.2.11 SEGURIDAD EN SOLDADURA DE ARCO Y EQUIPO DE CORTE

Esta sección contiene información de precaución, específica para la instalación y operación del equipo de soldadura y corte por arco eléctrico.

Así pues AWS Z49.1 proporciona aspectos de seguridad que se deben analizar en la selección y operación del equipo de soldadura, basándose en estándares de seguridad y criterios para prevenir accidentes al operador.

- El estándar hace referencia a ciertas recomendaciones para la instalación del equipo de soldadura, operación y mantenimiento.
- Instrucciones de trabajo.
- Revisión de conexiones y fugas de líquidos, gases que pudieran provocar accidentes en la operación.
- Instrucciones de seguridad para operar.
- Interrupciones de trabajo, recomendaciones para cuando el soldador debe dejar su puesto de trabajo.

- Movimiento de máquinas, es decir su reubicación en el área para realizar las operaciones de soldadura.
- Equipo que no está en uso, recomendaciones tales como la remoción de electrodos, ubicación de portaelectrodos y otros.
- Descargas eléctricas, recomendaciones para evitar descargas por contacto con metales, aislamiento del operador al utilizar la ropa de seguridad apropiada, manejo de porta electrodos, evitar contacto con agua, y también hace referencia a las personas que utilizan marcapasos o algún aparato electrónico de vital importancia para su vida.
- En cuanto al mantenimiento, existen disposiciones generales para mantener la seguridad en dicha actividad.

2.2.12 SEGURIDAD EN SOLDADURA POR RESISTENCIA

El alcance de esta sección esta limitada al equipo de soldadura que usa el principio de resistencia eléctrica definido por la AWS.

AWS Z49.1 hace referencia a varios requerimientos para garantizar un trabajo seguro, como:

- La selección del equipo, donde se enfatiza garantizar por la seguridad del personal.
- Entrenamiento para el operador, a fin de minimizar riesgos debido a malas prácticas.
- Precauciones para mantener vigilancia en la activación accidental de dispositivos de arranque de las máquinas.
- Recomendaciones para el trabajo con equipo estacionario y portátil.
- En cuanto a la parte eléctrica se hace referencia al voltaje y uso de condensadores, seguridades en puertas para acceso a los equipos de soldadura y paneles de control.
- Protección contra chispas proveniente del proceso de soldadura a fin de evitar peligros.
- Botones de paro para emergencias.
- Aspectos de ventilación y mantenimiento.

2.2.13 PROCESOS DE SOLDADURA Y CORTE CON HAZ DE ELECTRONES.

AWS Z49.1 presenta en esta sección un resumen de AWS C7.1, Recommended Practices for Electron Beam Welding presentando los riesgos presentes en esta operación de soldadura, como:

- Descargas eléctricas,
- Humos y gases
- Radiación-x
- Radiación visible
- Sistemas de vacío

2.2.14 SOLDADURA Y CORTE CON RAYOS LÁSER

AWS Z49.1 especifica que las operaciones de soldadura y corte que utilicen rayo láser, deberán seguir las secciones aplicables de este estándar y referirse a ANSI Z136.1, Uso seguro de láseres.

2.2.15 SEGURIDAD EN SOLDADURA BRAZING

Esta sección del estándar proporciona ciertas directrices para realizar unas prácticas seguras de soldadura por brazing, para lo cual expone los riesgos potenciales durante este proceso de soldadura como:

- Substancias corrosivas e inflamables.

Las mismas que deberán mantenerse aisladas durante las operaciones de soldadura que involucren flama abierta o aisladas de fuentes de calor. Por lo cual se debe mantener un sistema de almacenamiento y transporte acorde al manejo seguro de este tipo de materiales, además los operadores deben contar con la vestimenta de seguridad apropiada para este proceso de soldadura.

- Quemaduras

Las mismas que pudieran provenir del proceso de soldadura, materiales calientes, tratamientos especiales de piezas soldadas por

brazing que involucran altas temperaturas, manejo de hidrógeno como combustible, etc.

- Flujos y metales de relleno.

Referente a la prevención de lesiones en el proceso de relleno con el material de aporte debido a un uso inadecuado del equipo de protección como manos descubiertas.

- Humos y gases.

Referente a la adecuada ventilación del área de trabajo, para evitar la inhalación de estas sustancias por parte de los operadores.

- Mantenimiento de equipos.

En esta sección se indican materiales y medidas de seguridad que se deben tomar durante las operaciones de mantenimiento de equipos para soldadura brazing.

2.3 INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

2.3.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO

Es una serie de acciones preventivas, predictivas y correctivas planeadas previamente y organizadas oportunamente que se ejecutan para prevenir y/o corregir los problemas ocasionados por las fallas potenciales de las funciones de una máquina o equipo a fin de asegurar que una instalación, sistema industrial, una máquina, una flota de vehículos u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron diseñadas y desarrolladas.

El mantenimiento como tal tiene pocos años de existencia, pero a pesar de ello ha presentado una rápida evolución, debido a las siguientes razones:

- Complejidad de las máquinas y equipos.
- Elevado costo de parada por falla o por mantenimiento.
- Precio de los equipos y máquinas cada vez mayor.

Para que pueda existir un buen servicio de mantenimiento se deben utilizar las siguientes acciones:

- Observación.- Es el estudio detallado de un acontecimiento.
- Análisis.- Existen diversos tipos de análisis que se deben realizar, esto de acuerdo a la necesidad así tenemos: análisis de costos, tiempos, fallas, etc.
- Comunicación.- Es el punto de unión, imprescindible, entre la información, la decisión y la acción.
- Determinación de acciones prioritarias.- A la hora de dar preferencia de actuación es fundamental organizarse de forma eficaz y racional, así como distinguir entre lo urgente y lo importante.

2.3.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

Los objetivos del mantenimiento que deben basarse en los de la empresa son:

- Asegurar la disponibilidad de la maquinaria para la producción al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad.
- Equilibrar los costos de mantenimiento y producción perdida.
- Planificar las tareas.
- Evitar sobremantenimiento y submantenimiento.
- Minimizar costos y optimizar recursos

El objetivo final del mantenimiento y muy importante, es determinar cuando debe cesar la vida útil de una máquina, sea por obsolescencia o por pérdida de rendimiento.

2.3.3 CANTIDAD DE MANTENIMIENTO QUE SE DEBE HACER.

La cantidad de mantenimiento que se debe hacer está en función de aspectos como:

- Nivel mínimo permitido de las propiedades cualitativas de cada elemento.
- Nivel máximo de las propiedades cualitativas que deben elevarse.
- Tiempo de uso o de funcionamiento durante la cual las propiedades cualitativas bajan del nivel alto al bajo.
- Modo en que los elementos están sometidos a tensión, desgaste, carga, corrosión, etc., que causan pérdidas de las propiedades cualitativas o de la capacidad de los elementos para resistirlas.

Concluyendo se puede decir que la cantidad de mantenimiento está estrechamente relacionada con el uso de los equipos en el tiempo, por la carga y manejo de los mismos.

2.3.4 FACTORES DEL MANTENIMIENTO.

2.3.4.1 Confiabilidad (Reability)

Es la probabilidad de que un elemento, producto o sistema funcione de una manera satisfactoria cuando es explotado bajo condiciones de operación y mantenimiento especificadas por un período de tiempo determinado.

Es una característica inherente del diseño y la fabricación de la maquinaria o equipo a ser mantenido, además es un factor clave en la frecuencia de las acciones de mantenimiento.

2.3.4.2 Mantenibilidad (Maintenability)

Es la facilidad, precisión, seguridad y economía en el rendimiento de las acciones de mantenimiento, es un parámetro inherente del diseño y la instalación del equipo o maquinaria.

La mantenibilidad es la capacidad de un sistema a ser mantenido, las acciones de mantenimiento son aplicables a lo largo de todo el ciclo de vida de la maquinaria o equipo.

2.3.4.3 Disponibilidad (Availability)

Es la medida del grado en que un sistema está operable y en estado de iniciar una misión o un trabajo dentro de un tiempo dado, con frecuencia se lo conoce como rapidez operacional.

$$A = \frac{T_p - T_m}{T_p} * 100\%$$

Donde;

Tp= Tiempo planeado, además es función de la mantenibilidad y confiabilidad

Tm= Tiempo muerto, es función de todas las fallas, MTTO correctivo.

2.3.4.3.1 Disponibilidad inherente (Ai).

Es la probabilidad de que un sistema o equipo, cuando se usa bajo condiciones ideales, esté en condiciones de operar satisfactoriamente en cualquier punto y tiempo requerido.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + \bar{M}_{ct}} * 100\%$$

Donde;

MTBF= Tiempo medio entre fallas

\bar{M}_{ct} = Mantenimiento correctivo

2.3.4.3.2 Disponibilidad total (Aa)

$$A = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} * 100\%$$

Donde;

MTBM= Tiempo medio entre mantenimiento

\bar{M} = Mantenimiento preventivo

2.3.4.3.3 Disponibilidad operacional (Ao)

$$A = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} * 100\%$$

Donde;

MTBM= Tiempo medio entre mantenimiento

MDT= Tiempo muerto entre mantenimiento.

2.3.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Los tipos de mantenimiento más aceptados por los diversos autores son:

- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.
- Filosofías del Mantenimiento.
 - RCM
 - FMECA
 - TPM

2.3.5.1 Mantenimiento Correctivo

En este tipo de mantenimiento se utiliza la máquina hasta que sobreviene la falla y con esto un a parada obligatoria del equipo, es decir, el mantenimiento se reduce a la reparación del equipo o maquinaria.

Este tipo de mantenimiento tiene las siguientes desventajas:

- Imprevisión de la falla
- Imprevisión de los suministros
- Inseguridad
- Costo elevado por paradas improductivas

Como se puede apreciar es una operación efectuada después de la falla cuya finalidad es conseguir la mayor eficiencia de las intervenciones, determinada en función del grado de cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Rapidez de respuesta a la demanda de intervención.
- Rapidez de ejecución o reacondicionamiento
- Calidad en la realización de los trabajos

En este tipo de mantenimiento se supone el cambio, reparación o ajuste de la pieza. Debido a que no es posible programar la intervención, la acción se realiza en forma aleatoria, donde aparezca o se produzca la falla, según esto existen dos tipos de reparaciones que son:

- Paliativas o provisionales, que son efectuadas en campo cuando la falla no es de gravedad, esto puede resultar a veces muy rentable.
- Curativas o definitivas, estas se realizan de manera obligada en el taller, reestablecen el nivel óptimo de prestaciones.

2.3.5.2 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento trata de reducir la probabilidad de falla, consiste en someter al equipo, después de un determinado periodo de funcionamiento, a un desmontaje total o parcial para su inspección, procediendo a la reparación o sustitución de los elementos deteriorados o de aquellos para los que se espera una falla próxima.

Se logra un grado de previsión que puede ser muy importante; mediante una intervención presagiada, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de la falla, se puede planificar de una manera adecuada las paradas de los equipos.

Existen diversos tipos de mantenimiento preventivo entre los cuales tenemos:

- De uso rutinario.- Se usa inspecciones frecuentes, con intervenciones preventivas ligeras realizadas por el operario, que aseguran una vigilancia continua de los equipos, evitando fallas pequeñas que a largo plazo pueden traer graves consecuencias. Este consiste en tareas como: apretar tornillos, completar niveles de aceite, detectar fugas, detección de ruidos anormales, etc.
- Sistemático.- Es un mantenimiento efectuado según un plazo previamente establecido por unidades de tiempo o de uso, esto nos trae las siguientes ventajas:
 - Disminuye los costos por tiempo de reparación
 - Reduce el número de reparaciones
 - Baja los costos de reparación
 - Mejora la calidad del producto

- Permite el seguimiento de equipos con alto costo de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo presenta las siguientes desventajas:

- El desmontaje total o parcial de una máquina, con la consiguiente parada de producción y reposición de elementos, es excesivamente costoso para la seguridad de funcionamiento que aporta.
- Las paradas de inspección, que son importantes en unidades de funcionamiento continuo, el mantenimiento preventivo es altamente costoso.
- Dificultad para determinar el intervalo entre inspecciones periódicas.
- Cuando se hacen inspecciones periódicas en una máquina esta puede quedar, por falla en el montaje, en peores condiciones que las iniciales, resultando así más propensa a fallar.
- Existen defectos en las máquinas que únicamente pueden ser detectadas durante el proceso de operación como desequilibrios, resonancia, etc.

2.3.5.3 Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en la vigilancia o seguimiento del estado de una máquina de forma continua o discontinua, mediante la captación de señales que sufren una modificación de su magnitud dependiendo de la gravedad de la falla.

Estas señales analizadas de una manera adecuada se usan para diagnosticar el tipo de falla, donde se está produciendo y su severidad.

Este tipo de información nos permite determinar la potencialidad de la falla, así como planificar adecuadamente las paradas y reparaciones.

El mantenimiento predictivo tiene las siguientes ventajas:

- Detección prematura e identificación de defectos, sin necesidad de detener y desmontar la máquina.

- Seguimiento de la evolución del defecto en el tiempo hasta que se vuelva peligroso.
- Permite programar el suministro de repuesto y mano de obra
- Reduce el tiempo de reparación, ya que se tiene identificada la falla y los elementos que han fallado.
- Evita las fallas repetitivas, identificando y corrigiendo el origen de las mismas.
- Reduce costos e incrementa la producción por ahorro de paradas y tiempos muertos.
- Permite una selección satisfactoria de las condiciones de operación de la máquina.
- Funcionamiento más seguro.

Las desventajas que se presentan en este tipo de mantenimiento son:

- Inversión costosa en equipos de adquisición y tratamiento de información.
- Generación de gran cantidad de información.
- Limitación de aplicación para algunos tipos de fallas.

La aplicación de las técnicas de vigilancia continua para que sea eficaz comparada con otros tipos de mantenimiento, deben cumplir los siguientes objetivos:

- No impedir, ni limitar el funcionamiento de la máquina durante su ejecución.
- Poseer un costo de implantación menor que el de cualquier otro tipo de mantenimiento.
- Permitir la detección de la falla en fase inicial, antes de que se convierta en catastrófica, así como la detección de la causa que lo origina.
- Filosofías del Mantenimiento.
 - RCM
 - TPM
 - FMECA

2.3.6 FILOSOFÍAS DEL MANTENIMIENTO

2.3.6.1 RCM (Reability Centered Maintenance)

El mantenimiento centrado en la confiabilidad nace por los años 60s como una necesidad de reducir los accidentes aéreos, es por ello que su desarrollo inicial fue hecho por la Industria de la Aviación Civil Norteamericana.

En la actualidad es ampliamente aceptado en la aviación comercial de todo el mundo, ya que gracias al RCM se ha convertido en la forma más segura para viajar.

El RCM tiene la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para determinar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas.

El RCM pone mucho énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

- Integración de una revisión de fallas operacionales con la evaluación del aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente.
- Manteniendo mucha atención en las tareas de mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, esto garantiza que la inversión en mantenimiento se utilice donde más beneficio va ha reportar.

El objetivo del RCM radica en reducir al mínimo el costo por mantenimiento, para enfocarse en las funciones más importantes de los sistemas y evitando acciones de mantenimiento que no son necesarias.

Las principales ventajas que se va ha tener con la implantación de esta filosofía de mantenimiento son:

- Si el RCM se aplica sobre un mantenimiento preventivo ya existente en la empresa, puede reducir la cantidad de mantenimiento rutinario hasta un 70%.

- Si el RCM se aplicara para desarrollar un nuevo sistema de mantenimiento preventivo en la empresa, esto beneficiará para que la carga de trabajo programada sea mucho menor que el si el sistema se hubiera desarrollado por métodos convencionales.
- Su lenguaje técnico es común, sencillo y fácil de entender para todos los empleados vinculados al sistema RCM, permitiendo al personal involucrado en las tareas saber que pueden hacer y como hacer para obtener los resultados requeridos.

2.3.6.2 TPM (Total Productivity Maintenance)

Esta es una técnica desarrollada en Japón en la década de los 70s, esta nace como una necesidad de mejorar la calidad de sus productos y servicios.

El TPM se define como:

La reformulación y la mejora de la estructura empresarial a partir de la reestructuración, mejora de las personas y equipos, todo esto con el compromiso de todos los niveles jerárquicos y un cambio de la postura organizacional.

El TPM promueve un trabajo en conjunto vinculando al hombre, máquina y empresa, de esta manera el trabajo de conservación de los medios de producción pasa a ser preocupación de todos.

Esta filosofía de mantenimiento compromete la eficacia de la estructura orgánica de la empresa, por medio de mejoras a ser introducidas, tanto en personal como en equipo.

El TPM nos marca una diferencia por la aparición del término **TOTAL** en los siguientes aspectos:

- Eficacia TOTAL.- Se distingue por la persecución de un modo de operación más económico y rentable de producción, manteniendo el

concepto de efectividad como un fundamento principal de la productividad, esto es aplicado directamente al funcionamiento de las máquinas, el mismo que debe elevarse a un nivel superior, hasta lograr cero averías y cero defectos.

- Mantenimiento TOTAL.- Considera la necesidad de que el mantenimiento cubra toda la vida útil del equipo.
- Participación TOTAL.- El TPM involucra y compromete a toda la organización, especialmente a los que están directamente relacionados con la producción.

Los principales objetivos del TPM son:

- Constituir una estructura empresarial que busque la máxima eficiencia del sistema de producción.
- Comprometer a todos los departamentos, comenzando por el de producción (operación y mantenimiento) extendiéndose hasta abarcar a todos los departamentos de la empresa.
- Contar con la participación de todos, desde los directores hasta los operarios.
- Mejorar la calidad del personal en todas las áreas.
- Mejorar la calidad de los equipos, maximizando la vida útil de los mismos.
- Mejorar los resultados de la empresa.

2.3.7 ÍNDICES DE GESTIÓN

2.3.7.1 Índices de gestión de la producción

Los índices de la producción nos ayudan a evaluar el rendimiento económico y la calidad de las políticas sociales y económicas.

En empresas como FMSB “SANTA BÁRBARA” S.A. este tipo de índices se debe medir para contribuir al análisis de la eficacia y eficiencia.

Estos índices también son muy importantes para poder efectuar comparaciones entre empresas con el único fin de poder detectar los factores que explican el crecimiento económico.

La evaluación de la productividad consiste en la medición del nivel absoluto de productividad y sus tendencias históricas representadas por medio de una serie de índices.

Para medir la productividad en todos los niveles económicos se puede utilizar las siguientes relaciones:

$$Pr oductividad _ total = \frac{Pr oducto _ total}{Insumo _ total}$$

$$Pr oducto _ parcial = \frac{Pr oducto _ total}{Insumo _ parcial}$$

La productividad total se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$Pt = \frac{Qt}{T + C + M + Q}$$

Donde;

Pt=Productividad total

Qt=Outoput (Producto) total

T=Factor trabajo

C=Factor capital

M=Factor materias primas y piezas compradas

Q=Insumo de otros bienes y servicios varios.

La productividad total es la media de la productividad del trabajo y del capital, ponderada y ajustada a las fluctuaciones de los precios, esta se puede calcular por:

- Tiempo de trabajo
- Método financiero.

2.3.7.1.1 Método basado en el tiempo de trabajo

Para utilizar este método se debe convertir en equivalentes de mano de obra todos los materiales, la depreciación, los servicios y los productos finales,

dividiendo primeramente el producto por el insumo en términos financieros y dividiendo luego el resultado por el ingreso medio anual por empleado, es decir:

$$\frac{\text{Producto de las ventas}}{\text{Número total de empleados} + \frac{\text{Capital} + \text{Gastos externos}}{\text{Ganancias Medias anuales}}}$$

Los índices anteriormente definidos no están definidos de manera muy exacta, además son muy complejos para calcularlos, es por esto que se utiliza el producto neto o valor añadido por trabajador, donde VA representa el valor añadido a los materiales por el proceso de producción:

$$\text{Producto neto por empleado} = \frac{\text{Valor añadido al año}}{\text{Número total de empleados}} = \frac{VA}{Ty}$$

El valor añadido se obtiene restando el insumo del producto o los gastos externos(X) de las ventas totales (Ve)

$$VA = Ve - X$$

En muchos de los casos es preferible utilizar las horas de trabajo completadas antes que el número de empleados, puesto que se está midiendo la eficacia de todos los trabajadores.

2.3.7.1.2 Método financiero

Este método se utiliza cuando no se puede utilizar métodos en forma directa, según esto tenemos que la productividad total es:

$$Pt = \frac{\text{Valor añadido}}{\text{Costos de conversión}} = \frac{\text{Ventas} - (Mp + Co + S + D)}{T + Re + Mp + Co + S + D + Ve}$$

Elementos de producto utilizado para calcular la productividad total

V E N T A S	{	Materias primas consumidas	(Mp)	}	GASTOS EXTERNOS
		Productos manufacturados comprados	(Co)		
		Servicios prestados a la empresa	(S)		
		Depreciación	(D)		
	{	Costos de personal	(T)	}	VALOR AÑADIDO
		Remuneraciones	(Re)		
		Costos de venta, administración y distribución.	(Ve)		
		Beneficios	(B)		

2.3.7.2 Índices de gestión de mantenimiento

Estos índices que reflejen el trabajo de las máquinas y la propia gestión del mantenimiento, complementan un sistema de actuación que eleva la calidad del trabajo a planos superiores.

Estos índices deben permitir a los diferentes niveles de dirección, el control y la verificación de las actividades con el único fin de detectar cómo marchan las decisiones tomadas.

Las características esenciales que deben poseer estos índices son:

- Ser pocos pero suficientes
- Claros de entender y calcular
- Certeros para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.

Para el cálculo de los índices de gestión del mantenimiento tenemos los siguientes:

$$Rendimiento(R) = \frac{\text{Producción real del período}}{\text{Plan de producción del período}} * 100(\%)$$

Este resume el buen control del proceso productivo y el estado de funcionamiento de las instalaciones.

$$Aprovechamiento(A) = K_d * K_{ut} * R * 10^{-4}$$

Nos resume el resultado de la producción frente a los propuestos.

Tabla 2.1 Índices de gestión de mantenimiento

PRUEBA	Denominación	Posible Normativa
Fundamentos de producción	- Disponibilidad (K _d) - Utilización(K _{ut}) - Rendimiento(R) -Aprovechamiento(A)	90-94% 86-90% 100-110% >85%
Fundamentales estructurales	$\frac{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{producción}}}} * 100$	5-7%
	$\frac{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Valor}_{\text{medios}_{\text{básico}}}} * 100$	4-10%
	$\frac{\text{Plantilla}_{\text{de}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Plantilla}_{\text{total}_{\text{de}_{\text{la}_{\text{empresa}}}}}} * 100$	11-27%
Internos sobre los recursos humanos	$\frac{\text{Técnicas}_{\text{de}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Total}_{\text{trabajadores}_{\text{mantenimiento}}}} * 100$	5-10%
	$\frac{\text{Total}_{\text{trabajadores}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Total}_{\text{trabajadores}_{\text{empresa}}}} * 100$	11-27%
	$\frac{\text{Trabajadores}_{\text{indirectos}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Total}_{\text{trabajadores}_{\text{mantenimiento}}}} * 100$	14-30%
	Ausentismo	2-3%
Internos sobre los trabajos de mantenimiento	$\frac{H - h_{\text{trabajos}_{\text{planificados}}}}{H - h_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}} * 100$	30-75%
	$\frac{H - h_{\text{trabajo}_{\text{no}_{\text{planificado}}}}}{H - h_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}} * 100$	30-40%
Internos sobre costos	Costo por peso de producción	0.5-0.7%
	$\frac{\text{Costo}_{\text{mantenimiento}_{\text{planificado}}}}{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}} * 100$	20%
	$\frac{\text{Costo}_{\text{MO}_{\text{total}}}}{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}} * 100$	40-50%
	$\frac{\text{Costo}_{\text{materiales}}}{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}} * 100$	20-25%

2.3.7.3 Índices de seguridad

Estos son datos estadísticos con efectos preventivos (como las causales), con efectos reparadores (como las referidas a la gravedad y de pérdidas) y efectos comparativos.

A continuación se presentan algunos índices en relación con los accidentes / incidentes.

Tabla 2.2 Índices de seguridad

ÍNDICE	FÓRMULA
Índice de frecuencia, con baja	$= \frac{NAC \times 1'000.000}{NHT}$
Índice de frecuencia, sin baja	$= \frac{NAS \times 1'000.000}{NHT}$
Índice de frecuencia total	$= \frac{NAT \times 1'000.000}{NHT}$
Índice de incidentes críticos	$= \frac{NIC \times 100.000}{NHT}$
Índice de gravedad	$= \frac{NJP \times 1000}{NHT}$
Índice de pérdidas (propiedad)	$= \frac{CPP \times 1'000.000}{NHT}$
<p>Donde;</p> <p>NAC= Número de accidentes con baja</p> <p>NAS= Número de accidentes sin baja</p> <p>NAT= Número de accidentes totales</p> <p>NIC= Número de incidentes críticos</p> <p>NJP= Número de jornadas perdidas por accidentes</p> <p>CPP= Coste total, por accidente, de las pérdidas a la propiedad.</p>	

2.4 TEORÍA DE LA MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE DE GASES INDUSTRIALES

En varios procesos de soldadura se requieren ciertos tipos de gases los cuales se utilizan como combustibles, comburentes, gases inertes, etc. Así pues, un aspecto de suma importancia dentro de la seguridad laboral es el manejo adecuado de dichos gases, tanto en su aplicación como en su almacenamiento y transporte.

Los diversos tipos de gases utilizados industrialmente son almacenados en cilindros y estos pueden ser transportables o estacionarios; los transportables se utilizan dentro del taller o en pequeñas estaciones centralizadas y se realiza el cambio de cilindros vacíos por los llenos a través de un proveedor autorizado que reemplaza los cilindros cada vez que se vacían para ser llenados en una planta de envasado, y los cilindros estacionarios son utilizados en grandes procesos industriales donde la demanda es mayor y son rellenados en su lugar de ubicación a través de camiones de abastecimiento que realizan la labor de envasado.

Todos los gases comprimidos en cilindros son peligrosos, unos porque son inflamables, como el acetileno, el propano, o el hidrógeno, y otros porque su combinación con sustancias inflamables puede producir explosiones, como por ejemplo el oxígeno.

En general, la utilización de cilindros de gas comprimido debe hacerse con mucho cuidado, porque pueden originarse explosiones e incendios de consecuencia imprevisible. Pero su simple manipulación también supone riesgo para el trabajador dado que habitualmente su tamaño y peso son considerables por lo que pudieran ocurrir aplastamientos, golpes, cortes, fracturas, u otros tipos de lesiones.

De ahí la importancia en su correcta manipulación por lo cual a continuación se presentan varias recomendaciones:

2.4.1 EN EL ALMACENAMIENTO DE LOS CILINDROS

- Debe evitarse que los cilindros sean sometidos a temperaturas elevadas, que sean expuestos a fuego, corrosión o que sean manipulados por personas que no estén debidamente informadas.
- Los cilindros almacenados no deben bloquear zonas de tránsito ni salidas de emergencia.

Y si se los almacena en recintos cerrados:

- El lugar de almacenamiento debe ser construido con materiales ignífugos, disponer de ventilación adecuada y ser utilizado únicamente para fines de almacenamiento de dichos cilindros.
- Entre los cilindros que contengan gases inflamables (acetileno por ejemplo) y gases comburentes (oxígeno por ejemplo), debe existir una separación entre sus áreas de por lo menos 6,1 m. o una pared de separación de 1,5 m. de altura. El propósito de la distancia de la separación o la pared es mantener alejado un posible incendio pequeño de los tanques de oxígeno, ya que si se activase su válvula de seguridad debido a la sobre presión por el incremento de temperatura, el pequeño incendio podría convertirse en una voraz infierno.

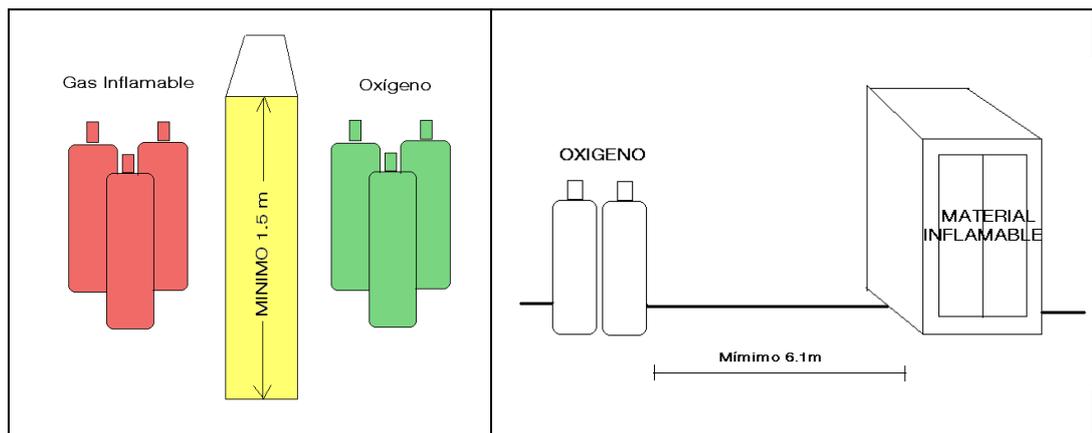


Fig 2.17 Separación mínima entre cilindros de oxígeno y productos inflamables

- En cuanto a los gases inertes, estos deben ser almacenados en un lugar separado o junto a los cilindros de oxígeno, también pueden ser ubicados entre los 6.1 m de separación existente entre cilindros de oxígeno y los productos inflamables.

- Los cilindros vacíos deben ser separados de los llenos, aunque se almacenen en el mismo lugar y deben ser guardados en posición vertical y con sus respectivos capuchones de seguridad.
- Para evitar vuelcos de cilindros en su lugar de almacenamiento, estos deben ser asegurados con un cordón o cadena.

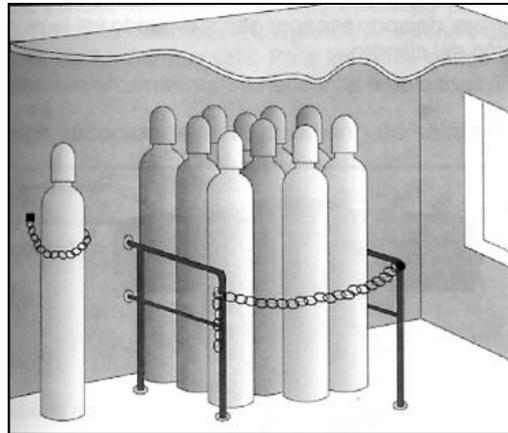


Fig 2.18 Almacenamiento de cilindros en posición vertical y debidamente asegurados.

- Los cilindros que contengan gas licuado deben almacenarse en posición vertical.
- El área de almacenamiento no debe estar ubicada junto a las escaleras, pasillos, rutas de escape o salidas. Además deben estar lejos de fuentes de calor, radiadores, hornos, calderos, y chispas de soldadura. Además deben contar con las respectivas señales de advertencia de peligro.
- En recintos de almacenamiento o uso de gases combustibles, debe existir una correcta señalización, por ejemplo letreros de NO FUMAR, y se debe mantener en buen estado los equipos adecuados para extinción de incendios (preferiblemente de CO₂ o polvo químico).

2.4.2 EN EL TRANSPORTE DE LOS CILINDROS:

Antes de transportar los cilindros, se debe cerciorar que la válvula este completamente cerrada.

- El transporte dentro de la empresa mediante vehículos se lo debe hacer: en un palet mediante carretilla apiladora, carretilla elevadora o mediante grúa, y nunca levantándolos por el capuchón o la válvula.

- Para el transporte manual en distancias cortas: primero se debe comprobar con un suave tirón que el capuchón este debidamente fijado; se puede trasladar el cilindro haciéndole girar sobre su base manteniendo una mano sobre el capuchón y la otra en el cuerpo del cilindro, también se pueden utilizar coches transportadores los cuales deben ser estables y poseer un cordón para sujeción del cilindro.

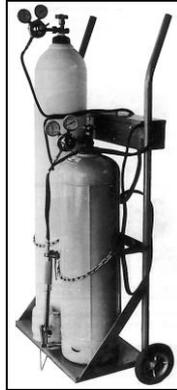


Fig 2.19 Coche transportador de cilindros.

- Es de gran importancia la manipulación de cilindros con el equipo de protección personal adecuado, para esto se recomienda utilizar guantes y calzado de seguridad, con el fin de evitar lesiones en caso de resbalamiento o caída de cilindros.

2.4.3 EN EL USO DE LOS CILINDROS:

- Nunca usar un cilindro si el gas que contiene no está claramente identificado en él. No dependerá sólo del color del cilindro para identificar su contenido. Se recomienda devolver un cilindro no identificado al distribuidor.
- Las manillas de las válvulas han sido diseñadas para operarlas manualmente. Por lo que no debe utilizarse llaves de tuercas, martillos, o palancas para accionar una válvula trabada o congelada. Si la válvula no se abre con la mano, se sugiere devolver el cilindro al distribuidor.
- Nunca abrir una válvula si no está correctamente conectado el regulador.

- No usar la válvula como punto de apoyo para mover el cilindro. Se debe evitar cualquier golpe aplicada sobre la misma.
- No se debe lubricar las válvulas, especialmente las válvulas usadas para cilindros de envase de oxígeno, ya que la mezcla del gas con agentes lubricantes presenta el riesgo de una potencial ignición.
- Si un cilindro presenta fugas de gas, se lo debe alejar inmediatamente de cualquier fuente de ignición.
- Durante la operación de apertura de la válvula, nadie debe estar frente a la salida de gas.
- Se debe usar siempre conexiones apropiadas entre válvula y regulador, en base a normas especificadas. Así que no es permitido el uso de cualquier adaptación.
- La conexión entre regulador y la válvula del cilindro debe realizarse fácilmente. En caso de que el regulador no se conecte bien, de ninguna manera debe ser forzado. Una unión dificultosa indica que el regulador no es el correcto ya que generalmente los hilos de las roscas para conexión son diferentes para los varios reguladores y válvulas de los cilindros de los diferentes gases.
- Siempre debe comprobarse que el regulador sea el indicado, por el tipo de gas y su capacidad de presión y flujo.
- Las válvulas y reguladores deben ser abiertos con lentitud, para evitar altas presiones de salida, inclusive podrían ocurrir incendios en el regulador. Por ejemplo durante el manejo de Hidrógeno, si este sale muy rápido, se inflamará en contacto con el aire, por lo que no debe abrirse la válvula sin que esté conectado el regulador.
- Se recomienda el uso de válvulas anti-retroceso en la salida del regulador y en la conexión de los sopletes, ya que se puede prevenir el flujo inverso de los gases, en el caso de aplicación de mezclas con gases combustibles por ejemplo Acetileno con Oxígeno.

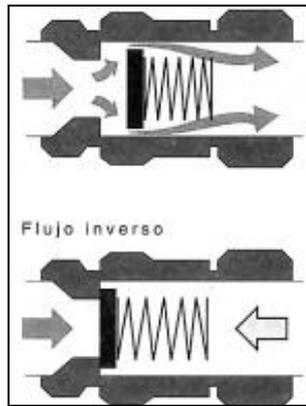


Fig 2.20 Válvula anti-retroceso para flujo de gases en proceso oxi-corte

- La práctica de entreabrir brevemente la válvula de un cilindro antes de poner el regulador se lo puede hacer para eliminar cualquier tipo de impureza acumulado en la boquilla, pero nunca debe hacerse en el caso de gases combustibles u oxígeno.

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES DEL TALLER DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.

3.1 INSTALACIONES FÍSICAS

La División Industrial de la FMSB “SANTA BÁRBARA” S.A. cuenta con un galpón de 1460m² de área para el taller donde se construyen Estructuras Metálicas. En el cual se realizan las operaciones de soldadura, corte y procesos relacionados de los diferentes proyectos a cargo de la mencionada División.

La distribución de planta presentada en el galpón de los diferentes sitios utilizados, se muestra en el siguiente esquema y la tabla adjunta.



Fig 3.1 Esquema distribución de áreas dentro del taller de FMSB para Estructuras Metálicas

3.1.1 INSPECCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DEL TALLER

Para este caso se analizó el estado actual de las diferentes áreas dentro del taller al compararlas con los requerimientos sugeridos en instalaciones industriales semejantes.

La puntuación para la evaluación viene dada de la siguiente manera:

No cumple	0
Cumple parcialmente	5
Cumple	10

Tabla 3.1 Estado de conservación y seguridad del taller de FMSB

Ord.	Descripción	Requerimiento	Estado actual	Deficiencias	Puntaje
1	Piso sección taller	<ul style="list-style-type: none"> - Uniformidad. - Antideslizante. - Aislamiento térmico. - Señalización de áreas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Piso de hormigón armado con pequeñas irregularidades. - Uniformidad. - Antideslizante. - Señalización de recorrido de la grúa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de señalización de áreas de tránsito, zonas de trabajo, y almacenaje de máquinas y equipos. 	5
2	Paredes taller	<ul style="list-style-type: none"> - Uniformidad. - Aislamiento térmico. - Pintado y acabado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pared de ladrillo visto con enlucido interior. - Uniformidad. - Paredes blancas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suciedades en las paredes. 	10
3	Ventanas taller	<ul style="list-style-type: none"> - Permitir buena iluminación natural. - Permitir ventilación del área. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen 32 ventanas de aluminio y vidrio blanco de 2 x 2 m, que permiten adecuada ventilación e iluminación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe una ventana que presenta un vidrio roto. 	10
4	Techo taller	<ul style="list-style-type: none"> - Protección solar y de lluvia al área de trabajo. - Ventilación. - Resistencia al viento. - Aislamiento sonoro en condiciones de lluvia. 	<ul style="list-style-type: none"> - El taller es completamente cubierto, con techo metálico perfectamente sujeto. - Cuenta con 3 ventiladores. 	<ul style="list-style-type: none"> - No cuenta con aislamiento sonoro en condiciones de lluvia. 	5
5	Iluminación taller	<ul style="list-style-type: none"> - Suficiente número de lámparas que garanticen total iluminación del área. 	<ul style="list-style-type: none"> - El taller cuenta con 10 lámparas de 500 w, que cubren la totalidad del área. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10

Ord.	Descripción	Requerimiento	Estado actual	Deficiencias	Puntaje
6	Puerta principal	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de acceso y apertura. - Suficiente amplitud para fácil ingreso y salida de material. - Pintado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se cuenta con una puerta de 6.2 x 5 m. metálica. - La puerta está completamente pintada. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10
7	Puerta ingreso personal	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de acceso y apertura. - Suficiente amplitud para fácil ingreso de personal. - Pintado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se cuenta con una puerta de 1.5 x 2 m. metálica. - La puerta está completamente pintada. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10
8	Piso baños	<ul style="list-style-type: none"> - Antideslizante. - Uniformidad. - Sifón de desagüe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Piso de hormigón armado recubierto por baldosa. - Existe un sifón de desagüe en el piso. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10
9	Iluminación y ventilación baños	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. - Ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> - El baño cuenta con una ventana que proporciona adecuada ventilación e iluminación. - Existe iluminación artificial de 2 luminarias. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10
10	Implementos baños	<ul style="list-style-type: none"> - 2 letrinas por cada 12 personas. - 1 ducha por cada 15 personas. - 1 lavamanos por cada 15 personas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen 3 letrinas, 1 ducha, 2 urinarios y 2 lavamanos, para un personal de 15 miembros. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10
11	Piso oficina	<ul style="list-style-type: none"> - Antideslizante. - Uniformidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - El piso de la oficina es de hormigón armado recubierto por baldosa. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10

Ord.	Descripción	Requerimiento	Estado actual	Deficiencias	Puntaje
12	Iluminación y ventilación oficina	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. - Ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> - La oficina cuenta con iluminación artificial de 2 luminarias. - Existe una ventana que proporciona ventilación adecuada. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10
13	Paredes oficina	<ul style="list-style-type: none"> - Uniformidad. - Aislamiento sonoro 	<ul style="list-style-type: none"> - Las paredes son de bloque y enlucidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe aislamiento sonoro. 	5
14	Piso vestidores	<ul style="list-style-type: none"> - Antideslizante. - Uniformidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - El piso de la oficina es de hormigón armado recubierto por baldosa. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprecian deficiencias. 	10
15	Iluminación y ventilación vestidor	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. - Ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> - El vestidor cuenta con iluminación artificial de 2 luminarias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe una ventana que proporciona ventilación deficiente. 	5
16	Implementos vestidores	<ul style="list-style-type: none"> - Un casillero para cada trabajador. - Bancas o asientos de descanso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe un casillero para cada trabajador. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existen bancas o asientos en el vestidor. 	5
17	Instalaciones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> - Conexión a tierra. - Protección de sobrecargas. - Facilidad de acceso a tomacorrientes. - Tomacorrientes con cobertura a la demanda del taller. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe conexión a tierra. - Existe protección de sobrecargas. - Tomacorrientes cubren la demanda del taller. 	<ul style="list-style-type: none"> - Deficiente ubicación de tomacorrientes que obliga al uso de extensiones largas. 	5
18	Protección incendio	<ul style="list-style-type: none"> - Señalización. - Extintores de polvo químico o CO₂, 2 por cada 350m² 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe 1 extintor por cada 290 m² 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe señalización 	5

A nivel general, la inspección realizada al taller muestra un buen estado de la instalación, con pequeñas deficiencias que se sugiere corregir.

3.2 INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EXISTENTE.

Tabla 3.2 Maquinaria y equipo existente en el taller de FMSB

Ord	Código SB	Descripción	Procesos	Número de Serie	Estado
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250	SMAW GMAW FCAW GTAW	LF172362	Operativo
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250	SMAW GMAW FCAW GTAW	LF172374	Operativo
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302	GMAW FCAW	LE233601	Operativo
4	Sin código de referencia	Soldadora Miller CP-302	GMAW FCAW	LE276421	Operativo
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302	GMAW FCAW	LE233600	Operativo
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL	SMAW	LF170975 Y	Operativo
7	Sin código de referencia	Soldadora Miller Thunderbolt XL	SMAW	LF170978 Y	Operativo
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300		LC067829	Operativo
9	Sin código de referencia	Soldadora Miller Maxstar 200	SMAW	LF194651	Operativo
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200	SMAW	H-02-170167	Operativo
11	SB-MQ-00344	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	PAC	LC412739	Operativo
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	PAC	LC667487	Operativo

Ord	Código SB	Descripción	Procesos	Número de Serie	Estado
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)	Amolado Grateado	Sin datos de referencia	Operativo
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES	Amolado Grateado	Sin datos de referencia	Operativo
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)	Amolado Grateado	Sin datos de referencia	Operativo
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH	Amolado Grateado	Sin datos de referencia	Operativo
17	Sin código de referencia	Pirotomo	OFC-A	Sin datos de referencia	Operativo
18	Sin código de referencia	Pirotomo	OFC-A	Sin datos de referencia	Operativo
19	Sin código de referencia	Compresor Airless	Pintura	Sin datos de referencia	Operativo
20	Sin código de referencia	Compresor Airless	Pintura	Sin datos de referencia	Operativo
21	Sin código de referencia	Sierra alternativa	Corte de piezas pequeñas	Sin datos de referencia	Operativo
22	Sin código de referencia	Taladro de columna	Taladrado	Sin datos de referencia	Operativo
23	Sin código de referencia	Taladro manual	Taladrado	Sin datos de referencia	Operativo
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriél IMOCOM	Capacidad de carga 16 Ton	1102110-615	Operativo

3.3 CONDICION DE OPERACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO.

La determinación del estado actual de operación de la maquinaria y equipo, se realizó por medio de la medición de diferentes aspectos, los mismos que se calificaron luego de hacer inspecciones y análisis basados en criterios técnicos.

3.3.1 INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

Para este caso se analizaron el estado actual de carcaza, defectos superficiales, limpieza de los elementos, los mismos que sujetan la carcaza y ajuste de las tapas que sirven para la revisión de aceite según sea el caso.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

Malo	0-3
Bueno	4-6
Muy Bueno	7-9
Excelente	10

Tabla 3.3 Ponderación de las condiciones externas dadas por inspección

Nro.	Código SB	Descripción	Defectos superficiales	Limpieza	Sujeción carcaza	Ajuste de tapas de revisión	Puntaje
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250	9	5	9	8	7.75
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250	9	6	9	8	8.00
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302	9	6	8	7	7.50
4	Sin código de referencia	Soldadora Miller CP-302	9	6	8	7	7.50
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302	9	6	8	7	7.50
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL	9	7	8	7	7.75

Nro.	Código SB	Descripción	Defectos superficiales	Limpieza	Sujeción carcaza	Ajuste de tapas de revisión	Puntaje
7	Sin código de referencia	Soldadora Miller Thunderbolt XL	9	7	8	7	7.75
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300	9	6	8	7	7.50
9	Sin código de referencia	Soldadora Miller Maxstar 200	9	6	8	7	7.50
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200	6	6	7	7	6.50
11	SB-MQ-00344	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	9	6	8	9	8.00
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	9	8	8	9	8.50
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)	6	5	8	-	6.33
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES	6	6	8	-	6.66
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)	6	5	8	-	6.33
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH	6	6	8	-	6.66
17	Sin código de referencia	Pirotomo	8	8	9	9	8.50
18	Sin código de referencia	Pirotomo	8	8	9	9	8.50
19	Sin código de referencia	Compresor Airless	8	6	8	8	7.50
20	Sin código de referencia	Compresor Airless	8	6	8	8	7.50
21	Sin código de referencia	Sierra alternativa	9	8	9	9	8.75
22	Sin código de referencia	Taladro de columna	9	6	7	-	7.33
23	Sin código de referencia	Taladro manual	6	5	8	-	6.33
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM	8	7	8	9	8.00

3.3.2 INSPECCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL

En este caso se analizó el funcionamiento actual de manómetros, controladores, sensores, medidores de niveles, entre otros elementos que ayudan para el control de la maquinaria y equipo.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

Malo	0-3
Bueno	4-6
Muy Bueno	7-9
Excelente	10

Tabla 3.4 Ponderación del funcionamiento de los elementos de control.

Nro.	Código SB	Descripción	Funcionamiento de los elementos de control
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250	8
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250	8
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302	8
4	Sin código de referencia	Soldadora Miller CP-302	8
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302	8
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL	8
7	Sin código de referencia	Soldadora Miller Thunderbolt XL	8
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300	8
9	Sin código de referencia	Soldadora Miller Maxstar 200	8
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200	7
11	SB-MQ-00344	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	8

Nro.	Código SB	Descripción	Funcionamiento de los elementos de control
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	8
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)	8
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES	8
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)	8
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH	8
17	Sin código de referencia	Pirotomo	8
18	Sin código de referencia	Pirotomo	8
19	Sin código	Comp Airless	8
20	Sin código	Compresor Airless	8
21	Sin código de referencia	Sierra alternativa	8
22	Sin código de referencia	Taladro de columna	8
23	Sin código de referencia	Taladro manual	8
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM	8

3.3.3 INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DONDE SE OPERA LA MAQUINARIA Y EQUIPO.

Para este caso se analizó la presencia de humedad en el lugar de trabajo y elementos corrosivos presentes.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

	Si	NO
Humedad	0	5
Corrosión	0	5

Tabla 3.5 Ponderación de las condiciones ambientales donde se opera la maquinaria y equipo.

Nro.	Código SB	Descripción	Humedad	Corrosión	Puntaje
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250		X	5
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250		X	5
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302		X	5
4	Sin código de referencia	Soldadora Miller CP-302		X	5
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302		X	5
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL		X	5
7	Sin código de referencia	Soldadora Miller Thunderbolt XL		X	5
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300		X	5
9	Sin código de referencia	Soldadora Miller Maxstar 200		X	5
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200		X	5
11	SB-MQ-00344	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625		X	5
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625		X	5
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)		X	5
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES		X	5

Nro.	Código SB	Descripción	Humedad	Corrosión	Puntaje
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)		X	5
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH		X	5
17	Sin código de referencia	Pirotomo		X	5
18	Sin código de referencia	Pirotomo		X	5
19	Sin código de referencia	Compresor Airless	X	X	0
20	Sin código de referencia	Compresor Airless	X	X	0
21	Sin código de referencia	Sierra alternativa	X	X	0
22	Sin código de referencia	Taladro de columna		X	5
23	Sin código de referencia	Taladro manual		X	5
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM		X	5

3.3.4 INSPECCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

Para este caso se analizó los años de uso que llevan los equipos y la vida útil recomendada.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

Tiempo menor a vida útil	10
Tiempo igual a vida útil	5
Tiempo mayor a vida útil	0

Tabla 3.6 Ponderación de condiciones según vida útil de los equipos y maquinaria

Nro.	Código SB	Descripción	Años de vida útil recomendada	Años de operación	Puntaje	Vida útil remanente
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250	10	1.5	10	8.5

Nro.	Código SB	Descripción	Años de vida útil recomendada	Años de operación	Puntaje	Vida útil remanente
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250	10	1.5	10	8.5
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302	10	2	10	8
4	Sin código de referencia	Soldadora Miller CP-302	10	2	10	8
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302	10	2	10	8
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL	10	1.5	10	8.5
7	Sin código de referencia	Soldadora Miller Thunderbolt XL	10	1.5	10	8.5
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300	10	2.8	10	7.2
9	Sin código de referencia	Soldadora Miller Maxstar 200	10	3	10	7
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200	10	2.5	10	7.5
11	SB-MQ-00344	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	10	3	10	7
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	10	2.5	10	7.5
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)	10	2	10	8
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES	10	2	10	8
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)	10	2	10	8
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH	10	2	10	8
17	Sin código de referencia	Pirotomo	10	3	10	7
18	Sin código de referencia	Pirotomo	10	3	10	7
19	Sin código de referencia	Compresor Airless	10	3	10	7
20	Sin código de referencia	Compresor Airless	10	3	10	7
21	Sin código de referencia	Sierra alternativa	10	5	10	5
22	Sin código de referencia	Taladro de columna	10	5	10	5
23	Sin código de referencia	Taladro manual	10	5	10	5
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM	10	2.5	10	7.5

3.3.5 INSPECCIÓN DE EXISTENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para este análisis se evaluó la existencia de acciones de mantenimiento preventivo en los equipos y maquinaria.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

Existe mantenimiento preventivo	10
No existe mantenimiento preventivo	0

Tabla 3.7 Ponderación según existencia de mantenimiento preventivo

Nro.	Código SB	Descripción	Existe mantenimiento preventivo	No existe mantenimiento preventivo	Puntaje
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250		x	0
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250		x	0
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302		x	0
4	Sin código de referencia	Soldadora Miller CP-302		x	0
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302		x	0
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL		x	0
7	Sin código de referencia	Soldadora Miller Thunderbolt XL		x	0
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300		x	0

Nro.	Código SB	Descripción	Existe mantenimiento preventivo	No existe mantenimiento preventivo	Puntaje
9	Sin código de referencia	Soldadora Miller Maxstar 200		x	0
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200		x	0
11	SB-MQ-00344	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625		x	0
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625		x	0
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)	X		10
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES	X		10
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)	X		10
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH	X		10
17	Sin código de referencia	Pirotomo	X		10
18	Sin código de referencia	Pirotomo	X		10
19	Sin código de referencia	Compresor Airless	X		10
20	Sin código de referencia	Compresor Airless	X		10
21	Sin código de referencia	Sierra alternativa	X		10
22	Sin código de referencia	Taladro de columna	X		10
23	Sin código de referencia	Taladro manual	X		10
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM		x	0

3.3.6 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

Para este caso se obtendrá un promedio de las inspecciones realizadas y se procede a evaluar de acuerdo al puntaje obtenido.

La puntuación para la evaluación de la condición de la maquinaria y equipo viene dada de la siguiente manera:

Malo	0-3
Bueno	4-6
Muy Bueno	7-9
Excelente	10

Tabla 3.8 Evaluación de la condición actual de la maquinaria y equipo.

Nro.	Código SB	Descripción	Inspección externa	Elementos de control	Condiciones ambientales	Vida útil	Mantenimiento preventivo	Suma Total	Promedio	Condición
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250	7.75	8	5	10	0	30.75	6.15	Bueno
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250	8.00	8	5	10	0	31.00	6.20	Bueno
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302	7.50	8	5	10	0	30.50	6.10	Bueno
4	Sin código de referencia	Soldadora Miller CP-302	7.50	8	5	10	0	30.50	6.10	Bueno
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302	7.50	8	5	10	0	30.50	6.10	Bueno
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL	7.75	8	5	10	0	30.75	6.15	Bueno
7	Sin código de referencia	Soldadora Miller Thunderbolt XL	7.75	8	5	10	0	30.75	6.15	Bueno

Nro.	Código SB	Descripción	Inspección externa	Elementos de control	Condiciones ambientales	Vida útil	Mantenimiento preventivo	Suma Total	Promedio	Condición
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300	7.50	8	5	10	0	30.50	6.10	Bueno
9	Sin código de referencia	Soldadora Miller Maxstar 200	7.50	8	5	10	0	30.50	6.10	Bueno
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200	6.50	7	5	10	0	28.50	5.70	Bueno
11	SB-MQ-00344	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	8.00	8	5	10	0	31.00	6.20	Bueno
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	8.50	8	5	10	0	31.50	6.30	Bueno
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)	6.33	8	5	10	10	39.33	7.87	Muy Bueno
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES	6.66	8	5	10	10	39,66	7.93	Muy Bueno
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)	6.33	8	5	10	10	39.33	7.87	Muy Bueno
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH	6.66	8	5	10	10	39,66	7.93	Muy Bueno
17	Sin código de referencia	Pirotomo	8.50	8	5	10	10	41.50	8.30	Muy Bueno
18	Sin código de referencia	Pirotomo	8.50	8	5	10	10	41.50	8.30	Muy Bueno
19	Sin código de referencia	Compresor Airless	7.50	8	0	10	10	35.50	7.10	Muy Bueno
20	Sin código de referencia	Compresor Airless	7.50	8	0	10	10	35.50	7.10	Muy Bueno
21	Sin código de referencia	Sierra alternativa	8.75	8	0	10	10	36.75	7.35	Muy Bueno
22	Sin código de referencia	Taladro de columna	7.33	8	5	10	10	40.33	8.07	Muy Bueno
23	Sin código de referencia	Taladro manual	6.33	8	5	10	10	39.33	7.87	Muy Bueno

Nro.	Código SB	Descripción	Inspección externa	Elementos de control	Condiciones ambientales	Vida útil	Mantenimiento preventivo	Suma Total	Promedio	Condición
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM	8.00	8	5	10	0	31.00	6.20	Bueno

3.3.7 CATEGORIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

Es importante categorizar la maquinaria y equipo para determinar el tipo de mantenimiento que se debe realizar en los mismos.

La categorización se basa en los siguientes criterios:

Tabla 3.9 Criterios para la categorización de máquinas.

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	CONCEPTO	CATEGORIAS		
		A	B	C
Intercambiabilidad	Que una máquina pueda ser sustituida por otra	Irreemplazable	Reemplazable por una o dos máquinas	Reemplazable por cualquier máquina
Nivel de utilización	Manera en que la máquina forma parte del proceso productivo	Producción continua	Producción en serie	Producción alterna
Régimen de operación	Tiempo y frecuencia en que las máquinas son utilizadas en la jornada de trabajo.	Utilización 90-100%	Utilización <90%	Poco utilizadas
Parámetros característicos	Garantiza la cantidad y calidad de productos	Mayor valor	Valor medio	Menor valor
Mantenibilidad	Facilidad, rapidez, precisión que una acción de mantenimiento puede ser ejecutada.	Poca	Media	Alta
Conservabilidad	Sensibilidad de la resistencia a las condiciones atmosféricas	Condiciones especiales	Condiciones normales	Condiciones severas
Grado de automatización	Grados de libertad en las que se puede trabajar sin la acción del operador.	Muy automatizado	Automatizado	Manual
Valor residual de la máquina	Valor remanente al momento de evaluar, considera la depreciación	Mayor	Medio	Menor

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	CONCEPTO	CATEGORIAS		
		A	B	C
Facilidad de aprovisionamiento	Garantía de obtener repuestos estándar y suministros	Dificultades serias	Asegurado algunos rubros	Sin dificultades
Seguridad operacional	Riesgo que la máquina puede causar sobre el hombre	Muy peligroso	Medianament e peligroso	Poco peligroso
Condiciones de explotación	Condiciones en que se explota	Condiciones severas	Condiciones normales	Condiciones favorables
Afección del medio ambiente	Daños que pueden causar al medio ambiente la operación sobre posible falla.	Crean afectaciones severas	Afectan de cualquier manera en caso de fallo	No afectan en ningún momento

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Soldado ra Miller Bobcat 250			Soldado ra Miller CP-302			Soldado ra Miller Thunder bolt XL			Soldado ra Miller Millermatic 300			Soldado ra Miller Maxstar 200			Soldado ra Euro turbo 200		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x		x			x				x	
Nivel de utilización			x			x			x			x			x			x
Régimen de operación		x			x			x			x			x			x	
Parámetros característicos	x			x			x			x			x			x		
Mantenibilidad		x			x			x			x			x			x	
Conservabilidad		x			x			x			x			x			x	
Grado de automatización			x		x				x		x			x				x
Valor residual de la máquina	x			x			x			x			x			x		
Facilidad de aprovisionamiento			x			x			x			x			x			x
Seguridad operacional			x			x			x			x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x			x	
Afección del medio ambiente	x			x			x			x			x			x		
SUMATORIA	3	5	4	3	6	3	3	5	4	4	5	3	4	5	3	3	5	4
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Cortador a de plasma Miller Spectrum 625			Amoladora angular			Pirotom o			Compresor Airless			Sierra alternativa			Taladro de pedestal		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		X				X		X			X		X				X	
Nivel de utilización			X			X			X			X			X			X
Régimen de operación		X		X			X				X			X				X
Parámetros característicos	X				X			X			X			X				X
Mantenibilidad		X				X		X			X			X				X
Conservabilidad		X			X			X			X			X				X
Grado de automatización		X				X	X					X		X				X
Valor residual de la máquina	X				X		X			X				X				X
Facilidad de aprovisionamiento		X			X			X			X			X				X
Seguridad operacional			X	X					X			X			X			X
Condiciones de explotación		X			X			X			X			X				X
Afección del medio ambiente	X				X			X			X			X				X
SUMATORIA	3	7	2	2	6	4	3	7	2	1	8	3	1	8	3	0	7	5
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Taladro manual			Pórtico birriel IMOCOM		
	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		X		X		
Nivel de utilización			X			X
Régimen de operación			X		X	
Parámetros característicos		X				X
Mantenibilidad			X	X		
Conservabilidad		X			X	
Grado de automatización			X		X	
Valor residual de la máquina		X		X		
Facilidad de aprovisionamiento		X	X			

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Taladro manual			Pórtico birriel IMOCOM		
	A	B	C	A	B	C
Seguridad operacional			x	x		
Condiciones de explotación		X			X	
Afección del medio ambiente		X			X	
SUMATORIA	0	7	5	4	5	2
CATEGORÍA	B			B		

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Soldadora Miller Bobcat 250	3	5	4	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. - El mantenimiento predictivo es mínimo.
Soldadora Miller CP-302	3	6	3	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - El mantenimiento predictivo y correctivo es mínimo.
Soldadora Miller Thunderbolt XL	3	5	4	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará - El mantenimiento predictivo es mínimo
Soldadora Miller Millermatic 300	4	5	3	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. - Se destaca el mantenimiento predictivo.
MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Soldadora Miller	4	5	3	

Maxstar 200				<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. - Se destaca el mantenimiento predictivo.
Soldadora Euro turbo 200	3	5	4	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará - El mantenimiento predictivo es mínimo
Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	3	7	2	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - El mantenimiento predictivo y correctivo es mínimo.
Amoladora angular	2	6	4	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. - El mantenimiento predictivo es mínimo.
Pirotomo	3	7	2	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - El mantenimiento predictivo y correctivo es mínimo.
MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Compresor Airless	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo.

				<ul style="list-style-type: none"> - El mantenimiento correctivo es mínimo. - El mantenimiento predictivo es prácticamente nulo
Sierra alternativa	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - El mantenimiento correctivo es mínimo. - El mantenimiento predictivo es prácticamente nulo
Taladro de pedestal	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - El mantenimiento correctivo es importante. - El mantenimiento predictivo es nulo
Taladro manual	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - El mantenimiento correctivo es importante. - El mantenimiento predictivo es nulo
Pórtico birriel IMOCOM	4	5	2	<ul style="list-style-type: none"> - Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. - De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. - El mantenimiento correctivo es mínimo. - El mantenimiento predictivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.

3.4 RIESGOS POTENCIALES DE ACCIDENTES EN LA METALMECÁNICA DE LA FMSB.

La labor que se realiza en el taller de estructuras metálicas involucra varios riesgos laborales, los cuales se detallan a continuación:

3.4.1 EN RECEPCIÓN Y DESCARGA DE MATERIAL

En la recepción de materiales se apreciaron los siguientes riesgos que pudieran afectar tanto a la integridad del trabajador como la de la maquinaria y equipo.

CAUSA	EFEECTO
Manipulación de cajas	<ul style="list-style-type: none">- Lesiones de espalda.- Caídas de cajas- Ruido por caída
Recepción y descarga de materia prima	<ul style="list-style-type: none">- Caída de planchas.- Lesiones en trabajadores- Muerte de trabajadores- Ruido



Fig 3.2 Descarga de Materiales en el taller

3.4.2 EN EL ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL

Para el almacenamiento del material se presentan los siguientes riesgos de accidentes:

CAUSA	EFEECTO
-------	---------

Mala ubicación de la materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones en trabajadores - Cortaduras - Caída de cilindros. - Daño instalaciones
Movimiento del lugar de recepción al lugar de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de planchas y/o perfiles de acero. - Ruido.



Fig 3.3 Movimiento de perfiles de acero dentro del taller

3.4.3 EN LA MANIPULACIÓN DE LOS CILINDROS QUE CONTIENEN GASES DE USO INDUSTRIAL.

En la manipulación de gases industriales se presentan los siguientes riesgos que pueden provocar accidentes:

CAUSA	EFEECTO
Fugas o sobrecalentamientos de	- Incendio y/o explosión

cilindros.	
Manipulación indebida de cilindros	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones en trabajadores - Caída de cilindros
Almacenamiento inadecuado de cilindros.	<ul style="list-style-type: none"> - Incendio y/o explosión - Mezcla de gases combustible y comburente - Inhalación de gases por trabajadores. - Incremento en la presión del gas almacenado en los cilindros
Caída de cilindros	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas de los gases - Explosión.



Fig 3.4 Cilindros en el taller sin sujeción para evitar caídas.

3.4.4 EN PROCESOS DE SOLDADURA Y CORTE.

Como en el taller de estructuras metálicas la presencia de los procesos de soldadura y corte son los que predominan, la mayoría de riesgos de accidentes están vinculados a estos procesos, de los cuales enumeramos los siguientes:

CAUSA	EFEECTO
Mala ubicación de desechos de	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas y/o resbalones

electrodos utilizados	
Mal estado de implementos de seguridad industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Ingreso de limallas en la vista. - Irritación en la vista por radiación. - Quemaduras
Posición indebida en oxicorte	<ul style="list-style-type: none"> - Incendio y/o explosión - Inflamación de mangueras. - Quemaduras en trabajadores
Mal montaje de soplete y/o utilización incorrecta	<ul style="list-style-type: none"> - Incendio y/o explosión - Fuga de gas sin combustionar
Salpicadura de metal incandescente	<ul style="list-style-type: none"> - Quemaduras
Inhalación de gases residuales de procesos de soldadura	<ul style="list-style-type: none"> - Afecciones respiratorias.

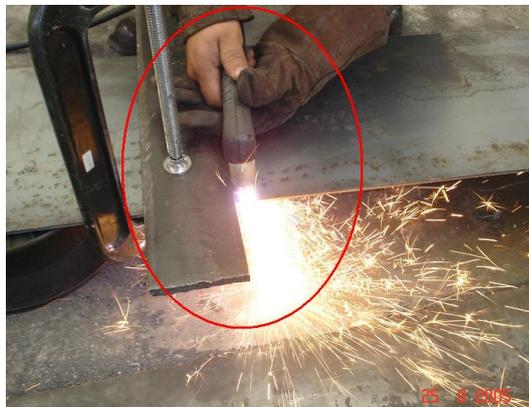


Fig 3.5 Riesgo de quemadura al operador por inutilización de equipo de seguridad en proceso de corte.

3.4.5 EN EL RECORRIDO DEL PUENTE GRÚA.

Por ser un pórtico birriel, el mismo que atraviesa prácticamente toda el área de trabajo el riesgo que representa en toda el área de producción es de mucha importancia, teniendo así los siguientes riesgos de accidentes:

CAUSA	EFEECTO
Ubicación de mangueras y conexiones	<ul style="list-style-type: none"> - Corte de conexiones eléctricas

eléctricas a través de las rieles de recorrido del pórtico	y mangueras transportadoras de gases industriales para soldadura y corte,
El pórtico birriel atraviesa toda el área de trabajo	- Golpes en trabajadores y maquinaria.
Ubicación de los motores en la parte interna del pórtico birriel.	- Disminución del área de trabajo - Golpe de motores con maquinaria y producto terminado. - Golpe a los trabajadores.



Fig 3.6 Riesgo de golpe al personal y maquinaria por ubicación interna de motores.

3.4.6 EN PROCESOS DE LIMPIEZA Y AMOLADO DE ELEMENTOS METÁLICOS

A pesar de ser procesos relativamente sencillos, también representan riesgos de accidentes, en especial a la integridad física del trabajador, los riesgos que implican el realizar este tipo de trabajo son:

CAUSA	EFEECTO
Inutilización de gafas protectoras	- Presencia de limallas en los ojos.

Inutilización de guantes adecuados	<ul style="list-style-type: none">- Quemaduras- Cortes y lastimados
Rotura del disco de amolado	<ul style="list-style-type: none">- Lesiones en trabajadores
Mala posición de trabajo	<ul style="list-style-type: none">- Lesiones en trabajadores (Columna, manos, etc)



Fig 3.7 Riesgo al operador por uso inadecuado de amoladora.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL SISTEMA PARA MANIPULACIÓN DE GASES INDUSTRIALES

La manipulación de gases utilizados en los distintos procesos de soldadura y corte aplicados en los trabajos realizados en el taller de estructuras metálicas de la División Industrial de la FMSB “SANTA BÁRBARA S.A.”, requiere de un sistema adecuado para su correcta manipulación, a fin de poder evitar accidentes que pudieran poner en riesgo la vida del personal que labora en dicho taller. Dada esta necesidad, este proyecto presentará dos alternativas

para la manipulación de gases industriales, y serán detalladas en los puntos 4.2 y 4.3.

4.1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

Para la selección de los parámetros de diseño se tomará en cuenta el espacio físico disponible en el taller, el número de equipos utilizados y la distribución existente en la planta para las distintas labores realizadas.

4.1.1 ESPACIO FÍSICO

El espacio físico existente el taller de estructuras metálicas de la División Industrial de la FMSB “Santa Bárbara S.A.”, tiene un área de 1104 m², teniendo dimensiones de 24m x 46m, el plano del galpón empleado para estas labores se muestra en el *Anexo B “Plano general del galpón FMSB”*. El área de trabajo se encuentra limitada por un área interior correspondiente al recorrido de un puente grúa tipo pórtico birriel con 16000 Kg. de capacidad, de 12m de luz y 40m de recorrido.

4.1.2 NÚMERO DE EQUIPOS A UTILIZAR.

En los procesos de soldadura y corte empleados en este taller para fabricación de estructuras metálicas se emplean los siguientes equipos:

Tabla 4.1 Equipos que requieren gases de soldadura.

Cantidad	Tipo de Equipo	Tipo de gas que puede requerir
3	Equipo Oxicorte OFC-A	- Oxígeno O ₂ - Acetileno C ₂ H ₂
2	Equipo Oxicorte automático OFC-A (Pirotopo)	- Oxígeno O ₂ - Acetileno C ₂ H ₂
5	Equipo para soldadura GMAW, FCAW	- Dióxido de carbono CO ₂ - Argón Ar - Mezclas especiales de gases (Ar, CO ₂ , O ₂ , He, H ₂)

4.1.3 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.

El área de trabajo del taller de estructuras metálicas de la FMSB "SANTA BÁRBARA S.A.", presenta una distribución flexible acorde al tipo de proyecto que se ejecute, esto debido a que no se tiene un proceso de producción continuo con un solo tipo de producto y más bien el área de trabajo se la adapta según el requerimiento, pero de manera generalizada, la distribución de la planta se ajusta al esquema presentado en la figura 4.1.

Tomando en cuenta que todo proyecto ejecutado en el taller debe tener áreas para el almacenamiento de la materia prima, como consumibles, planchas y perfilería de acero; área para el almacenamiento de maquinaria y gases industriales, que actualmente no existe ya que los cilindros se almacenan en cualquier lugar del taller; área para soldadura y ensamble; y un área para el almacenaje de productos semielaborados, que en este taller son considerados los productos antes del proceso de protección superficial (pintura).

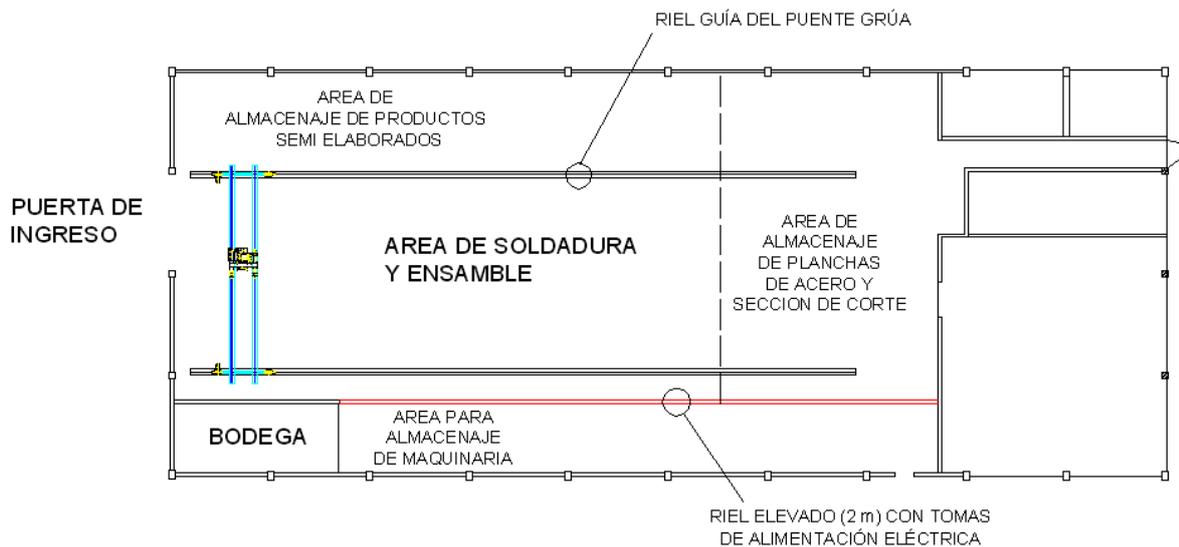


Fig 4.1 Esquema de la distribución de planta del taller.

4.2 PROPUESTA 1: ELABORACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA MANIPULACIÓN ADECUADA DE GASES INDUSTRIALES.

La manipulación adecuada de gases industriales tiene por objetivo salvaguardar la integridad física de trabajadores e integridad operacional de la maquinaria. Esto conlleva varios aspectos que van desde la recepción, almacenaje, utilización, y envío para la recarga de los mismos en cualquiera de las empresas proveedoras.

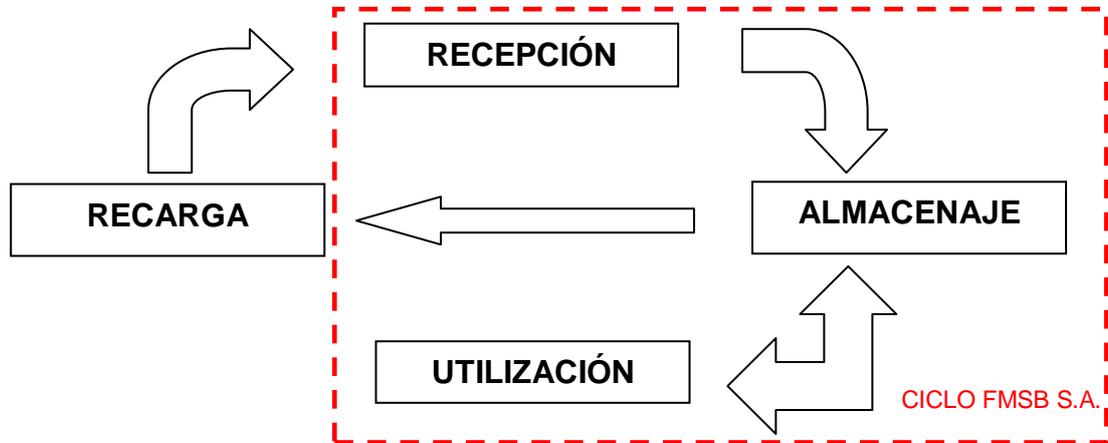


Fig 4.2 Diagrama de flujo de la manipulación de gases industriales en FMSB.

Luego de conocer los aspectos que se ven involucrados en la manipulación de gases industriales dentro del taller de estructuras metálicas de la FMSB “SANTA BÁRBARA” S.A., se presenta como primera propuesta para el correcto manejo y utilización de los cilindros contenedores de gases industriales la siguiente estructura que se detallará a continuación:

- Almacenamiento apropiado de cilindros.
- Conexión adecuada del cilindro a un equipo de soldadura o corte.
- Utilización en operaciones dentro del taller.
- Acciones inadecuadas en el manejo de cilindros y gases industriales.

El almacenamiento, identificación, conexión y utilización de los cilindros debe ser tratado con sumo cuidado a fin de evitar riesgos en la integridad del personal y la maquinaria.

Para esto la presente propuesta se basará en normas internacionales de seguridad como es la ANSI Z49.1:2005 la misma que ha sido difundida por la

American Welding Society AWS, ya que dicho estándar cubre aspectos de seguridad en soldadura, corte y procesos relacionados.

Basado en las recomendaciones de este estándar se tiene las siguientes acciones que se deberán seguir en el taller:

4.2.1 ALMACENAMIENTO APROPIADO DE CILINDROS.

- En el aprovisionamiento, cuando se realiza el reemplazo de cilindros llenos por vacíos, inmediatamente después de la descarga del camión del proveedor, se deberán colocar los cilindros en el área de almacenamiento asignada.
- Los cilindros deben ser almacenados en lugares donde no sean expuestos a daños físicos, o estén sujetos a temperaturas que sobrepasen 52°C. Lo cual es cumplido en el taller de la FMSB.
- El área de almacenamiento no debe contar con tomacorrientes, a fin de evitar que cualquier tipo de cortocircuito pueda ocasionar un incendio.
- En el almacenamiento, los cilindros que contienen gases comburentes deben ser separados de cilindros que contienen gases inflamables o de productos de fácil ignición como papel, madera, aceite, grasas, etc. Así entonces para un adecuado almacenamiento deberá existir una separación entre sus áreas de ubicación de por lo menos 6,1m. o una pared de separación de 1,5m. de altura, esta pared deberá ser construida de material que garantice al menos 1.5h de resistencia al fuego.

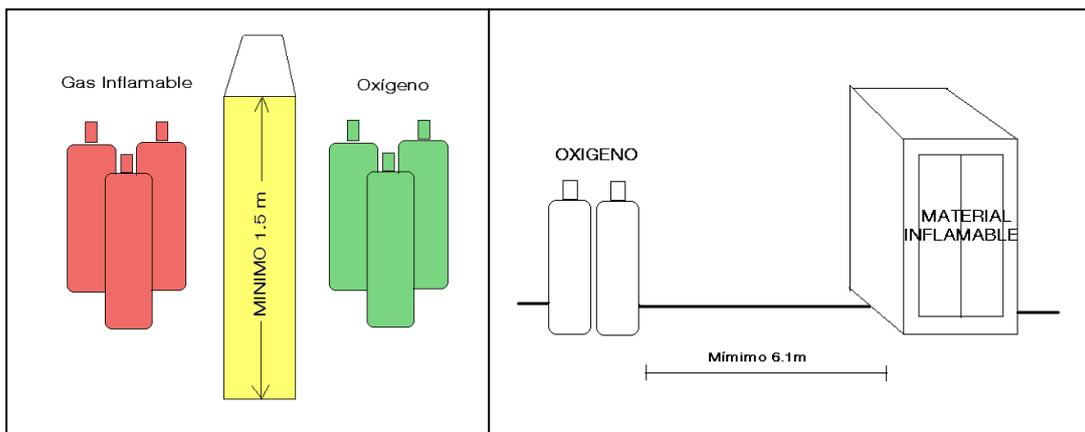


Fig 4.3 Separación mínima entre cilindros de oxígeno y productos inflamables.

Por ejemplo, en el caso de este taller, se almacenarán de manera separada los cilindros que contengan gases inflamables (como el acetileno) y gases comburentes (como el oxígeno). El propósito de la distancia de separación o la pared, es mantener alejado un posible incendio de los tanques de oxígeno, ya que si se activase su válvula de seguridad debido a la sobre presión por el incremento de temperatura, el incendio sería alimentado de oxígeno y podría llegar a proporciones mayores.

- En cuanto a los gases inertes, estos deben ser almacenados en un lugar separado o junto a los cilindros de oxígeno, también pueden ser ubicados entre los 6.1m de separación existente entre cilindros de oxígeno y los productos inflamables. Dentro del taller se podrán colocar en esta área cilindros que contienen Argón, CO₂, Mezclas de gases (Ar, CO₂, O₂, He, H₂).
- Los cilindros deberán permanecer en posición vertical. Para evitar vuelcos de los mismos en su lugar de almacenamiento, estos deben ser asegurados con un cordón o cadena.



Fig 4.4 Almacenamiento de cilindros asegurados con una cadena o cordón,

- Los cilindros vacíos deben ser separados de los llenos, aunque se almacenen en el mismo lugar y también deben ser guardados en posición vertical y con sus respectivos capuchones de seguridad.

- El área de almacenamiento no debe estar ubicada junto a las escaleras, pasillos, rutas de escape o salidas. Además deben estar lejos de fuentes de calor, radiadores, hornos, calderos, y chispas de soldadura. Además deben contar con las respectivas señales de advertencia de peligro.



Lugares donde NO debe ubicarse el área de almacenamiento.

Fig 4.5 Sitios no aptos para ubicación del área de almacenamiento.



LUGARES APROPIADOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE CILINDROS

Fig 4.6 Sitios aptos para ubicación del área de almacenamiento.

- En el lugar de almacenamiento o de uso de gases combustibles, debe existir una correcta señalización, por ejemplo letreros de NO FUMAR, y se debe mantener en buen estado los equipos para extinción de incendios (preferiblemente de CO2 o polvo químico).

Actualmente no existe señalización de advertencia sobre los gases almacenados en el taller, y en cuanto a los equipos de extinción de incendios, el taller cuenta con 5 extintores de polvo químico.

Basado en las recomendaciones antes mencionadas, se ha determinado que se deberá colocar el área de almacenamiento de cilindros vacíos y llenos en el lugar especificado en la figura 4.7.



Fig 4.7 Área seleccionada para almacenamiento de cilindros.

En dicha área se contará con tres divisiones de 1.73m cada una, las mismas que serán construidas con tres paredes de bloque y hormigón, de 1.6m de alto y 1.6m de ancho, para separar gases combustibles, gases inertes y gases comburentes. El área de almacenamiento deberá contar con cadenas para sujeción individual de cada cilindro.

El Anexo C “Plano del área de almacenamiento de gases industriales dentro de instalaciones del taller”, y “Plano de placa empotrable para sostén de tanques” presenta la construcción del área de almacenamiento y además se deberá colocar la siguiente señalización:

Tabla 4.2 Señalización requerida en el lugar de almacenamiento de gases industriales.

Tipo de señalización	Cantidad	Contenido
Letrero de pared	1	ALMACENAMIENTO DE CILINDROS
Letrero de pared	1	NO FUMAR
Letrero de pared	1	OXIGENO
Letrero de pared	1	ACETILENO
Letrero de pared	1	GASES INERTES
Letrero de pared	3	VACIOS
Letrero de pared	3	LLENOS

4.2.2 CONEXIÓN ADECUADA DEL CILINDRO A UN EQUIPO DE SOLDADURA O CORTE.

- La tubería o manguera para conducción de los gases industriales desde los cilindros contenedores hasta el equipo de soldadura o corte, debe ser apropiado para el tipo de gas que se va a transportar.
- En caso de no usar mangueras dobles en conexiones para equipos de oxiacetileno, la norma establece que las dos mangueras simples que abastecen a un equipo deben ser unida mediante cinta adhesiva, en no más de 100mm por cada 300 mm de manguera.
- Como mantenimiento de las mangueras, se establece que en caso que se presenten fugas, quemaduras o cualquier tipo de abolladura. La manguera deberá ser reparada o preferiblemente reemplazada.
- Los reguladores de presión deberán utilizarse únicamente con el tipo de gas para el que fueron diseñados.
- Antes de usar un regulador, este debe ser inspeccionado para detectar cualquier defecto que pudiese provocar fugas, ya sea en la conexión a la válvula del cilindro o mangueras. Así entonces, roscas en mal estado o cualquier otra conexión defectuosa debe ser reemplazada.
- Los medidores de presión utilizados para el servicio de oxígeno deben llevar un aviso, donde se prohíbe su uso con agentes grasos u aceites.
- Los reguladores de oxígeno deben ser drenados antes de su uso en un cilindro o manifold,
- En caso de que un regulador o cualquier parte del mismo necesite reparación, esta deberá ser hecha por un personal calificado para esa labor.

4.2.3 UTILIZACIÓN EN OPERACIONES DENTRO DEL TALLER.

- La movilización de cilindros dentro del taller desde el lugar de almacenamiento deberá hacerse a través de coches apropiados para su desplazamiento, los cuales deberán contar con una base para fácil montaje del cilindro y un sujetador tipo cordón para aseguramiento del

mismo, por lo tanto se requerirá de 5 coches para transporte de cilindros en el taller.

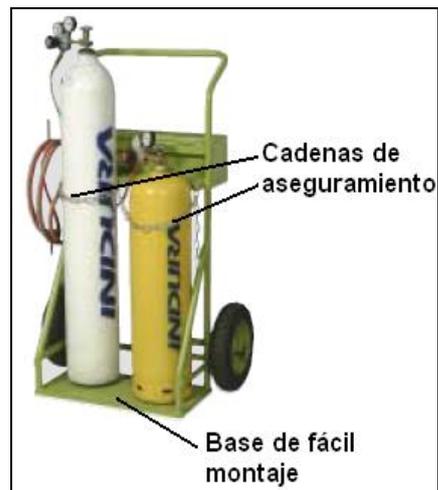


Fig 4.8 Elementos con los que debe contar un coche transportador, Catálogo Indura 2005.

- El transporte de cilindros en un coche deberá hacerse del modo indicado en la figura 4.9 (empujando el coche), quedando prohibido el traslado de un cilindro en coche halando del mismo, para evitar posibles caídas de cilindros.

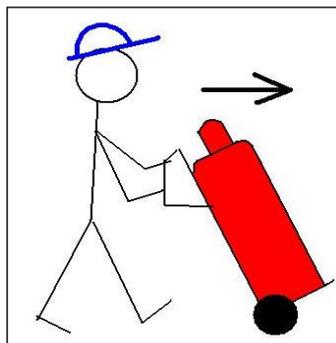


Fig 4.9 Forma correcta de transportar un coche transportador de cilindros..

- En el taller de soldadura se deberá transportar los coches desde el lugar de almacenamiento y su uso será permitido únicamente dentro del área marcada en la figura siguiente.

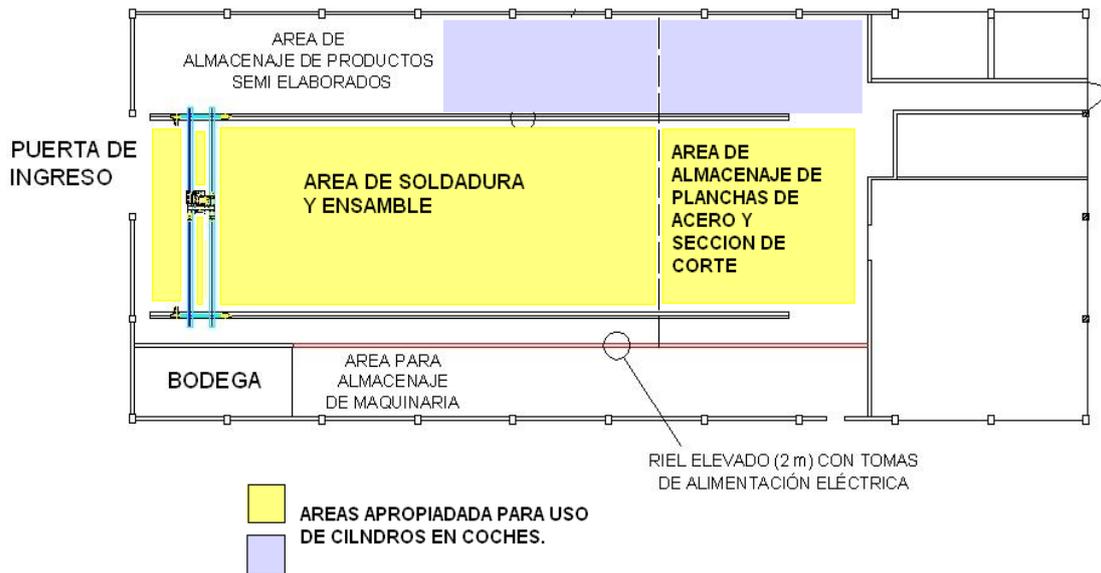


Fig 4.10 Áreas apropiadas para el transporte de cilindros en cochecillos.

- Realizar la conexión del regulador a la válvula del cilindro e inspeccionar el equipo por fugas en todas las conexiones usando una solución jabonosa u otra solución aprobada para probar fugas.



Fig 4.11 Inspeccionar conexiones al cilindro con una solución jabonosa.

- Pararse a un lado (alejado de los reguladores) cuando abra las válvulas de los cilindros.
- Abrir despacio las válvulas de los cilindros para evitar que las presiones altas repentinas exploten los reguladores.
- Solamente abrir 1/4 - 3/4 la válvula del cilindro de acetileno; dejar la llave en el lugar de tal manera que el cilindro se pueda cerrar rápidamente en una emergencia.
- Usar un encendedor de piedra para prender la llama.

- Abrir y encender el acetileno primero, después abrir y ajustar el oxígeno a una llama neutral.
- Proteger las mangueras y cilindros de las chispas, llamas y metal caliente.



Fig 4.12 Mangueras y cilindros a distancia prudencial de la operación.

- Al terminar la operación de corte cerrar las llaves de la pistola de corte, cerrando primero el acetileno, para apagar la llama (un "pop" puede ocurrir debido a que el oxígeno sale de la llama, pero esto elimina la posibilidad de que la llama queme la línea del acetileno).
- Luego cerrar las válvulas del cilindro, abrir las líneas para sacar la presión de los reguladores, enrollar bien las mangueras y colocar el equipo en su lugar.
- Tenga un extintor de fuego fácilmente accesible en el sitio de soldar.

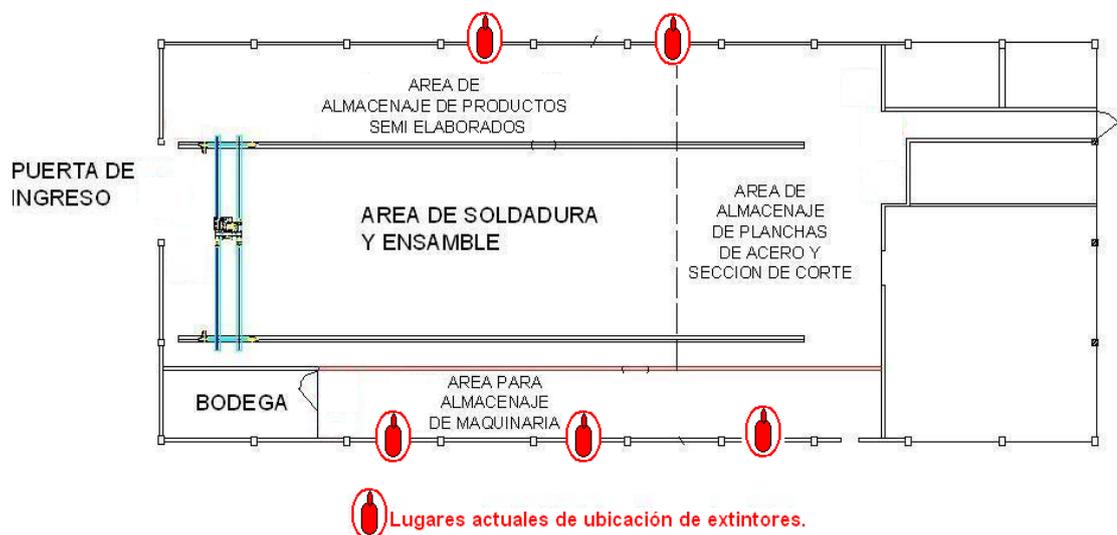


Fig 4.13 Lugares actuales de ubicación de extintores en el taller de FMSB.

- Los cilindros en operación no deben bloquear zonas de tránsito ni salidas de emergencia, a fin de evitar caídas y daños en los cilindros.



 Lugares donde NO debe ubicarse los cilindros que están en uso.

Fig 4.14 Lugares donde no debe ubicarse los cilindros mientras están en utilización.

4.2.4 ACCIONES INADECUADAS EN EL MANEJO DE CILINDROS Y GASES INDUSTRIALES.

- El oxígeno no debe usarse como sustituto de aire comprimido, así que no debe usarse para operar herramientas neumáticas, ni para limpieza de obstrucciones en tuberías.
- Los equipos de oxígeno como cilindros o líneas de tubería no deben usarse de manera intercambiable con otro gas.
- No debe usarse oxígeno para limpieza de la ropa de trabajo, ya que el oxígeno puede ser absorbido por la indumentaria y a pesar de no ser inflamable, favorece al proceso de combustión.
- Cualquier cilindro que muestre evidencia de daño severo, corrosión, o exposición al fuego no debe ser usado.
- No se debe permitir que los cilindros se golpeen violentamente para evitar daños en su cuerpo o en su válvula.
- Los cilindros que contienen gases comprimidos no deben usarse como soportes de sostén o rodadura, a pesar de encontrarse vacíos.

- Para levantar cilindros o desplazarlos dentro del área de trabajo no se debe, sujetarlos con el gancho del puente grúa en su capuchón de protección de la válvula, amarrarlos a una cuerda, o a un electroimán.
- Para la apertura de de las válvulas de los cilindros no debe usarse un martillo sino hacerlo de forma manual o con la llave adecuada para la operación.
- No debe ubicarse nada sobre el cilindro, que pudiese obstaculizar un fácil cierre de las válvulas en caso de emergencia.
- Los cilindros no deben usarse cerca de las operaciones de soldadura o corte, donde pudiesen recibir chispas incandescentes. Así que se deben tomar las medidas precautelarias pertinentes para mantenerlos a una distancia prudencial en estas operaciones.
- Los cilindros no deben ubicarse en lugares donde puedan formar parte de un circuito eléctrico, así que el contacto con líneas de alimentación eléctrica debe evitarse.
- En caso de que un cilindro que contiene gas combustible presente fugas, y estas no puedan ser controladas, no deberá usarse el cilindro, por lo contrario se deberá sacarlo inmediatamente del taller de operación hacia un sitio abierto y seguro, lejos de cualquier fuente de ignición, y se deberá notificar inmediatamente al distribuidor. En caso de no poder trasladar el cilindro a un sitio abierto se deberá evacuar el taller, y notificar al departamento de bomberos sobre el incidente.
- Al final del día (jornada laboral), no se deberán dejar los cilindros en el área de trabajo. Se deberá retornarlos al área de almacenamiento, el cilindro de gas combustible (Acetileno) se descargará y asegurará como "Cilindro en uso", el gas comburente (Oxígeno) tendrá el mismo trato. Y gases inertes como los utilizados en equipos de soldadura GMAW y FCAW, podrán permanecer en la ubicación asignada dentro de dichos equipos.

El Anexo D "*Hoja de costos para Implementación de área de almacenamiento de cilindros dentro de instalaciones del taller*" muestra el costo de ejecución de esta propuesta dentro del taller.

4.3 PROPUESTA 2: DISEÑO DE UN SISTEMA PARA MANEJO CENTRALIZADO DE LOS GASES INDUSTRIALES.

La implementación de un sistema centralizado de gases industriales, permitirá contar con el suministro de gases y evitar que cilindros circulen por el área de trabajo, disminuyendo de esta manera el riesgo que se pudiese provocar por un accidente debido a una mala manipulación de cilindros. La central consiste en una batería de cilindros donde serán conectados, y que deberá ubicarse en el área de almacenamiento de los mismos, y el objetivo será reducir la alta presión de envase de los cilindros a presiones secundarias manejables y menos peligrosas para poder transportarlos por medio de tubería hacia los puntos de uso.

4.3.1 REQUERIMIENTOS DEL TALLER.

El sistema centralizado para abastecimiento de gases industriales en el taller de estructuras metálicas de la FMSB “Santa Bárbara S.A.”, contará con los siguientes requerimientos:

- El área de corte en el taller es la que se muestra en la figura 4.15, utilizando el proceso OFC-A, para lo cual el abastecimiento de los gases requeridos deberá surtir a todos los equipos de oxicorte que trabajan en esta área. Se deberán tener 6 puntos de conexión para labores en el área de corte.

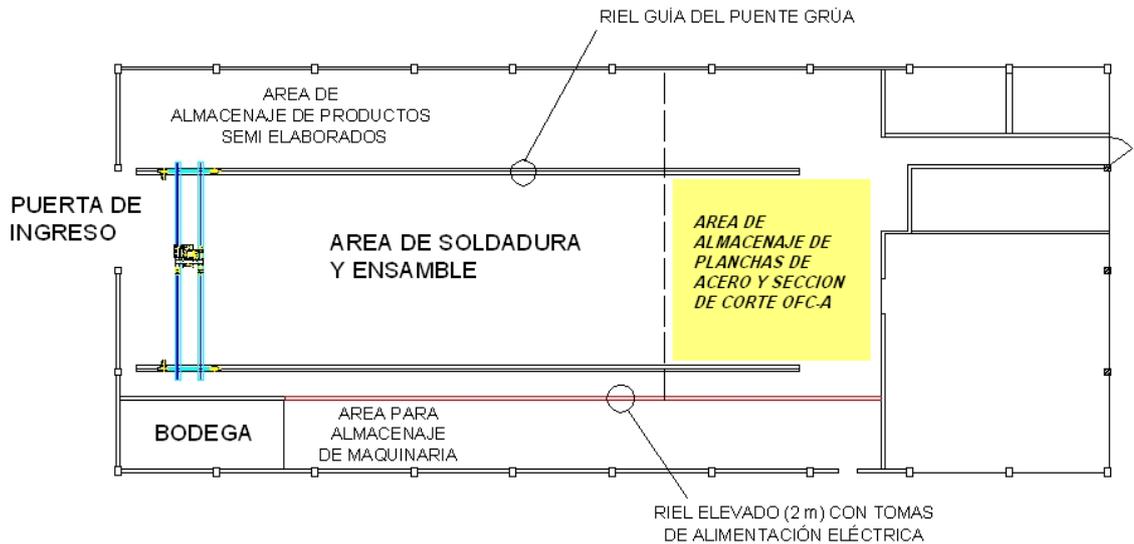


Fig 4.15 Área utilizada para corte de acero con proceso OFC-A.

- Los equipos utilizados son 3 equipos de oxicorte manuales, y dos equipos de oxicorte automáticos (pirotómo).
- El manejo de gases para soldadura GMAW y FCAW no será centralizado ya que este taller no cuenta con un proceso de producción continuo y los equipo deben desplazarse por toda el área de soldadura y ensamble de acuerdo a los requerimientos del proyecto, además la existencia del puente grúa tipo pórtico birriel pondría en riesgo los puntos de conexión para abastecimiento. Así que los gases requeridos para estos procesos se usarán en sus respectivos lugares de transporte incluido en los equipos de soldadura con los que cuenta este taller.
- Presiones de trabajo de oxígeno y acetileno:

Tabla 4.3 Tabla de presiones de uso de oxígeno y acetileno según el espesor del material. (Tabla tomada del libro “Principios y Aplicaciones de Soldadura”, Larry Jeffus)

Presiones de Corte	Ancho del material a cortar (plg / mm)										
	(1/8)	(1/4)	(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)	(2 1/2)	(3)	(4)	(5)
	(3)	(6)	(13)	(19)	(24)	(37)	(49)	(61)	(74)	(98)	(123)
Oxígeno (psi)	20	20	25	30	35	35	40	40	40	45	45
	25	25	30	35	40	40	45	45	45	55	55
Oxígeno (kPa)	140	140	170	200	240	240	275	275	275	310	310
	170	170	200	240	275	275	310	310	310	380	380
Acetileno (psi)	3	3	3	3	3	3	4	4	5	6	8
	5	5	5	5	5	5	8	8	11	13	14
Acetileno (kPa)	20	20	20	20	20	20	30	30	35	40	55
	35	35	35	35	35	35	55	55	75	90	95

- La velocidad de avance de corte de acuerdo al espesor de material, se aprecia en los siguientes cuadros:

Tabla 4.4 Velocidades de corte según el espesor del material y presión de trabajo (Tabla tomada del libro "Hojas de dato de ingeniería de Soldadura" Ted Jefferson)

Oxicorte Manual		
Espesor de Material	Presión oxígeno	Velocidad de corte
(pulg)	(psi)	(pulg/min)
1/8	15 - 23	20 - 30
1/4	11 - 20	16 - 26
3/8	17 - 25	15 - 24
1/2	20 - 30	12 - 22
3/4	24 - 35	12 - 20
1	28 - 40	9 - 18
1 1/2	28 - 40	6 - 18
2	22 - 50	6 - 13
3	33 - 55	4 - 10
4	42 - 60	4 - 8
5	53 - 70	3.5 - 6.4
6	45 - 80	3 - 5.4
8	60 - 67	2.6 - 4.2
10	75 - 96	1.9 - 3.2
12	69 - 86	1.4 - 2.6

Oxicorte con Máquina		
Espesor de Material	Presión oxígeno	Velocidad de corte
(pulg)	(psi)	(pulg/min)
1/8	15 - 23	22 - 30
1/4	11 - 35	20 - 28
3/8	17 - 40	19 - 26
1/2	20 - 55	17 - 24
3/4	24 - 50	15 - 22
1	28 - 55	14 - 19
1 1/2	28 - 55	12 - 15
2	22 - 60	10 - 14
3	33 - 50	8 - 11
4	42 - 60	6.5 - 9
5	53 - 65	5.5 - 7.5
6	45 - 65	4.5 - 6.5
8	60 - 90	3.7 - 4.9
10	75 - 90	2.9 - 4
12	69 - 105	2.4 - 3.5

- El consumo de gas oxígeno y acetileno se basa en las siguientes curvas de consumo, según el espesor de material y para probetas de 350mm de longitud.

Consumo de Oxígeno

Tabla 4.5 *Tabla de recopilación de datos de oxígeno de todos los espesores de los ensayos de corte para probetas de 350mm de largo, tomada de Determinación de estándares de consumo de materiales en los procesos de soldadura y corte para la división industrial de FMSB "Santa Bárbara S.A."*

OXIGENO	
Espesor (mm)	Gas O2 (Kg)
5.00	0.11
5.00	0.16
5.00	0.11
10.00	0.12
10.00	0.11
10.00	0.13
15.00	0.16
15.00	0.14
15.00	0.18
20.00	0.17
20.00	0.17
20.00	0.20
30.00	0.26
30.00	0.20
30.00	0.23

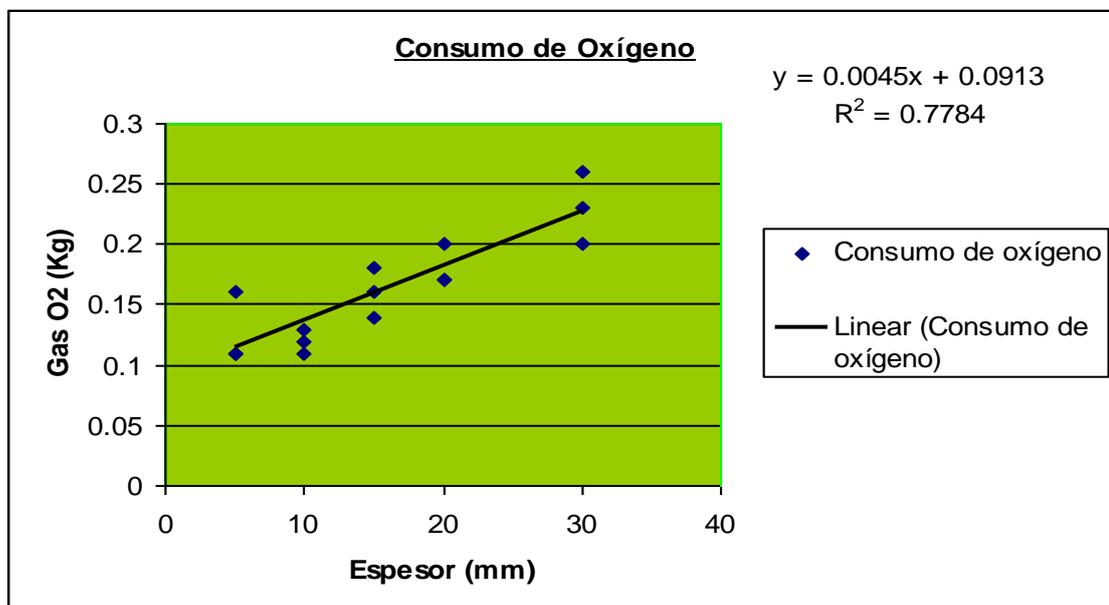


Fig 4.16 Curva de oxígeno consumido en ensayos de corte OFC-A, con probetas de 350mm.

Consumo de Acetileno

Tabla 4.6 Tabla de recopilación de datos de acetileno de todos los espesores de los ensayos de corte para probetas de 350mm de largo, tomada de Determinación de estándares de consumo de materiales en los procesos de soldadura y corte para la división industrial de FMSB "Santa Bárbara S.A."

ACETILENO	
Espesor (mm)	Gas C2H2 (Kg)
5.00	0.01
5.00	0.01
5.00	0.01
10.00	0.02
10.00	0.02
10.00	0.02
15.00	0.03
15.00	0.02
15.00	0.02
20.00	0.03
20.00	0.04
20.00	0.05
30.00	0.05
30.00	0.06
30.00	0.05

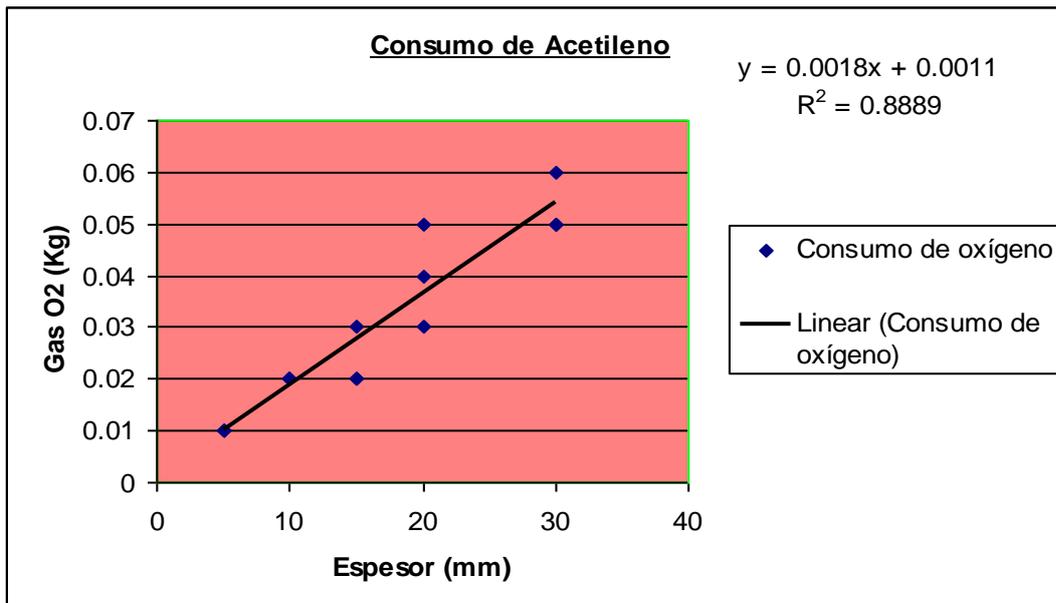


Fig 4.17 Curva de acetileno consumido en ensayos de corte OFC-A, con probetas de 350mm.

4.3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE OXIGENO Y ACETILENO AL AREA DE CORTE.

4.3.2.1 Consumo de gases

El consumo de gases oxígeno y acetileno promedio en el taller, se obtuvo a partir de las gráficas de consumo (gráficas 4.16 y 4.17) y de las velocidades de corte (Tabla 4.4). Y el diseño será hecho para el caso más crítico de las aplicaciones, la cual ha sido considerada para el corte de planchas de 1 ½ plg. según los resultados mostrados en el *Anexo E “Tabla para determinar el consumo máximo de oxígeno y acetileno en proceso OFC-A”*, y con la velocidad de corte sugerida para dicha aplicación, operando 6 equipos simultáneamente.

4.2.4.1.1 Consumo O₂

El consumo de Kg. de gas O₂ en 350mm de corte, corresponde al resultado de la ecuación:

$$y = \frac{0.0045x + 0.0913}{350} = \frac{0.0045(38.10) + 0.0913}{350} = 7.51 \times 10^{-4} \frac{\text{Kg}}{\text{mm}}$$

Al multiplicar el consumo por la velocidad de corte para esta aplicación:

$$\text{Consumo} = \left(7.51 \times 10^{-4} \frac{\text{Kg}}{\text{mm}} \right) \left(18 \frac{\text{plg}}{\text{min}} \cdot \frac{25.4 \text{mm}}{1 \text{plg}} \cdot \frac{60 \text{min}}{1 \text{h}} \right) = 20.59 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Al ser requeridos 6 puntos de conexión:

El consumo máximo de oxígeno será de **123.56 Kg/h**

Con la densidad del Oxígeno: 1.411 Kg/m³

$$\delta = 1.411 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1 \text{m}^3}{3.28^3 \text{pie}^3} = 3.99 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg}}{\text{pie}^3}$$

Se obtendrá el consumo [SCFH] para la selección de reguladores de presión:

$$\frac{123.56 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}{3.99 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg}}{\text{pie}^3}} = 3097 \text{SCFH}$$

4.2.4.1.2 Consumo C₂H₂

El consumo de Kg. de gas C₂H₂ en 350mm de corte, corresponde al resultado de la ecuación:

$$y = \frac{0.0018x + 0.0011}{350} = \frac{0.0018(38.10) + 0.0011}{350} = 1.99 \times 10^{-4} \frac{\text{Kg}}{\text{mm}}$$

Al multiplicar por la velocidad de corte para esta aplicación:

$$\text{Consumo} = \left(1.99 \times 10^{-4} \frac{\text{Kg}}{\text{mm}} \right) \left(18 \frac{\text{plg}}{\text{min}} \cdot \frac{25.4 \text{mm}}{1 \text{plg}} \cdot \frac{60 \text{min}}{1 \text{h}} \right) = 5.46 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Al ser requeridos 6 puntos de conexión:

El consumo máximo de acetileno será de **32.77 Kg/h**

Con la densidad Acetileno: 1.1716 Kg/m³

$$\delta = 1.1716 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1 \text{m}^3}{3.28^3 \text{pie}^3} = 3.32 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg}}{\text{pie}^3}$$

Se obtendrá el consumo [SCFH] para la selección de reguladores de presión:

$$\frac{32.77 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}}{3.32 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg}}{\text{pie}^3}} = 987 \text{SCFH}$$

4.3.2.2 Línea de tuberías

La tubería seleccionada para la conducción de los gases oxígeno y acetileno, deberá garantizar la adecuada operación de los mismos por los cual se ha decido utilizar la siguiente tubería:

4.2.4.1.3 Conducción de oxígeno

Se usará **tubería de cobre Tipo K**, la cual es apta para el transporte de gases a alta presión y es totalmente compatible con gas oxígeno. Se descarta la posibilidad de usar tubería de acero debido a su incompatibilidad con este gas, y tubería de aluminio o acero inoxidable por sus altos costos.

4.2.4.1.4 Conducción de acetileno

Se usará **tubería de acero ASTM A53 SCH40**, apropiada para el transporte de gases a alta presión y compatible con este gas. Se descarta la posibilidad de utilizar tubería de cobre ya que en contacto con acetileno forma compuestos explosivos (acetiluros).

Todos los accesorios para la instalación de gas como son válvulas, reguladores de presión, centralina y conectores rápidos han sido cotizados por la empresa AGA el mismo que se muestra en el *Anexo F, proforma de implementación central de GAS- AGA*

4.4 INDICES DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

Los índices de la producción ayudan a evaluar el rendimiento económico de la empresa.

En empresas como FMSB “SANTA BÁRBARA” S.A. este tipo de índices se debe medir para contribuir al análisis de la eficacia y eficiencia.

La evaluación de la productividad consiste en la medición del nivel absoluto de productividad y sus tendencias históricas representadas por medio de una serie de índices.

Para medir la productividad en todos los niveles económicos se puede utilizar las siguientes relaciones:

$$\text{Productividad}_{total} = \frac{\text{Producto}_{total}}{\text{Insumo}_{total}}$$

$$\text{Producto}_{parcial} = \frac{\text{Producto}_{total}}{\text{Insumo}_{parcial}}$$

La productividad total se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$P_t = \frac{Q_t}{T + C + M + Q}$$

Donde;
 Pt=Productividad total
 Qt=Output (Producto) total
 T=Factor trabajo
 C=Factor capital
 M=Factor materias primas y piezas compradas
 Q=Insumo de otros bienes y servicios varios.

Pt=?

Qt = 30306.05

T = 2164.38

C = 1080.58

M = 24816.21

Q= 561.22

$$Pt = \frac{Qt}{T + C + M + Q} = \frac{30306.05}{2164.38 + 1080.58 + 24816.21 + 561.22} = 1.059$$

La productividad total es la media de la productividad del trabajo y del capital, ponderada y ajustada a las fluctuaciones de los precios, esta se puede calcular por:

Método financiero

Este método se utiliza cuando no se puede utilizar métodos en forma directa, según esto tenemos que la productividad total es:

$$Pt = \frac{\text{Valor _añadido}}{\text{Costos _de _conversión}} = \frac{\text{Ventas} - (Mp + Co + S + D)}{T + Re + Mp + Co + S + D + Ve}$$

V E N T A S	{	Materias primas consumidas	(Mp)	}	GASTOS EXTERNOS
		Productos manufacturados comprados	(Co)		
		Servicios prestados a la empresa	(S)		
		Depreciación	(D)		
	{	Costos de personal	(T)	}	VALOR AÑADIDO
		Remuneraciones	(Re)		
		Costos de venta, administración y distribución.	(Ve)		
		Beneficios	(B)		

Fig 4.18 Elementos de producto utilizado para calcular la productividad total

$$Pt = \frac{\text{Valor}_{\text{añadido}}}{\text{Costos}_{\text{de}_{\text{conversión}}}} = \frac{\text{Ventas} - (Mp + Co + S + D)}{T + Re + Mp + Co + S + D + Ve}$$

Ventas= 30306.05
 Mp = 7576.09
 Co = 17240.12
 S = 367.09
 D = 458.72 (Meses Mayo y Junio)
 T = 2164.38
 Re = 0
 Ve = 561.22

$$Pt = \frac{\text{Ventas} - (Mp + Co + S + D)}{T + Re + Mp + Co + S + D + Ve}$$

$$Pt = \frac{30306.05 - (7576.09 + 17240.12 + 367.09 + 458.72)}{2164.38 + 0 + 7576.09 + 17240.12 + 367.09 + 458.72 + 561.22}$$

$$Pt = \frac{30306.05 - (25641.02)}{28367.62} = 0.164$$

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y EQUIPO

5.1 REFERENCIA A LOS MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Para la elaboración del plan de mantenimiento, es muy importante hacer referencia a los manuales operativos y de mantenimiento proporcionado por los fabricantes y personal encargado de las mismas, de esta manera se ha recopilado la siguiente información.

Tabla 5.1 Maquinaria y equipo del taller FMSB

No Maq	Código SB	Descripción	Número de Serie
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250	LF172362
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250	LF172374
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302	LE233601
4	Sin código de referencia	Soldadora Miller CP-302	LE276421
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302	LE233600
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL	LF170975Y
7	Sin código de referencia	Soldadora Miller Thunderbolt XL	LF170978Y
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300	LC067829
9	Sin código de referencia	Soldadora Miller Maxstar 200	LF194651
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200	H-02-170167
11	Sin código de referencia	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	LC412739
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	LC667487
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)	Sin referencia
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES	Sin referencia
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)	Sin referencia
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH	Sin referencia
17	Sin código de referencia	Pirotomo KOIKE IK-12 MAX-3	Sin referencia
18	Sin código de referencia	Pirotomo KOIKE IK-12 MAX-3	Sin referencia
19	Sin código de referencia	Compresor Airless	Sin referencia
20	Sin código de referencia	Compresor Airless	Sin referencia
21	SB-MQ-00216	Sierra alternativa	Sin referencia
22	SB-HE-00068	Taladro de columna	Sin referencia
23	Sin código de referencia	Taladro manual	Sin referencia
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM cap. 16 Ton	1102110-615

Se asignará un número a cada máquina o equipo existente en este taller, puesto que no todas tienen un código de identificación asignado.

5.1.1 FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO

5.1.1.1 Soldadora Miller Bobcat 250

Se cuenta con dos equipos de este tipo, para los cuales es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO				
Equipo	Motosoldadora / generador			
Procesos	SMAW GMAW FCAW GTAW			
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00407 SB-MQ-00406	
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	Bobcat 250	Nro. Serie	LF172362	LF172374
Motor	Combustión Interna a gasolina	Potencia Generador	10 KW	
Amperaje	250 A	Nro Fase	Trifásico	
Voltaje (V)	220V / 440V	Fecha de instalación	2004	
		Peso	254Kg	
Vendedor	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	Representante	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	CDM	Cable de masa		
2	CAC	Cable de alimentación a porta electrodo.		
3	PDC	Panel de control		
4	CEL	Conexiones eléctricas		
5	PDS	Protección de sobrecarga		
6	MTR	Motor de combustión.		
7	INT	Interior del equipo.		
8	SES	Soporte del equipo de soldadura		
9	ADE	Alimentador de electrodo		
10	TCH	Trocha		
11	CDG	Cilindro de gas (CO2)		
12	RGP	Regulador de presión del gas protector		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa	10		1	
CDM – 10	Limpieza de pinza del cable masa	10		3	
CDM – 15	Inspección de desgaste de recubrimiento del cable de masa	5		3	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CAC – 5	Inspección y ajuste de cable de alimentación a porta electrodo para proceso SMAW.	10		1	
CAC – 10	Limpieza de porta electrodo.	10		3	
CAC – 15	Inspección de desgaste del recubrimiento de cable.	5		3	
CAC – 20	Cambio del cable de alimentación a porta electrodo.	10			3
PDC – 05	Verificación funcionamiento interruptor de encendido.	0.3	1		
PDC – 10	Verificación de funcionamiento de botón de Choke.	0.3	1		
PDC – 15	Verificación de accionamiento de switch de selección de proceso de soldadura.	0.3	1		
PDC – 20	Verificación de funcionamiento de switch de selección de amperaje.	0.3	1		
PDC – 25	Verificación de funcionamiento de selector de amperaje-voltaje	0.3	1		
PDC – 30	Verificación de funcionamiento de luz de encendido	0.3	1		
CEL – 05	Revisión y ajuste de terminales de las conexiones eléctricas.	5		3	
CEL – 10	Control del deterioro de las conexiones eléctricas	10		6	
CEL - 15	Verificación del funcionamiento de las conexiones eléctricas	15			1
CEL – 20	Inspección de recubrimiento del cable de alimentación eléctrica.	10		6	
CEL – 25	Cambio de cable de alimentación eléctrica.	10			3
PDS – 05	Inspección visual de fusibles y reemplazo de fusibles deteriorados.	10		6	
MTR – 5	Chequear nivel de combustible para el trabajo	5	1		
MTR – 10	Limpiar derrames de combustible o aceite en el equipo durante el trabajo.	3	1		
MTR – 15	Limpieza y chequeo de la superficie del arrestador de llama.	2	15		
MTR – 20	Lavado de cobertor de esponja de filtro de aire.	15	15		
MTR – 25	Cambio de aceite de motor cada 100 horas de operación.	10		2	
MTR – 30	Cambio de filtro de aire.	8		6	
MTR – 35	Limpieza exterior del sistema de enfriamiento.	6		2	
MTR – 40	Limpieza y ajuste de bornes de la batería.	6		2	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
MTR – 50	Cambio de filtro de combustible.	5		4	
MTR – 55	Limpieza y calibración de bujía.	5		6	
MTR – 60	Limpieza del generador.	15			1
MTR – 65	Calibración de válvulas.	40			1
INT – 05	Limpieza interior del equipo con soplado o aspirado.	10			1
SES – 05	Inspección visual del estado del soporte del equipo.	10		6	
ADE - 05	Engrase del carrete alimentador de electrodo	5	15		
ADE - 10	Inspección de los controles de accionamiento, voltaje y velocidad del alimentador de electrodo.	0.3	1		
ADE – 15	Verificación de la fijación del alimentador de electrodo a la fuente de poder.	0.3	1		
ADE -20	Verificación del ajuste del conducto de gas (CO2).	0.3	5		
ADE - 25	Verificación del ajuste de los terminales de la fuente de poder al alimentador de electrodo.	3	5		
CDG – 05	Verificación de fugas en el cilindro de gas (CO2)	2	1		
CDG – 10	Verificación de la carga del cilindro de gas (CO2)	0.3	1		
RGP – 05	Revisión y ajuste del manómetro	1		2	
RGP – 10	Inspección de la fijación del regulador de presión en la válvula del cilindro de gas (CO2)	1	10		
RGP – 15	Cambio del regulador de presión	10			3
TCH – 05	Limpieza de la torcha	5	1		
TCH – 10	Control del mecanismo de la torcha	15		1	
TCH – 15	Inspección de las conexiones a la torcha	5	1		

5.1.1.2 Soldadora Miller CP- 302

Se cuenta con tres equipos de este tipo, para los cuales es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO				
Equipo	Soldadora Automática			
Procesos	GMAW FCAW			
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00349	SC
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	CP-302	Nro. Serie	LE233601	LE276421
Nro Fase	Trifásico	Potencia	12480W	
Voltaje (V)	220V / 440V	Amperaje	300A	
Peso	151Kg	Fecha de instalación	2004	
Vendedor	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	Representante	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	CDM	Cable de masa.		
2	PDC	Panel de control.		
3	ADE	Alimentador de electrodo.		
4	CDG	Cilindro de gas (CO2).		
5	CEL	Conexiones eléctricas.		
6	PDS	Protección de sobrecarga.		
7	RGP	Regulador de presión del gas protector.		
8	TCH	Torcha.		
9	SES	Soporte del equipo de soldadura.		
10	INT	Interior del equipo.		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mes(s)	Año(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa.	5	15		
CDM – 10	Limpieza de las mordazas del cable masa.	5		3	
CDM – 15	Inspección de desgaste de recubrimiento de cable de masa.	6		3	
CDM – 20	Cambio de cable de masa.	5			3
PDC – 05	Verificación de funcionamiento switch de encendido.	0.3	1		
PDC – 10	Verificación del funcionamiento del voltímetro y amperímetro.	0.3	1		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mes(s)	Año(s)
PDC – 15	Verificación del funcionamiento del control de voltaje	0.3	1		
PCD – 20	Verificación del funcionamiento de la luz piloto.	0.3	1		
ADE – 05	Engrase del carrete alimentador de electrodo	5	15		
ADE – 10	Verificación de los controles de accionamiento, voltaje y velocidad de alimentación del alimentador de electrodo.	0.3	1		
ADE – 15	Verificación de la fijación del alimentador de electrodo a la fuente de poder (CP-302)	0.3	1		
ADE -20	Verificación del ajuste del conducto de gas (CO2).	0.3	5		
ADE – 25	Verificación del ajuste de los terminales de la fuente de poder al alimentador de electrodo.	3	5		
CDG – 05	Verificación de fugas en el cilindro de gas (CO2)	2	1		
CDG – 10	Verificación de la carga del cilindro de gas (CO2)	0.3	1		
CEL – 05	Revisión del ajuste de los terminales de las conexiones eléctricas.	5		1	
CEL – 10	Inspección del desgaste de terminales y enchufes de las conexiones eléctricas	10		6	
CEL – 15	Verificación del funcionamiento de las conexiones eléctricas	5		1	
CEL – 20	Inspección de desgaste de recubrimiento de cable alimentación eléctrica.	5		1	
CEL – 25	Cambio de cable de alimentación eléctrica.	5			3
PDS – 05	Verificación del ajuste de los terminales del módulo de fusibles.	5			1
PDS – 10	Inspección visual del fusible	1		6	
RGP – 05	Revisión y ajuste del manómetro	3		2	
RGP – 10	Inspección de la fijación del regulador de presión en la válvula del cilindro de gas (CO2)	1	10		
RGP – 15	Inspección, limpieza o reemplazo del regulador de presión	10			3
TCH – 05	Limpieza de la torcha	5	1		
TCH – 10	Control del mecanismo de la torcha	15		1	
TCH – 15	Inspección de las conexiones a la torcha	5	1		
SES – 05	Inspección visual del estado del soporte del equipo.	3		6	
INT – 05	Soplar con aire comprimido limpio y seco o aspirar el interior del equipo.	10		6	

5.1.1.3 Soldadora Miller Thunderbolt XL

Se cuenta con dos equipos de este tipo, para los cuales es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO				
Equipo	Soldadora			
Procesos	SMAW			
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00347	SC
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	Thunderbolt XL	Nro. Serie	LF170975Y	LF170978Y
Nro Fase	Monofásico	Potencia		
Voltaje (V)	220V / 440V	Amperaje	225 A	
Peso	61Kg	Fecha de instalación	2004	
Vendedor	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	Representante	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	CDM	Cable de masa		
2	PDC	Panel de control		
3	PED	Porta electrodo		
4	BDN	Bloque del núcleo		
5	CEL	Conexiones eléctricas		
6	SES	Soporte del equipo de soldadura		
7	INT	Interior del equipo		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa.	5	15		
CDM – 10	Limpieza de pinza del cable masa.	5		3	
CDM – 15	Inspección de desgaste de recubrimiento del cable de masa.	5		3	
CDM – 20	Cambio de cable de masa.	5			3
PDC – 05	Verificación del funcionamiento del switch de encendido.	0.3	1		
PDC – 10	Verificación del funcionamiento del switch para modo (AC/DC).	0.3	1		
PDC – 15	Verificación del funcionamiento del control de voltaje.	0.3	1		
PED – 05	Limpieza del porta electrodo.	2	15		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
PED – 10	Inspección de las conexiones del porta electrodo.	0.3	1		
PDE – 15	Inspección del ajuste de los tornillos del porta electrodo.	0.3	1		
BDN – 05	Inspección del bloque de núcleo.	30		6	
BDN – 10	Lubricación del bloque de núcleo.	60			1
BDN – 15	Inspección de los tornillos para ajuste de ruido.	30		6	
CEL – 05	Revisión del ajuste de los terminales de las conexiones eléctricas.	5		1	
CEL – 10	Control del desgaste de las conexiones eléctricas.	10		6	
CEL – 15	Verificación del funcionamiento de las conexiones eléctricas.	5		1	
CEL – 20	Inspección del estado de recubrimiento de cable de la conexión eléctrica.	5		1	
CEL – 25	Cambio de cable de alimentación eléctrica.	5			3
SES – 05	Inspección visual del estado del soporte del equipo.	3		6	
INT – 05	Soplar con aire comprimido limpio y seco o aspirar el interior del equipo.	10		6	

5.1.1.4 Soldadora Millermatic 300

Se cuenta con un equipo de este tipo, para el cual es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Soldadora		
Procesos	GMAW		
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00343
Cantidad	1	Origen	USA
Modelo	Millermatic 300	Nro. Serie	LC067829
Nro Fase	Trifásico	Potencia	9600W
Voltaje (V)	220V / 440V	Amperaje	300A
Peso	125 Kg.	Fecha Instalación	2005
Vendedor	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	Representante	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CDM	Cable de masa	
2	PDC	Panel de control	
3	ADE	Alimentador de electrodo	
4	TCH	Torcha	
5	CEL	Conexiones eléctricas	
6	INT	Interior del equipo	
7	RGP	Regulador de presión del gas protector	
8	CDG	Cilindro de gas (CO2)	
9	SCG	Sujeción cilindro de gas	
10	SES	Soporte del equipo de soldadura	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CDM – 05	Revisión de cable y ajuste de mordaza.	8		1	
CDM – 10	Limpieza de terminales.	2		1	
CDM – 15	Inspección de desgaste del recubrimiento del cable de masa	2		3	
CDM – 20	Cambio de cable de masa	5			3
PDC – 05	Verificación funcionamiento perilla de voltaje	0.3	1		
PDC – 10	Verificación funcionamiento perilla control de velocidad de alambre	0.3	1		
PDC – 15	Verificación encendido de equipo y luz piloto	0.3	1		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
ADE – 05	Inspección de estado de rodillo de alimentación y piñón de impulso	15		6	
ADE – 10	Lubricación del eje del motor de empuje	3		6	
ADE – 15	Alineación de rodillo de alimentación y guía de alambre	3		6	
TCH – 05	Control de mecanismo de la torcha.	10		1	
TCH – 10	Limpieza de la torcha.	5	1		
TCH – 15	Verificación de funcionamiento de la torcha.	2	1		
CEL – 05	Limpieza y apriete de terminales de soldadura.	3		3	
CEL – 10	Verificación de funcionamiento de la conexión eléctrica.	15			1
CEL – 15	Inspección de recubrimiento del cable de alimentación de conexión eléctrica.	3		3	
CEL – 20	Inspección de estado de bréiquer de circuito CB2 y CB1.	5			1
INT – 05	Sople con aire o aspirado del equipo	10		3	
RGP – 05	Verificación de correcta fijación del regulador de presión al cilindro/ Inspección de fugas.	3	7		
RGP – 10	Verificación del funcionamiento del manómetro.	0.3	1		
RGP – 15	Inspección de mecanismo de accionamiento del regulador y ajuste de manómetro.	3		3	
CDG – 05	Control de carga de CO2 del cilindro.	0.3	1		
SCG – 05	Inspección base soporte de cilindro y cordón de sujeción.	2		3	
SCG – 10	Ajuste de tornillos de placa semicircular soporte de cilindro	1		3	
SCG – 15	Control de utilización de cordón para sujeción de cilindro	0.3	1		
SES – 05	Inspección de base soporte del equipo y ajuste de ruedas.	2		3	
SES – 10	Verificación de anclaje de equipo de soldadura a base soporte.	2		3	

5.1.1.5 Soldadora Miller Maxstar 200

Se cuenta con un equipo de este tipo, para el cual es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Soldadora		
Proceso	GMAW SMAW		
Fabricante	Miller	Código	Sin Código
Cantidad	1	Origen	USA
Modelo	Maxstar 200	Nro. Serie	LF194651
Nro Fase	Trifásico	Potencia	
Voltaje (V)	220V / 440V	Amperaje	200A
Peso	15 Kg	Fecha Instalación	2005
Vendedor	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	Representante	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CDM	Cable de masa	
2	PDC	Panel de control	
3	TCH	Torcha	
4	CEL	Conexiones eléctricas	
5	INT	Interior del equipo	
6	RGP	Regulador de presión del gas protector	
7	CDG	Cilindro de gas (CO2)	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CDM – 05	Revisión de cable y ajuste de pinza.	8		3	
CDM – 10	Limpieza y ajuste de terminales.	5		3	
CDM – 15	Inspección de desgaste de recubrimiento del cable de masa	5		3	
CDM – 20	Cambio de cable de masa	5			3
PDC – 05	Verificación funcionamiento perilla de control de codificador	0.3	1		
PDC – 10	Verificación funcionamiento display de lecturas de parámetros.	0.3	1		
PDC – 15	Verificación funcionamiento display voltímetro.	0.3	1		
PDC – 20	Verificación funcionamiento botón de controles de proceso.	0.3	1		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
PDC – 25	Verificación funcionamiento botón de controles de salida.	0.3	1		
PDC – 30	Verificación funcionamiento botón de control de amperaje.	0.3	1		
PDC – 35	Verificación funcionamiento botón de ajuste de controles.	0.3	1		
PDC – 40	Verificación funcionamiento interruptor encendido.	0.3	1		
PDC – 45	Verificación funcionamiento botón de control de pulsación (proceso TIG).	0.3	1		
PDC – 50	Verificación funcionamiento botón de control de secuenciador (proceso TIG).	0.3	1		
TCH – 05	Control de mecanismo de la torcha.	15		1	
TCH – 10	Limpieza de la torcha.	5	1		
TCH – 15	Verificación de funcionamiento de la torcha.	2	1		
CEL – 05	Limpieza y apriete de terminales de soldadura	3		3	
CEL – 10	Verificación de funcionamiento de la conexión eléctrica	15			1
CEL – 15	Inspección de desgaste de recubrimiento de cable de alimentación eléctrica.	3		3	
INT – 05	Sople con aire o aspirado del equipo sin quitar la tapa externa.	10		6	
RGP – 05	Verificación de correcta fijación del regulador de presión al cilindro/ Inspección de fugas.	3	1		
RGP – 10	Verificación del funcionamiento del manómetro.	0.5	1		
RGP – 15	Inspección de mecanismo de accionamiento del regulador y ajuste de manómetro.	3		3	
CDG – 05	Control de carga de CO2 del cilindro.	0.3	1		

5.1.1.6 Soldadora Euro Turbo 200

Se cuenta con un equipo de este tipo, para el cual es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Soldadora		
Procesos	SMAW		
Fabricante	Desconocido	Código	SC
Cantidad	1	Origen	Desconocido
Modelo	Thunderbolt XL	Nro. Serie	H-02-170167
Nro Fase	Monofásico	Potencia	
Voltaje (V)	110V / 220V	Amperaje	150 A
Peso	20 Kg	Fecha de instalación	2003
Vendedor		Representante	No existe
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CDM	Cable de masa	
2	PDC	Panel de control	
3	PED	Porta electrodo	
4	BDN	Bloque del núcleo	
5	CEL	Conexiones eléctricas	
6	SES	Soporte del equipo de soldadura	
7	INT	Interior del equipo	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa	5	15		
CDM – 10	Limpieza de pinza del cable masa	3		3	
CDM – 15	Inspección de desgaste de recubrimiento del cable de masa	6		3	
CDM – 20	Cambio de cable de masa	5			3
PDC – 05	Inspección del funcionamiento del switch de encendido	0.3	1		
PDC – 10	Verificación del funcionamiento del control de amperaje	0.3	1		
PDC – 15	Verificación del funcionamiento del control de voltaje	0.3	1		
PED – 05	Limpieza del porta electrodo	5	15		
PED – 10	Inspección de las conexiones del porta electrodo	0.3	1		
PDE – 15	Inspección del ajuste de los tornillos del porta electrodo	0.3	1		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
BDN – 05	Inspección del bloque de núcleo	30		6	
BDN – 10	Lubricación del bloque de núcleo	60			1
BDN – 15	Verificación de los tornillos para ajuste de ruido	30		6	
CEL – 05	Revisión del ajuste de los terminales de las conexiones eléctricas.	5		1	
CEL – 10	Control del desgaste de las conexiones eléctricas	10		6	
CEL – 15	Verificación del funcionamiento de las conexiones eléctricas	5		1	
CEL – 20	Cambio de cable de alimentación eléctrica.	5			3
SES – 05	Inspección visual del estado del soporte del equipo.	3		6	
INT – 05	Soplar con aire comprimido limpio y seco o aspirar el interior del equipo.	10		6	

5.1.1.7 Cortadora de plasma Miller Spectrum 625

Se cuenta con dos equipos de este tipo, para los cuales es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO				
Equipo	Cortadora de plasma			
Proceso	Corte con plasma			
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00132	SC
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	Spectrum 625	Nro. Serie	LC667487	LC412739
Nro Fase	Monofásico	Potencia	6864W / 6900W	
Voltaje (V)	220V / 440V	Amperaje	40A	
Cap. De corte	0.5 in (12.7mm)	Fecha de instalación	2004	
		Peso	27 kg	
Vendedor	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	Representante	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	CDM	Cable de masa.		
2	PDC	Panel de control.		
3	ADG	Alimentación de Gas (Aire / N2).		
4	CEL	Conexiones eléctricas.		
5	TCH	Trocha.		
6	SEC	Soporte del equipo de corte .		
7	INT	Interior del equipo.		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa	5	15		
CDM – 10	Limpieza de las mordazas del cable masa	5		3	
CDM – 15	Inspección de desgaste de recubrimiento del cable de masa	6		3	
CDM – 20	Cambio de cable de masa	5			3
PDC – 05	Verificación de funcionamiento del switch de encendido.	0.3	1		
PDC – 10	Verificación del funcionamiento del manómetro de presión para el corte.	0.3	1		
PDC – 15	Verificación del funcionamiento del control de amperaje.	0.3	1		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
PDC – 20	Verificación del funcionamiento de las luces indicadoras de estado.	0.3	1		
ADG – 05	Verificación de la hermeticidad en la conexión de ingreso del suministro de aire/N2.	0.3	1		
ADG – 10	Verificación de la presión de entrada del suministro de aire.	0.3	1		
CEL – 05	Revisión del ajuste de los terminales de las conexiones eléctricas.	10		1	
CEL – 10	Inspección del desgaste del recubrimiento de la conexión eléctrica.	2		6	
CEL – 15	Verificación del funcionamiento de las conexiones eléctricas.	15			1
CEL – 20	Cambio de cable de alimentación eléctrica.	5			3
TCH – 05	Limpieza de la torcha.	5	1		
TCH – 10	Control del mecanismo de la torcha.	15		1	
TCH – 15	Inspección de las conexiones a la torcha	5	1		
SEC – 05	Inspección visual del estado del soporte del equipo.	3		6	
INT – 05	Soplar con aire comprimido limpio y seco o aspirar el interior del equipo.	10		6	

5.1.1.8 Amoladora eléctrica.

Se cuenta con cuatro equipos de este tipo, para los cuales es válido la siguiente ficha técnica.

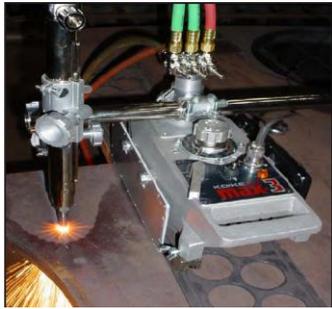
FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Amoladora angular.		
Proceso	Esmerilado		
Fabricante	SM PERLES SM BOSCH	Código	SB-HE-00001 SB-HE-00002 SB-HE-00003 SB-HE-00005
Cantidad	4	Origen	SC
Modelo	SC	Nro. Serie	SC
Motor	Eléctrico	Potencia	2300W
Nro Fase	Monofásico	Peso	3 Kg
Voltaje (V)	110 V	Fecha de instalación	2004
Vendedor		Representante	
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CAE	Cable de alimentación eléctrica.	
2	SEN	Switch de encendido.	
3	MEL	Motor eléctrico.	
4	CCT	Carbones de contacto.	
5	JEG	Juego de engranajes.	
6	ROD	Rodamientos.	
7	EJP	Eje principal	
8	DCO	Disco de desbaste.	
9	SDD	Sujeción disco de desbaste.	
10	CDD	Cubierta protectora de disco de desbaste.	
11	MSU	Mango de sujeción.	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CAE – 05	Revisión de enchufe de conexión a cable de alimentación	3		4	
CAE – 10	Inspección de desgaste de recubriendo del cable de alimentación eléctrica.	3		4	
CAE – 15	Control de buena conexión de enchufe.	0.3	1		
SEN – 05	Verificación de funcionamiento de encendido.	0.3	1		
SEN – 10	Control y ajuste switch de encendido.	3		4	
MEL – 05	Ajustes e inspección estado de estator.	10			1.5
MEL – 10	Ajuste e inspección estado de rotor.	10			1.5
MEL – 15	Ajuste e inspección estado de ventilador.	3			1.5

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
MEL – 20	Asegurarse de no humedecer el bobinado del motor con agua ni aceite	0.3	1		
CCT – 05	Reemplazo de carbones de contacto.	15		8	
JEG – 05	Inspección y lubricación de engranes.	10			1.5
ROD – 05	Inspección y control de rodamientos.	10			1.5
EJP – 05	Inspección y control de eje principal.	10			1.5
DCO – 05	Asegurarse de que el disco este libre de rajaduras o defectos superficiales.	0.3	1		
SDD – 05	Verificar sujeción firme de disco de desbaste con arandela y contratuerca.	0.3	1		
CDD – 05	Verificar sujeción de cubierta protectora de disco.	0.3	1		
CDD – 10	Inspección de estado apto para operación de cubierta protectora de disco.	1		4	
MSU –05	Revisión de ajuste de mango de sujeción, antes de operar.	0.3	1		
MSU – 10	Inspección de estado apto para operación de mango de sujeción del equipo.	1		4	

5.1.1.9 Pirotómo.

Se cuenta con dos equipos de este tipo, para los cuales es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO				
Equipo	Pirotómo			
Procesos	Trabajo automático para soldadura y oxicorte/plasma			
Fabricante	KOIKE	Código	SC	SC
Cantidad	2	Origen	Japón	
Modelo	IK – 12Max3	Nro. Serie		
Motor	Eléctrico	Potencia	9/10W	
Nro Fase	Monofásico	Velocidad avance	100 – 1000mm/min (4 – 39 in/min)	
Voltaje (V)	220 V	Fecha de instalación	2004	
RPM	1800 RPM	Peso	12Kg	
Vendedor	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	Representante	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	
Items	Código	Especificaciones Técnicas		
1	MEL	Motor eléctrico		
2	RSV	Rodamientos de sistema reductor de velocidad		
3	RDR	Rodamientos del rotor		
4	ROT	Rotor		
5	SCV	Sistema de control y reducción de velocidad		
6	PDC	Panel de control		
7	RGU	Riel guía		
8	CEL	Conexión eléctrica		
9	CAR	Carcaza		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
MEL – 05	Ajuste e inspección del estado de estator	20			1.5
MEL – 10	Ajuste e inspección del estado del rotor	20			1.5
MEL – 15	Ajuste e inspección del estado del ventilador	20			1.5
MEL – 20	Asegurarse de que el bobinado no entre en contacto con agua ni aceite de lubricación	0.3	1		
RSV – 05	Inspección y lubricación de los rodamientos del sistema reductor de velocidad	20			1.5

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
RDR – 05	Inspección y lubricación de los rodamientos del rotor del motor eléctrico	20			1
ROT – 05	Inspección y control del rotor	10			1.5
SCV – 05	Inspección y lubricación del sistema de control y reductor de velocidad	5		6	
SCV – 10	Inspección del desgaste de los engranajes transmisores de movimiento	30			2
SCV – 15	Inspección del desgaste de la rosca del eje de control de velocidad.	30			2
PDC – 05	Inspección del funcionamiento de la luz indicadora de estado.	0.3	1		
PDC – 10	Inspección del funcionamiento del switch para el cambio de sentido de movimiento	0.3	1		
PDC – 15	Inspección del funcionamiento de la perilla para el control de la velocidad	0.3	1		
PDC – 20	Inspección del funcionamiento de la palanca de accionamiento	0.3	1		
RGU – 05	Inspección de la regularidad de las guías	0.3	1		
CEL – 05	Inspección del enchufe al cable de alimentación eléctrica	0.3	1		
CEL – 10	Inspección del estado del cable de alimentación eléctrica	0.3	1		
CEL – 15	Control del estado de los terminales del puerto de conexión para alimentación eléctrica.	0.3	1		
CAR – 05	Inspección del estado de la carcasa	0.3	1		

5.1.1.10 Compresor Airless

Se cuenta con dos equipos de este tipo, para los cuales es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO				
Equipo	Compresor Airless			
Procesos	Pintado			
Fabricante	Graco	Código	SC	SC
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	Ultra 395	Nro. Serie		
Motor	Eléctrico	Potencia	5/8 HP	
Nro Fase	Monofásico	Amperaje	11 A	
Voltaje (V)	110 V	Fecha de instalación	2004	
Rango (PSI)	0-3000psi	Peso	17Kg	
Vendedor	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	Representante	INDURA Ecuador S.A. Telf: 3280 708 3280 709	
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	MEL	Motor eléctrico del compresor		
2	MBC	Mecanismo Biela - Cigüeñal		
3	FIL	Filtro		
4	PDS	Pistola de servicio		
5	PTM	Piñones transmisores de movimiento		
6	MAN	Mangueras		
7	CEL	Conexión eléctrica		
8	CAR	Carcaza		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
MEL – 05	Verificación de la sujeción del motor eléctrico	0.3	1		
MEL – 10	Inspección del bobinado del motor eléctrico	20			2
MEL – 15	Inspección del rotor y rodamientos del motor eléctrico	20			2
MBC – 05	Inspección de la lubricación del pistón	5	1		
MBC – 10	Control del desgaste de las partes del mecanismo Biela – Cigüeñal	30			2
FIL – 05	Inspección de la limpieza del filtro	5	1		
PDS – 05	Verificación del funcionamiento de la palanca de accionamiento	0.3	1		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
PDS – 10	Inspección del ajuste de la manguera a la pistola	0.3	1		
PTM – 05	Inspección de la lubricación de la caja de piñones transmisores de movimiento	30			2
PTM – 10	Inspección del desgaste de los piñones	30			2
MAN – 05	Inspección del desgaste de las mangueras	10		6	
CEL – 05	Inspección del enchufe al cable de alimentación eléctrica	2	1		
CEL – 10	Inspección de recubrimiento del cable de alimentación eléctrica	0.3	1		
CAR – 05	Inspección del estado de la carcasa	0.3	1		

5.1.1.11 Sierra Alternativa

Se cuenta con un equipo de este tipo, para el cual es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Sierra alternativa.		
Procesos	Corte de metal		
Fabricante	SR	Código	SB-MQ-00216
Cantidad	1	Origen	SR
Modelo	S Alternativa	Nro. Serie	SN
Motor	Eléctrico	Potencia	
Nro Fase	Monofásico	Amperaje	
Voltaje (V)	220V / 440V	Fecha de instalación	2001
		Peso	200Kg
Vendedor		Representante	
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CAE	Cable de alimentación eléctrica.	
2	SEN	Switch de encendido.	
3	MEL	Motor eléctrico del equipo.	
4	BST	Bastidor o mesa soporte.	
5	MDZ	Mordazas para ajuste de pieza a cortar.	
6	MBM	Mecanismo Biela – Manivela.	
7	APS	Arco porta sierra.	
8	SDC	Sierra de corte.	
9	RRF	Reservorio de refrigerante.	
10	PRF	Mangueras y tubería de conducción de refrigerante.	
11	BRF	Bomba para refrigerante.	
12	CEL	Conexión eléctrica.	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CAE – 05	Revisión de enchufe de conexión.	3			1
CAE – 10	Inspección de desgaste del cable de alimentación elec.	5			1
CAE – 15	Control de buena conexión de enchufe.	0.3	1		
SEN – 05	Verificación de funcionamiento de encendido.	0.3	1		
SEN – 10	Control y ajuste switch de encendido.	3			1
MEL – 05	Ajustes e inspección estado de estator.	25			2
MEL – 10	Ajuste e inspección estado de rotor.	10			2
MEL – 15	Ajuste e inspección estado de ventilador.	10			2

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
MEL – 20	Inspección de bobinado de motor.	8			2
MEL – 25	Reemplazo de carbones de contacto.	8			2
BST – 05	Limpieza con escobilla.	5	1		
BST – 10	Control de corrosión en superficie de bastidor.	15			1
MDZ – 05	Verificación de funcionamiento de ajuste de mordaza.	0.3	1		
MDZ – 10	Lubricación de mecanismo de ajuste.	5		6	
MDZ – 15	Control de corrosión en superficie de mordaza.	10			1
MBM – 05	Lubricación del mecanismo.	15			1
APS – 05	Lubricación de acople de arco de sierra con motor.	10		6	
APS – 10	Lubricación de perno y pasador para sujeción de arco.	1		3	
APS – 15	Control de corrosión en superficie.	10			1
SDC – 05	Inspección de correcta fijación.	0.3	1		
SDC – 10	Reemplazo	5		6	
RRF – 05	Verificar nivel de refrigerante.	0.3	1		
RRF – 10	Inspección y control de fugas en reservorio y limpieza.	20		6	
RRF – 15	Recambio de refrigerante.	15			2
PRF – 05	Verificar salida de refrigerante.	0.3	1		
PRF – 10	Inspección y control de fugas de refrigerante.	10		1	
BRF – 05	Verificar funcionamiento de bomba.	0.3	1		
BRF – 10	Chequeo general de bomba.	40			2
CEL – 05	Control de buen estado de cableado interno.	30			2

5.1.1.12 Taladro de columna

Se cuenta con un equipo de este tipo, para el cual es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Taladro de columna.		
Proceso	Taladrado		
Fabricante	SM	Código	SB-HE-00068
Cantidad	1	Origen	SC
Modelo	SC	Nro. Serie	SN
Motor	Eléctrico	Potencia	1/2 HP
Nro Fase	Monofásico	Amperaje	
Voltaje (V)	110V	Fecha de instalación	2004
Cap. de boca	3/4 plg	Peso	220Kg
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CAE	Cable de alimentación eléctrica.	
2	SEN	Switch de encendido.	
3	MEL	Motor eléctrico.	
4	CCT	Carbones de contacto.	
5	JEG	Engranaje principal.	
6	ROD	Rodamientos.	
7	EJP	Eje principal	
8	MDR	Mandril	
9	MDM	Mecanismo para desplazamiento de mandril.	
10	POL	Transmisión de poleas	
11	BSE	Base para apoyo de piezas	
12	COL	Columna de taladro	
13	BRC	Broca	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CAE – 05	Revisión de enchufe de conexión a cable de alimentación	3		4	
CAE – 10	Inspección de desgaste del cable de alimentación eléc.	5		4	
CAE – 15	Control de buena conexión de enchufe.	0.3	1		
SEN – 05	Verificación de funcionamiento de encendido.	0.3	1		
SEN – 10	Control y ajuste switch de encendido.	3		4	
MEL – 05	Ajustes e inspección estado de estator.	10			1.5
MEL – 10	Ajuste e inspección estado de rotor.	10			1.5
MEL – 15	Ajuste e inspección estado de ventilador.	3			1.5

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
MEL – 20	Asegurarse de no humedecer el bobinado del motor con agua ni aceite	0.3	1		
CCT – 05	Reemplazo de carbones de contacto.	5			1.5
JEG – 05	Inspección y lubricación de engrane.	10			1.5
ROD – 05	Inspección y control de rodamientos.	10			1.5
EJP – 05	Inspección y control de eje principal.	10			1.5
MDR – 05	Inspección de estado general de mandril.	5		4	
MDR – 10	Verificación de ajuste de mordazas.	0.3	1		
MDM – 05	Verificación de funcionamiento de desplazamiento de mandril.	0.3	1		
MDM – 10	Verificación de ajuste de palanca de accionamiento.	5			1.5
MDM – 15	Inspección y lubricación de engranes.	25			1.5
POL – 05	Verificación de la tensión de bandas	5	1		
POL – 10	Verificación estado de bandas.	10			1
POL – 15	Verificación de estado de poleas y ajustes.	15			1
BSE – 05	Verificación de ajuste de base de apoyo.	0.3	1		
BSE – 10	Inspección de buen estado de base de apoyo e inspección de ajustes.	5			1.5
COL – 05	Inspección de estado de columna de taladro.	2			1.5
COL – 10	Lubricación de columna del taladro.	5		6	
BRC – 05	Verificar sujeción firme de broca en mandril para operación.	0.3	1		

5.1.1.13 Taladro Manual

Se cuenta con un equipo de este tipo, para el cual es válida la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Taladro eléctrico.		
Proceso	Taladrado		
Fabricante	SM	Código	SC
Número	1	Origen	SC
Modelo	SC	Nro. Serie	SC
Motor	Eléctrico	Potencia	
Nro Fase	Monofásico	Amperaje	
Voltaje (V)	110V	Fecha de instalación	2004
Cap. de boca	1/2 plg	Peso	2.5 Kg
Vendedor		Representante	
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CAE	Cable de alimentación eléctrica.	
2	SEN	Switch de encendido.	
3	MEL	Motor eléctrico.	
4	CCT	Carbones de contacto.	
5	JEG	Engranaje principal.	
6	ROD	Rodamientos.	
7	EJP	Eje principal	
8	MDR	Mandril	
9	BRC	Broca	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CAE – 05	Revisión de enchufe de conexión a cable de alimentación	3		4	
CAE – 10	Inspección de desgaste del cable de alimentación elec.	1		4	
CAE – 15	Control de buena conexión de enchufe.	0.3	1		
SEN – 05	Verificación de funcionamiento de encendido.	0.3	1		
SEN – 10	Control y ajuste switch de encendido.	5		4	
MEL – 05	Ajustes e inspección estado de estator.	10			1.5
MEL – 10	Ajuste e inspección estado de rotor.	10			1.5
MEL – 15	Ajuste e inspección estado de ventilador.	3			1.5
MEL – 20	Asegurarse de no humedecer el bobinado del motor con agua ni aceite	0.3	1		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CCT – 05	Reemplazo de carbones de contacto.	5			1.5
JEG – 05	Inspección y lubricación de engrane.	10			1.5
ROD – 05	Inspección y control de rodamientos.	10			1.5
EJP – 05	Inspección y control de eje principal.	10			1.5
MDR – 05	Inspección de estado general de mandril.	5		4	
MDR – 10	Verificación de ajuste de mordazas.	0.3	1		
BRC – 05	Verificar sujeción firme de broca en mandril para operación.	0.3	1		

5.1.1.14 Pórtico Birriel

Se cuenta con un equipo de este tipo, para el cuales es válido la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO			
Equipo	Pórtico Birriel		
Proceso	Transporte de material		
Fabricante	IMOCOM	Código	SB-MQ-00319
Número	1	Origen	
Modelo	Pórtico birriel	Nro. Serie	1102110-615
Motor	Eléctrico	Potencia	
Nro Fase	Trifásico	Amperaje	
Voltaje (V)	220V / 440V	Fecha de instalación	2004
Capacidad (Ton)	16	Peso	
Vendedor	IMOCOM Telf: 092 665 02 00 (Colombia)	Representante	IMOCOM Telf: 092 665 02 00 (Colombia)
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	PTC	Pórtico.	
2	GCH	Gancho de carga.	
3	RLP	Rieles del puente.	
4	CDE	Carro de elevación.	
5	MDM	Motor del malacate.	
6	FCM	Freno de carga mecánica.	
7	POL	Poleas.	
8	CBL	Cable de gancho de carga.	
9	RDP	Ruedas del puente.	
10	MDP	Motor del puente.	
11	FDP	Freno del puente.	
12	MDC	Mandos de control.	
13	IEL	Instalaciones eléctricas.	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
PTC – 05	Inspección visual de vigas, soldaduras y uniones empernadas.	60			1
GCH – 05	Inspección de grietas, deformaciones y seguro.	5			1
RLP – 05	Verificar no presencia de obstáculos en el recorrido.	0.3	1		
RLP – 10	Inspección visual de deformaciones.	10			1
CDE – 05	Verificación de funcionamiento.	0.3	1		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia		
			Día(s)	Mese(s)	Año(s)
CDE – 10	Control de correcta fijación de ruedas del carro, ejes y cojinetes.	45			1
CDE – 15	Engrase y lubricación de ruedas del carro, ejes y cojinetes.	10			1
CDE – 20	Revisión y ajuste de engranaje y piñon del motor.	20			1
CDE – 25	Lubricación de engranaje y piñon.	5			1
CDE – 30	Inspección y limpieza de estado de estator, rotor y carbones de motor.	120			2
MDM – 05	Revisión y ajuste de engranaje y piñon del motor.	30			1
MDM – 10	Engrase y lubricación de de engranaje y piñon de motor.	10			1
MDM – 15	Inspección y limpieza de estado de estator, rotor y carbones de motor.	120			2
FDM – 05	Comprobación de funcionamiento del freno.	30			1
FDM – 10	Control de desgaste de disco de freno.	30			1
POL – 05	Inspección irregularidades en poleas y rodamientos.	30			1
POL – 10	Lubricación de poleas.	20			1
CBL – 05	Inspección de irregularidades en el cable.	20			1
CBL – 10	Lubricación.	20			1
RDP – 05	Control de correcta fijación de ruedas, ejes y cojinetes.	15			1
MDP – 05	Inspección y limpieza de estado de estator, rotor y carbones de motor.	240			2
MDP – 10	Engrase y lubricación de de engranaje y piñon de motor.	10			1
FDP – 05	Comprobación de funcionamiento del freno.	30			1
FDP – 10	Control de desgaste de disco de freno.	30			1
MDC – 05	Verificar funcionamiento de mando de control.	0.3	1		
MDC – 10	Limpieza e inspección del mando de control.	10			1
IEL – 05	Verificar el cierre de la caja de circuitos de control.	0.3	1		
IEL – 10	Limpieza interior de caja de circuitos de control con aire.	5		6	
IEL – 15	Verificación del aislamiento de conexiones eléctricas.	10		6	
IEL – 20	Inspección y control de la alimentación eléctrica.	60			1

5.2 ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FMSB.

El plan de mantenimiento, permitirá una correcta planificación de las acciones de mantenimiento de la maquinaria y equipo en el taller de la FMSB. Para la elaboración de este plan además de la referencia a los manuales de operación y mantenimiento, para establecer las operaciones y sus periodicidades se ha tomado en cuenta los resultados obtenidos en la diferenciación y categorización de las máquinas, el número de equipos similares, el tiempo que demoran y la frecuencia de las acciones de mantenimiento a fin de adecuarlos para garantizar la confiabilidad y mejorar la disponibilidad de cada equipo.

Así mismo, se ha analizado la descripción de los diversos escalones de mantenimiento, para seleccionar los niveles que abarcará la planificación, por lo que a continuación se describe cada escalón:

Tabla 5.2 Descripción de los escalones de mantenimiento

Categoría Instalación	Escalones	Responsable ejecución	Dependencia	Donde se ejecuta	Alcance de las acciones de mantenimeinto
Orgánico u organizacional	1	Operadores y ayudantes	Jefe de obra	Sitio operacional de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza diaria - Puesta en servicio - Engrase - Conservación de herramientas - Revisiones diarias - Reparaciones de emergencia
	2	Equipo de obra o mantenimiento.	Jefe de taller de mantenimiento	Sitio operacional del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión y manteni_miento periódicos -Localización de averías -Reparaciones de tipo ligero -Suministro de carburantes

Categoría Instalación	Escalones	Responsable ejecución	Dependencia	Donde se ejecuta	Acciones de mantenimiento
Intermedio o de apoyo	3	Talleres fijos, semifijos	Jefe departamental	Donde se precise	-Reparaciones o reconstrucciones parciales -Calibraciones
	4	Talleres fijos	Jefe departamental	Capitales principales	-Reconstrucción de maquinaria, piezas desgastadas -Modificaciones menores a la maquinaria
De depósito	5	Talleres del fabricante	Jefe de producción en la fábrica	Planta del fabricante	-Reconstrucción mayor y refabricación -Modificaciones mayores -Calibraciones complejas

Después de esta descripción de cada escalón de mantenimiento se determina que el plan propuesto abarcará hasta el tercer escalón, con lo cual se presenta el plan de mantenimiento obtenido, en el *Anexo G, "Plan de mantenimiento para maquinaria y equipo del taller de estructuras metálicas FMSB"*, donde se muestran las acciones que se llevarán a cabo en los próximos tres años por parte del área de mantenimiento, es decir en dicho anexo se muestran las acciones correspondientes al segundo y tercer escalón. Y también el *Anexo H, "Acciones de mantenimiento a ser realizadas por el operador del equipo"*, correspondiente al primer escalón.

5.3 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN Y SISTEMA DE CONTROL.

Para la implementación del plan, se ha tomado en cuenta los escalones de mantenimiento en los que se deberá trabajar. Así pues, se ha organizado las

acciones del primer escalón que serán ejecutadas por los operadores de los equipos, y las acciones de segundo y tercer escalón que se ejecutarán por el área o departamento de mantenimiento.

5.3.1 PLAN DE MANTENIMIENTO DE PRIMER ESCALÓN

El mantenimiento de primer escalón será ejecutado por los operadores del equipo, por lo cual se deberá proporcionar la información extraída de los manuales de operación y mantenimiento correspondiente a este escalón. Para esto se debe entregar al operador una copia del Anexo H “*Acciones de mantenimiento a ser realizadas por el operador del equipo*”. Y el control estará a cargo del área de mantenimiento de manera periódica para verificar su ejecución.

5.3.1.1 Herramientas e insumos requeridos

Para la correcta ejecución de las acciones de mantenimiento se requiere la disponibilidad de las siguientes herramientas e insumos:

- 2 Llaves inglesas 3/4 ”
- 1 Juego de llaves planas dobles (Boca-corona) Hasta 3/4"
- 1 Juego de desarmadores punta plana.
- 1 Juego de desarmadores punta philips.
- 1 Cinta aislante.
- Llaves especiales de ajuste de discos de corte y grata en amoladoras.
- Lija para metal # 80
- 4 Cepillos cerda metálica.
- Franelas para limpieza.

5.3.2 PLAN DE MANTENIMIENTO DE SEGUNDO Y TERCER ESCALÓN

Las acciones de segundo y tercer escalón serán ejecutadas por el área de mantenimiento, la cual deberá seguir la programación mostrada en el Anexo G, *“Plan de mantenimiento para maquinaria y equipo del taller de estructuras metálicas FMSB”*. Para esto se debe entregar una copia del disco “Taller de estructuras metálicas FMSB-Mantenimiento y Seguridad Industrial”, presente en el Anexo I *“Acciones a ser realizadas por el área de mantenimiento”*. El disco entregado deberá ser copiado en el disco duro del computador del departamento de mantenimiento. Dicha documentación contiene:

- Plan de mantenimiento de maquinaria y equipo.
- Fichas técnicas de los equipos y descripción de las acciones a ejecutar.
- Catálogos.
- Ordenes de trabajo.
- Disposiciones de seguridad industrial.

Con este archivo, el departamento de mantenimiento tendrá a su disposición la planeación de acciones a ejecutar. Se recomienda además, que al inicio de cada semana dicho departamento imprima un reporte de las acciones que debe realizar, para lo cual el encargado de ese departamento podrá usar el *“Plan de mantenimiento para maquinaria y equipo del taller de estructuras metálicas FMSB”* realizado en el programa Microsoft Project y de donde podrá solicitar un reporte de acciones a realizar en período de tiempo predeterminado; así mismo al concluir una acción de mantenimiento, esta deberá ser registrada como completada.

Para el control de dicho departamento, se recomienda presentar un informe de los avances realizados trimestralmente al jefe de la División Industrial. En dicho informe constarán las acciones ejecutadas y no ejecutadas.

5.3.2.1 Herramientas e insumos requeridos

Para la correcta ejecución de las acciones de mantenimiento se requiere la disponibilidad de las siguientes herramientas e insumos:

- 1 Llave inglesa 3/4 "
- 1 Juego de llaves planas dobles (Boca-corona) Hasta 1"
- 1 Juego de desarmadores punta plana.
- 1 Juego de desarmadores punta philips.
- 1 Cinta aislante.
- 1 Multímetro
- 1 Juego de llaves Hexagonales.
- 1 Juego de llaves de copa. Hasta 1"
- Lija para metal # 80
- 1 Cepillos cerda metálica.
- Franelas para limpieza.

5.4 ÍNDICES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Los índices de gestión de mantenimiento sirven para evaluar la ejecución del plan de mantenimiento ya que dichos índices permitirán a los diferentes niveles de dirección, el control y la verificación de las actividades realizadas. Es decir estos índices permitirán conocer como van las decisiones tomadas y facilitarán la gestión del mantenimiento.

Los índices se aplican en función de sus características

- a) Pocos pero suficientes
- b) Claros de entender
- c) Certeros para conocer rápidamente como van las cosas

Así que se calcularán, correspondiendo a la siguiente clasificación:

Referidos a la marcha de instalaciones	}	- Fundamentos de producción
Relativos a los recursos		- Fundamentos estructurales
	}	- Internos sobre los recursos humanos
		- Internos sobre los trabajos de mantenimiento
		- Internos sobre costos

Debido a que el taller de estructuras metálicas FMSB "Santa Bárbara S.A.", tiene una producción manufacturera intermitente. Se plantearán los índices en base a proyectos realizados. En este caso el proyecto "Construcción de tres camas bajas de tres ejes para cabezal, 50Ton de capacidad".

5.4.1 FUNDAMENTOS DE PRODUCCIÓN

Item	Código SB	Descripción	Número de Serie	Disponibilidad	Utilización	Rendimiento	Aprovechamiento
				%	%	%	%
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250	LF172362	100	0	100	0
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250	LF172374	100	20	100	20
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302	LE233601	100	90	100	90
4	SC	Soldadora Miller CP-302	LE276421	100	90	100	90
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302	LE233600	100	90	100	90
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL	LF170975Y	100	20	100	20
7	SC	Soldadora Miller Thunderbolt XL	LF170978Y	100	20	100	20
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300	LC067829	100	90	100	90
9	SC	Soldadora Miller Maxstar 200	LF194651	100	60	100	60
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200	H-02-170167	100	0	100	0
11	SC	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	LC412739	100	0	100	0
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625	LC667487	100	30	100	30
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)	SN	100	50	100	50
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES	SN	100	50	100	50
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)	SN	100	50	100	50
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH	SN	100	50	100	50
17	SC	Pirotomo KOIKE IK-12 MAX-3	SN	100	90	100	90
18	SC	Pirotomo KOIKE IK-12 MAX-3	SN	100	90	100	90
19	SC	Compresor Airless	SN	100	90	100	90
20	SC	Compresor Airless	SN	100	90	100	90
21	SB-MQ-00216	Sierra alternativa	SN	100	30	100	30
22	SB-HE-00068	Taladro de columna	SN	100	50	100	50
23	SC	Taladro manual	SN	100	50	100	50
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM cap. 16 Ton	1102110-615	100	90	100	90

Varias máquinas cumplen con la normativa de aprovechamiento mayor al 85 %, en este proyecto. Lo cual nos refleja que el resto de máquinas se utilizaron en labores menores y puntuales. Pero las máquinas involucradas cumplen su labor correctamente.

5.4.2 FUNDAMENTOS ESTRUCTURALES

- $$\frac{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{producción}}}} * 100$$

El costo total de mantenimiento en este proyecto es mínimo, ya que no existía el plan de mantenimiento de máquinas, que se implementará desde el próximo año. Quedando como costos ciertas acciones correctivas menores y puntuales que representan no más de \$100.

El costo total de producción en este proyecto es de \$76667.1 tal como se muestra en el Anexo J “Descripción de costos del proyecto de construcción de tres camas bajas”

$$\frac{\$100}{\$76667} * 100 = 0.13\% \quad (\text{Normativa 5 – 7\%})$$

- $$\frac{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Valor}_{\text{medios}_{\text{básico}}}} * 100$$

Los medios básicos son agua y luz su costo fue de \$1500, por lo que:

$$\frac{\text{Costo}_{\text{total}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Valor}_{\text{medios}_{\text{básico}}}} * 100$$

$$\frac{\$100}{\$1500} * 100 = 6.67\% \quad (\text{Normativa 4 – 10\%})$$

- $$\frac{\text{Plantilla}_{\text{de}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Plantilla}_{\text{total}_{\text{de}_{\text{la}_{\text{empresa}}}}}} * 100 \quad (\text{Normativa 11 – 27\%})$$

Ya que no existe una plantilla de mantenimiento, este índice es 0%.

5.4.3 INTERNOS SOBRE LOS RECURSOS HUMANOS

Debido a la no existencia de una plantilla de mantenimiento estos índices corresponden a un valor de 0%.

- $$\frac{\text{Técnicas}_{\text{de}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Total}_{\text{trabajadores}_{\text{mantenimiento}}}} * 100 = 0\% \quad (\text{Norma 5-10\%})$$

- $$\frac{\text{Total}_{\text{trabajadores}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Total}_{\text{trabajadores}_{\text{empresa}}}} * 100 = 0\% \quad (\text{Norma 11-27\%})$$

- $$\frac{\text{Trabajadores}_{\text{indirectos}_{\text{mantenimiento}}}}{\text{Total}_{\text{trabajadores}_{\text{mantenimiento}}}} * 100 = 0\% \quad (\text{Norma 2-3\%})$$

5.4.4 INTERNOS SOBRE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

- $\frac{H - h_{\text{trabajos planificados}}}{H - h_{\text{total mantenimiento}}} * 100$ (Normativa 30-75%)

Debido a que no existía un plan de mantenimiento, las Horas-hombre (H-h) utilizadas en trabajos planificados de mantenimiento es 0. Por lo que el siguiente índice tiene como resultado:

$$\frac{H - h_{\text{trabajos planificados}}}{H - h_{\text{total mantenimiento}}} * 100 = 0\%$$

- $\frac{H - h_{\text{trabajo no planificado}}}{H - h_{\text{total mantenimiento}}} * 100$ (Normativa 30-40%)

La no existencia de una plantilla de mantenimiento, permite no cuantificar en este proyecto el trabajo no planificado de mantenimiento, ya que las acciones fueron correctivas. Lo que da como resultado:

$$\frac{H - h_{\text{trabajo no planificado}}}{H - h_{\text{total mantenimiento}}} * 100 = 100\%$$

5.4.5 INTERNOS SOBRE COSTOS

- $\frac{\text{Costo}_{\text{mantenimiento planificado}}}{\text{Costo}_{\text{total mantenimiento}}} * 100$ (Normativa 20%)

Debido a la no existencia de un plan de mantenimiento, el costo de mantenimiento planificado es cero en este proyecto, con lo cual:

$$\frac{\text{Costo}_{\text{mantenimiento planificado}}}{\text{Costo}_{\text{total mantenimiento}}} * 100 = 0\%$$

- $\frac{\text{Costo}_{\text{MO total}}}{\text{Costo}_{\text{total mantenimiento}}} * 100$ (Normativa 40-50%)

El costo de la mano de obra total es cero debido a que no existía una plantilla asignada para acciones de mantenimiento, con lo cual:

$$\frac{\text{Costo}_{\text{MO total}}}{\text{Costo}_{\text{total mantenimiento}}} * 100 = \frac{\$0}{\$100} * 100 = 0\%$$

- $\frac{\text{Costo_materiales}}{\text{Costo_total_mantenimiento}} * 100$ (Normativa 20-25%)

El costo de materiales empleados en acciones de mantenimiento es prácticamente el mismo que el costo de mantenimiento. Ya que las acciones que se hubieren realizado son correctivas y se empleó el personal existente. Con lo cual este índice tiene el siguiente valor:

$$\frac{\text{Costo_materiales}}{\text{Costo_total_mantenimiento}} * 100 = 100\%$$

CAPÍTULO 6

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL PERSONAL.

6.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

El desarrollo industrial trajo el incremento de accidentes laborales, lo que obligó al incremento de de las medidas de seguridad, ya que la falta de seguridad no solo afecta a la salud e integridad de los trabajadores sino que provoca pérdidas de salarios, gastos médicos y costos de seguros, lo que afecta a la economía de la empresa.

Es por esto que se debe tener un sistema de seguridad de acuerdo al tipo de proceso y/o actividad que se realice dentro del taller, tanto para trabajadores como a visitantes dentro del taller.

6.1.1 CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS Y ACCIDENTES.

Trabajar en el taller de estructuras metálicas implica diferentes tipos de riesgos, es importante categorizar estos, para tener un conocimiento de la gravedad que inmiscuye cada uno de ellos.

Para la categorización la gravedad de los riesgos se usa una clasificación A, B, C, los mismos que se detallan a continuación:

- Gravedad A (alta).- Riesgos que potencialmente pueden dar lugar a lesiones o enfermedades susceptibles de originar incapacidades permanentes, muertes y/o pérdidas de materiales muy graves.
- Gravedad B (moderada).- Riesgos que potencialmente pueden dar lugar a lesiones o enfermedades susceptibles de originar incapacidades laborables transitorias y/o pérdidas materiales graves.

- Gravedad C (baja).- Riesgos que potencialmente pueden dar lugar a lesiones o enfermedades susceptibles de originar pérdida de tiempo para curas inferiores a un día o jornada y/o pérdidas materiales leves,

La categorización de los riesgos se hizo de acuerdo al tipo de proceso y/o actividad que se realiza dentro del taller.

CORTE DE METAL, OXICORTE OFC – A					
Nro	RIESGO		CATEGORIA		
	CAUSA	EFEECTO	A	B	C
1	Manipulación y almacenaje incorrecto de cilindros.	Incendios y/o explosiones	X		
2	En el corte saltan trozos de metal incandescente y chispas.	Fuego y/o explosión	X		
3	Humos y gases de corte	Afección a la salud.		X	
4	Piezas calientes luego de cortar	Quemadura			X
5	Intensidad de la llama de corte, chispas que saltan.	Daño en los ojos.			X
6	Ruido prolongado en aplicaciones de corte	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)			X

CORTE DE METAL, PLASMA PAC					
Nro	RIESGO		CATEGORIA		
	CAUSA	EFEECTO	A	B	C
1	En el corte saltan trozos de metal incandescente y chispas.	Fuego y/o explosión	X		
2	Descarga eléctrica, tocar partes con carga eléctrica viva	Muerte, quemaduras severas.	X		
3	Humos y gases de corte	Afección a la salud.		X	
4	Rayos del arco producen rayos ultravioleta.	Quemadura de ojos y piel			X
5	Ruido prolongado en aplicaciones de corte	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)			X
6	El calor del arco de plasma puede traspasar la protección	Quemaduras		X	

CORTE DE METAL, SIERRA ALTERNATIVA					
Nro	RIESGO		CATEGORIA		
	CAUSA	EFEECTO	A	B	C
1	Partes móviles	Heridas		X	
2	Material caliente luego de cortar	Quemaduras			X
3	Mala sujeción de pieza a trabajar	Lesiones			X
4	Salpicadura de limalla	Daño de ojos			X
5	Ruido prolongado en aplicaciones de corte	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)			X

PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO SMAW, GMAW y FCAW					
Nro	RIESGO		CATEGORÍA		
	CAUSA	EFEECTO	A	B	C
1	Descarga eléctrica de electrodo o conexiones.	Muerte	X		
2	Humos y gases	Afecciones a la salud		X	
3	Salto de chispas y material incandescente.	Fuego y/o explosión	X		
4	Soldar, cepillar con alambre, picar, esmerilar provoca salto de material.	Daño a los ojos		X	
5	Amontonamiento de gas	Muerte	X		
6	Partes calientes	Quemaduras severas		X	
7	Rayos ultravioletas	Quemaduras a ojos y piel		X	
8	Ruido prolongado de soldadura	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)			X

REMOCIÓN DE METAL, ESMERILADO					
Nro	RIESGO		CATEGORÍA		
	CAUSA	EFEECTO	A	B	C
1	Partes móviles	Heridas		X	
2	Material caliente luego de esmerilar	Quemaduras			X
3	Mala sujeción de pieza a trabajar	Lesiones			X
4	Salpicadura de limalla	Daño de ojos			X
5	Ruido prolongado en aplicaciones de esmerilado	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)			X

PROCESOS DE LIMPIEZA, LIJADO Y PRODUCTOS QUÍMICOS					
Nro	RIESGO		CATEGORÍA		
	CAUSA	EFEECTO	A	B	C
1	Partes móviles	Heridas		X	
2	Productos químicos inflamables	Quemaduras, incendios		X	
3	Polvo metálico, óxidos, gases	Afecciones respiratorias			X
4	Limallas, óxido, polvo	Daño de ojos			X
5	Ruido prolongado en aplicaciones de lijado con amoladora	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)			X

PROCESOS DE RECUBRIMIENTO, PINTURA					
Nro	RIESGO		CATEGORÍA		
	CAUSA	EFEECTO	A	B	C
1	Ventilación inadecuada	Fuego y/o explosión	X		
2	Fugas de pintura	Afectaciones a la piel		X	
3	Gases tóxicos circulantes	Afecciones respiratorias			X
4	Ruido prolongado en aplicaciones de pintura	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)			X

PRESENCIA EN EL TALLER					
Nro	RIESGO		CATEGORÍA		
	CAUSA	EFECTO	A	B	C
1	Manipulación de cajas	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones de espalda. - Caídas de cajas - Ruido por caída 			X
2	Recepción y descarga de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de planchas. - Lesiones en trabajadores - Muerte de trabajadores - Ruido 	X		
3	Mala ubicación de la materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones en trabajadores - Cortaduras - Caída de cilindros. 		X	
4	Movimiento del MP del lugar de recepción al lugar de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de planchas y/o perfiles de acero. - Ruido 			X
5	Fugas o sobrecalentamientos de cilindros.	<ul style="list-style-type: none"> - Incendio y/o explosión 	X		
6	Manipulación indebida de cilindros	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones en trabajadores - Caída de cilindros 			X
7	Almacenamiento inadecuado de cilindros.	<ul style="list-style-type: none"> - Incendio y/o explosión - Mezcla de gases combustible y comburente - Inhalación de gases por trabajadores. - Incremento en la presión del gas almacenado en los cilindros. 	X		
8	Caída de cilindros	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas de los gases - Explosión. 	X		
9	Mala ubicación de desechos de electrodos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas y/o resbalones 			X
10	Mal estado de implementos de seguridad industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Ingreso de limallas en la vista. - Irritación en la vista por radiación. - Quemaduras 			X
11	Posición indebida en oxicorte	<ul style="list-style-type: none"> - Incendio y/o explosión - Inflamación de mangueras. 	X		
12	Mal montaje de soplete y/o utilización incorrecta	<ul style="list-style-type: none"> - Incendio y/o explosión - Fuga de gas sin combustionar 	X		
13	Salpicadura de metal incandescente	<ul style="list-style-type: none"> - Quemaduras 		X	
14	Ubicación de mangueras y conexiones eléctricas a través de las rieles de recorrido del pórtico	<ul style="list-style-type: none"> - Corte de conexiones eléctricas y mangueras transportadoras de gases industriales para soldadura y corte, 		X	
15	El pórtico birriel atraviesa toda el área de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes en trabajadores y maquinaria. 		X	
Nro	RIESGO		CATEGORÍA		
	CAUSA	EFECTO	A	B	C
16	Ubicación de los motores en la parte interna del pórtico birriel.	<ul style="list-style-type: none"> - Golpe de motores con maquinaria y producto terminado. - Golpe a los trabajadores 		X	

6.1.2 INCIDENCIA DE LOS RIESGOS.

Los riesgos presentes en el taller de estructuras metálicas afectan tanto a personas, máquinas y procesos de producción, es por ello que se hace una diferenciación del tipo de efecto que inmiscuye en cada uno de ellos.

CORTE DE METAL, OXICORTE OFC – A					
Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
1	Manipulación y almacenaje incorrecto de cilindros.	Incendios y/o explosiones	Muerte, quemaduras.	Destrucción	No hay producción
2	En el corte saltan trozos de metal incandescente y chispas.	Fuego y/o explosión	Muerte, quemaduras	Destrucción	No hay producción
3	Humos y gases de corte	Afección a la salud.	Afecta a las vías respiratorias	Sin incidencia	Sin incidencia
4	Piezas calientes luego de cortar	Quemadura	Quemaduras	Daños en superficie de máquinas	Sin incidencia
5	Intensidad de la llama de corte, chispas que saltan.	Daño en los ojos.	Daño en los ojos	Perforación de mangueras.	Interrupción del proceso.
6	Ruido prolongado en aplicaciones de corte	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)	Daños auditivos	Sin incidencia	Sin incidencia

CORTE DE METAL, PLASMA PAC					
Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
1	En el corte saltan trozos de metal incandescente y chispas.	Fuego y/o explosión	Muerte, quemaduras.	Destrucción	No hay producción
2	Descarga eléctrica, tocar partes con carga eléctrica viva	Muerte, quemaduras severas.	Muerte, quemaduras	Daño en el sistema eléctrico.	No hay producción
3	Humos y gases de corte	Afección a la salud.	Afecta a las vías respiratorias	Sin incidencia	Sin incidencia
4	Rayos del arco producen rayos ultravioleta.	Quemadura de ojos y piel	Quemaduras, daño a la vista	Sin incidencia	Sin incidencia
5	Ruido prolongado en aplicaciones de corte	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)	Daños auditivos	Sin incidencia	Sin incidencia
6	El calor del arco de plasma puede traspasar la protección	Quemaduras	Quemaduras	Sin incidencia	Sin incidencia

CORTE DE METAL, SIERRA ALTERNATIVA					
Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
1	Partes móviles	Heridas	Heridas, cortes, lastimados.	Sin incidencia	Sin incidencia
2	Material caliente luego de cortar	Quemaduras	Quemaduras leves y severas.	Sin incidencia	Sin incidencia
3	Mala sujeción de pieza a trabajar	Lesiones	Golpes, lastimados.	Golpes	Sin incidencia
4	Salpicadura de limalla	Daño de ojos	Daños en los ojos	Sin incidencia	Sin incidencia
5	Ruido prolongado en aplicaciones de corte	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)	Daños auditivos	Sin incidencia	Sin incidencia

PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO SMAW, GMAW y FCAW					
Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
1	Descarga eléctrica de electrodo o conexiones.	Muerte	Muerte, quemaduras.	Daño en el sistema eléctrico.	No hay producción
2	Humos y gases	Afecciones a la salud	Afecta a las vías respiratorias	Sin incidencia	Sin incidencia
3	Salto de chispas y material incandescente.	Fuego explosión y/o	Muerte, quemaduras.	Destrucción	No hay producción
4	Soldar, cepillar con alambre, picar, esmerilar provoca salto de material.	Daño a los ojos	Daño en los ojos	Sin incidencia	Sin incidencia
5	Amontonamiento de gas	Muerte	Muerte	Sin incidencia	Sin incidencia
6	Partes calientes	Quemaduras severas	Quemaduras	Sin incidencia	Sin incidencia
7	Rayos ultravioletas	Quemaduras a ojos y piel	Quemaduras, daño a la vista	Sin incidencia	Sin incidencia
8	Ruido prolongado de soldadura	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)	Daños auditivos	Sin incidencia	Sin incidencia

REMOCIÓN DE METAL, ESMERILADO					
Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
1	Partes móviles	Heridas	Partes móviles	Sin incidencia	Sin incidencia
2	Material caliente luego de esmerilar	Quemaduras	Quemaduras	Sin incidencia	Sin incidencia
3	Mala sujeción de pieza a trabajar	Lesiones	Mala sujeción de pieza a trabajar	Golpes	Sin incidencia
4	Salpicadura de limalla	Daño de ojos	Salpicadura de limalla	Sin incidencia	Sin incidencia
5	Ruido prolongado en aplicaciones de esmerilado	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)	Daños auditivos	Sin incidencia	Sin incidencia
PROCESOS DE LIMPIEZA, LIJADO Y PRODUCTOS QUÍMICOS					
Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo

1	Partes móviles	Heridas	Partes móviles	Sin incidencia	Sin incidencia
2	Productos químicos inflamables	Quemaduras, incendios	Quemaduras, muerte	Daño físico	Sin incidencia
3	Polvo metálico, óxidos, gases	Afecciones respiratorias	Afección a las vías respiratorias	Sin incidencia	Sin incidencia
4	Limallas, óxido, polvo	Daño de ojos	Daño en los ojos	Sin incidencia	Sin incidencia
5	Ruido prolongado en aplicaciones de lijado con amoladora	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)	Daños auditivos	Sin incidencia	Sin incidencia

PROCESOS DE RECUBRIMIENTO, PINTURA

Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
1	Ventilación inadecuada	Fuego y/o explosión	Muerte	Destrucción	No hay producción
2	Fugas de pintura	Afectaciones a la piel	Afecciones a la piel	Sin incidencia	Sin incidencia
3	Gases tóxicos circulantes	Afecciones respiratorias	Afección a las vías respiratorias	Sin incidencia	Sin incidencia
4	Ruido prolongado en aplicaciones de pintura	Ruido que sobrepasa los db para trabajo normal (85db)	Daño en los ojos	Sin incidencia	Sin incidencia

PRESENCIA EN EL TALLER

Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
1	Manipulación de cajas	Lesiones de espalda. Caídas de cajas Ruido por caída	Lesiones, golpes, daños auditivos.	Golpes.	Sin incidencia
2	Recepción y descarga de materia prima	Caída de planchas. Lesiones en trabajadores Muerte de trabajadores Ruido	Lesiones, Muerte, daños auditivos	Golpes, destrucción.	Sin incidencia
3	Mala ubicación de la materia prima	Lesiones en trabajadores Cortaduras de Caída de cilindros.	Lesiones, cortaduras, golpes.	Golpes, daño en cables, daño físico	Sin incidencia
Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
4	Movimiento MP del lugar de	Caída de planchas y/o	Lesiones, golpes,	Golpes, daño en cables,	Sin incidencia

	recepción al lugar de almacenamiento.	perfiles de acero. Ruido	cortaduras, daños auditivos.	corte de tuberías, daño físico.	
5	Fugas o sobrecalentamientos de cilindros.	Incendio y/o explosión	Muerte	Destrucción	No hay producción
6	Manipulación indebida de cilindros	Lesiones en trabajadores Caída de cilindros	Lesiones, golpes.	Golpes, daño en cables, daño físico	Sin incidencia
7	Almacenamiento inadecuado de cilindros.	Incendio y/o explosión Mezcla de gases combustible y comburente Inhalación de gases por trabajadores. Incremento en la presión del gas almacenado en los cilindros.	Muerte, afecta a las vías respiratorias.	Destrucción	No hay producción
8	Caída de cilindros	Fugas de los gases Explosión.	Muerte, afecta a las vías respiratorias	Destrucción	No hay producción
9	Mala ubicación de desechos de electrodos utilizados	Caídas y/o resbalones	Caídas, golpes, lesiones.	Sin incidencia	Sin incidencia
10	Mal estado de implementos de seguridad industrial	Ingreso de limallas en la vista. Irritación en la vista por radiación. Quemaduras	Daños en los ojos, quemaduras	Sin incidencia	Sin incidencia
11	Posición indebida en oxicorte	Incendio y/o explosión Inflamación de mangueras.	Muerte, quemaduras.	Daño físico, golpes.	No hay producción
12	Mal montaje de soplete y/o utilización incorrecta	Incendio y/o explosión Fuga de gas sin combustionar	Muerte, quemaduras,	Daño físico, golpes	No hay producción
13	Salpicadura de metal incandescente	Quemaduras	Quemaduras	Sin incidencia	Sin incidencia
Nro	RIESGO		INCIDENCIA		
	CAUSA	EFEECTO	Personal	Máquinas	Proceso Productivo
14	Ubicación de mangueras y	Corte de conexiones de	Golpes	Corte de mangueras,	Sin incidencia

	conexiones eléctricas a través de las rieles de recorrido del pórtico	eléctricas y mangueras transportadoras de gases industriales para soldadura y corte,		conexiones eléctricas	
15	El pórtico birriel atraviesa toda el área de trabajo	Golpes en trabajadores y maquinaria.	Golpes, lesiones	Golpes	Limitación del área de trabajo.
16	Ubicación de los motores en la parte interna del pórtico birriel.	Golpe de motores con maquinaria y producto terminado. Golpe a los trabajadores	Golpes, lesiones	Golpes.	Limitación del área de trabajo.

6.1.3 MEDIDAS ACTIVAS / REACTIVAS

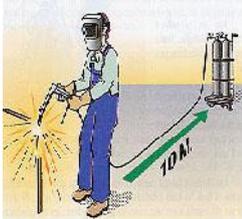
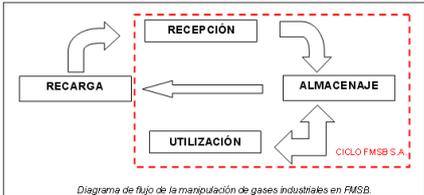
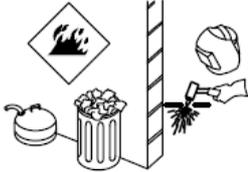
6.1.3.1 Plan de contingencia.

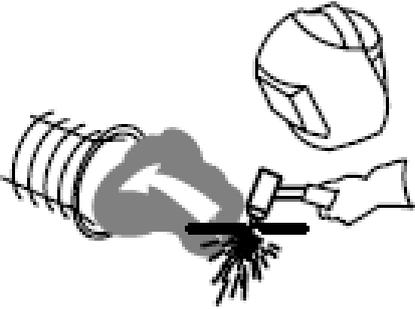
6.1.3.1.1 Precauciones de seguridad.

Para cada tipo de proceso que se realiza en el taller de estructuras metálicas es importante tener en cuenta precauciones de seguridad, ya que de esto depende la reducción del número de accidentes y además una mejora en la calidad del proceso.

Las precauciones de seguridad para cada tipo de proceso vienen detalladas a continuación, para cada uno de los procesos industriales utilizados en el taller:

CORTE DE METAL, OXICORTE OFC – A	
TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

<p>La incorrecta manipulación y almacenaje de los cilindros puede causar incendios y/o explosiones.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Las precauciones de seguridad para este tipo de riesgo esta detallado en su totalidad en el capítulo 4, en el subtema 4.2 PROPUESTA 1: ELABORACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA MANIPULACIÓN ADECUADA DE GASES INDUSTRIALES, y este cubre desde la recepción hasta el envío para recarga, de acuerdo al siguiente esquema:  <p><small>Diagrama de flujo de la manipulación de gases industriales en FMSB.</small></p>
<p>El cortar puede causar fuego o explosión debido a que la llama de corte causa que trozos de metal y chispas salten.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protegerse de las chispas y metal caliente que puede saltar. - No cortar cerca de material inflamable.  <ul style="list-style-type: none"> - Poner los materiales inflamables a una distancia de por lo menos 11m de la llama de corte, en caso de no ser posible proteger con cubiertas. - Tener un extinguidor de fuego cerca del área de corte.  <ul style="list-style-type: none"> - No cortar recipientes cerrados como tanques. - No cortar en ambiente que contenga polvo o vapor 
<p>TIPO DE RIESGO</p>	<p>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</p>
<p>El humo y gases de corte son</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener la cabeza fuera del humo.

<p>peligrosos para la salud si los respira.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - No respirar el humo. - Usar suficiente ventilación para mantener el humo y los gases fuera de la zona de respiración. - Si la ventilación es defectuosa usar mascarillas - purificadores de aire, probadas en el mercado. - Usar ventilación forzada en el arco para quitar los gases y el humo de la zona de respiración.  <ul style="list-style-type: none"> - No cortar en lugares cerca de operaciones de quitar grasa y limpieza, ya que el calor puede reaccionar con estos humos, causando gases altamente tóxicos e irritantes.
<p>Las piezas durante y después del corte quedan bastante calientes, esto puede provocar quemaduras serias.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - No tocar la llama con la mano, ni con guantes esto provoca que se encienda una llama. - Mantener la concentración durante el corte, caso contrario puede provocar un mal direccionamiento de la llama de corte. - Mantener una buena posición de corte. - No tomar la pieza cortada sin guantes, le puede causar quemadura. - Usar ropa de soldadura adecuada. - Dejar que se enfríe la pieza cortada. 
<p>TIPO DE RIESGO</p>	<p>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</p>
<p>La intensidad de la llama de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Usar protección para la cara con lentes filtros adecuados para

corte, las chispas que saltan,
puede causar daño a los ojos
si lo ve sin protección.



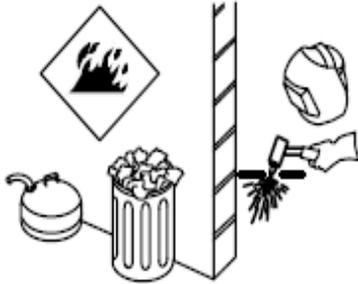
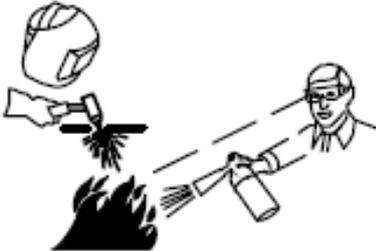
proteger los ojos y la cara cuando este cortando o mirando.

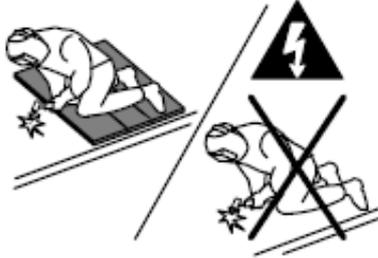
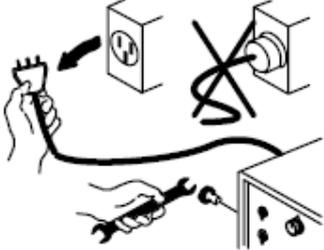


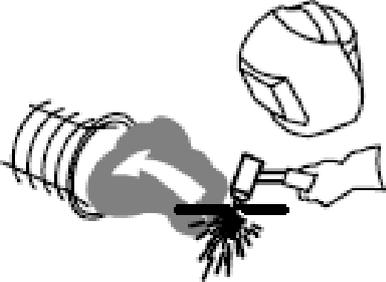
- Alertar al resto de personal que no mire directamente el punto de corte, lo tiene que hacer con protección.
- Usar protección para el cuerpo completo.



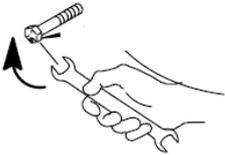
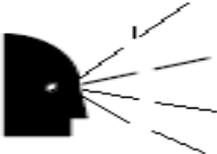
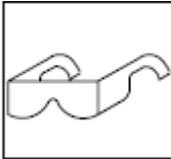
CORTE DE METAL, PLASMA PAC.

TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD
<p data-bbox="188 913 558 1081">El cortar puede causar fuego o explosión debido a que el arco de corte causa que trozos de metal y chispas salten.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="638 248 1332 320">- Protegerse de las chispas y metal caliente que puede saltar. <li data-bbox="638 338 1145 367">- No cortar cerca de material inflamable.  <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="638 689 1332 813">- Poner los materiales inflamables a una distancia de por lo menos 11m del arco de corte, en caso de no ser posible proteger con cubiertas. <li data-bbox="638 831 1332 902">- Tener un extinguidor de fuego cerca del área de corte.  <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="638 1290 1225 1319">- No cortar recipientes cerrados como tanques.  <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="638 1704 1332 1776">- No cortar en ambiente que contenga polvo o vapor explosivo.. <li data-bbox="638 1794 1332 1865">- No cortar recipientes que hayan tenido material combustible. <li data-bbox="638 1883 1332 1955">- No poner la unidad de corte donde existan material combustible.
TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

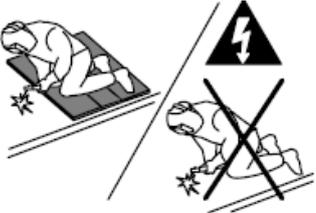
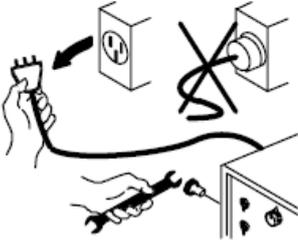
<p>Una descarga eléctrica puede matarlo, el tocar partes con carga eléctrica viva puede causar muerte o quemaduras severas.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - No tocar partes eléctricamente vivas como torcha. - Use guantes aislantes secos y en buen estado.  <ul style="list-style-type: none"> - Protegerse del golpe eléctrico del trabajo y la tierra. - Usar material para aislar seco y que no sea inflamable si es que es posible.  <ul style="list-style-type: none"> - Apague la potencia de entrada antes de chequear, limpiar o cambiar las partes de la trocha. - No hacer conexiones de entrada si no sabe distinguir los colores.  <ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar con frecuencia el cordón de entrada para determinar que no haya alambres desnudos o desgastados, en caso de existir reemplazar inmediatamente. - Asegurarse que el alambre de tierra de entrada esté conectado apropiadamente a un terminal de tierra. - Usar únicamente trochas que se hayan especificado en el manual de operación. - Mantenerse a una distancia prudente de la punta de la trocha cuando se presione el gatillo.
<p>TIPO DE RIESGO</p>	<p>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</p>

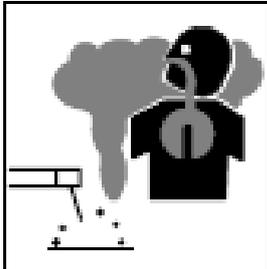
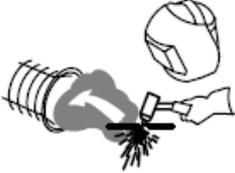
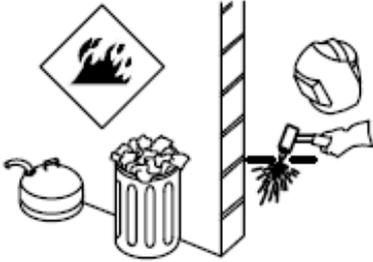
<p>El humo y gases de corte son peligrosos para la salud si los respira.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener la cabeza fuera del humo. - No respirar el humo. - Usar suficiente ventilación para mantener el humo y los gases fuera de la zona de respiración. - Si la ventilación es defectuosa usar mascarillas purificadores de aire, probadas en el mercado.  <ul style="list-style-type: none"> - Usar ventilación forzada en el arco para quitar los gases y el humo de la zona de respiración.  <ul style="list-style-type: none"> - No cortar en lugares cerca de operaciones de quitar grasa y limpieza, ya que el calor y los rayos del arco pueden reaccionar con estos humos, causando gases altamente tóxicos e irritantes. - No cortar materiales con recubrimientos como acero galvanizado, plomo o acero plateado, ya que estos recubrimientos emiten humos tóxicos cuando se los corta.
<p>TIPO DE RIESGO</p>	<p>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</p>

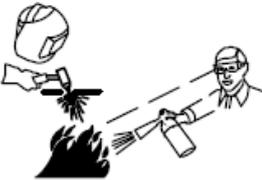
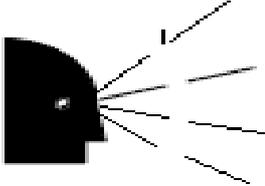
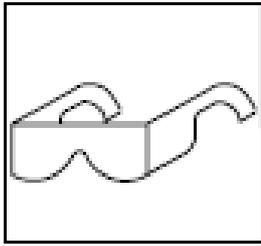
<p>Los rayos del arco producen rayos visibles e invisibles (ultravioleta, ultrarrojo) que pueden quemar los ojos y la piel.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar protección para la cara con lentes filtros adecuados para proteger los ojos y la cara cuando este cortando o mirando.  <ul style="list-style-type: none"> - Usar lentes filtro Nro 9 para corrientes de corte menores de 300A, según la norma ANSI Z49.1.
	<ul style="list-style-type: none"> - Alertar al resto de personal que no mire directamente el arco, lo tiene que hacer con protección. - Usar protección para el cuerpo completo. 
<p>El ruido prolongado de algunas aplicaciones de corte puede dañar el oído.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar protección para los oídos tal como tapones, para reducir los niveles de ruido. - Advertir al resto del personal del peligro del ruido. 
<p>El arco de plasma puede causar serias quemaduras, ya que la intensidad de calor puede atravesar guantes.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener las manos lejos de la punta de la trocha. - No agarrar ningún objeto dentro del camino a cortar. - Mantenerse lejos de la punta de la trocha cuando se haya presionado el gatillo para cortar. - Usar ropa resistente a la llama. - Apuntar la trocha lejos de su cuerpo y hacia la pieza de trabajo, ya que el arco se prende inmediatamente, cuando se presiona el gatillo.
<p>CORTE DE METAL, SIERRA ALTERNATIVA</p>	

TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD
<p>Partes que se mueven pueden causarle heridas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener las manos, cabello, ropa floja lejos de las partes que se mueven tales como ventiladores, correas y motores. - Mantener las herramientas lejos de elementos que se muevan.
<p>La falta de refrigerante puede causar sobrecalentamiento en la pieza a ser cortada, y por tanto quemaduras.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el nivel del refrigerante cuando el equipo este sin operar. - No tomar la pieza cortada sin guantes, le puede causar quemadura. 
<p>Una mala sujeción de la pieza a cortar puede lesionar al trabajador.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Chequear que la pieza a corta este bien sujeta con las mordazas, antes de cortar - Chequear la sujeción de la pieza cuando esta esté siendo cortada. - Parar la sierra alternativa en caso de que la pieza se afloje en el transcurso del corte.
<p>Los pedazos de metal (limallas) pueden dañar los ojos.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar anteojos de seguridad con resguardos que cubran todo el ojo.  <ul style="list-style-type: none"> - Alertar al resto del personal cercano del peligro.

PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO SMAW, GMAW y

FCAW	
TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD
<p>Una descarga eléctrica de un electrodo o conexiones puede matarlo.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar guantes aislantes secos y ropa de protección. - No tocar el electrodo con la mano desnuda. - No usar guantes mojados o deteriorados, ya que la descarga eléctrica puede ocurrir. - No tocar partes eléctricas vivas.  <ul style="list-style-type: none"> - Protegerse del golpe eléctrico aislándose del trabajo y la tierra. - Usar material para aislar seco y que no sea inflamable en lo posible.  <ul style="list-style-type: none"> - Desconectar el enchufe alimentador de potencia antes de realizar algún tipo de trabajo en la máquina. - No hacer conexiones si no sabe distinguir los colores. - Inspeccionar con frecuencia el cordón de entrada para verificar que no exista alambres averiados o desnudos.  <ul style="list-style-type: none"> - Reemplazar inmediatamente los cordones averiados o desnudos. - Asegurarse que el alambre de tierra esté conectado apropiadamente a un terminal de tierra.
TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

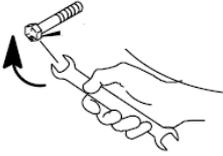
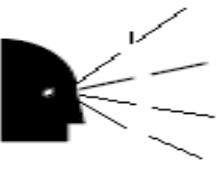
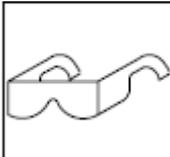
<p>El humo y gases provenientes de soldadura por arco pueden ser peligrosos a su salud si los respira</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener la cabeza fuera del humo. - No respirar el humo. - Usar suficiente ventilación para mantener el humo y los gases fuera de la zona de respiración. - Si la ventilación es defectuosa usar mascarillas purificadoras de aire, probadas en el mercado.  <ul style="list-style-type: none"> - Usar ventilación forzada en el arco para quitar los gases y el humo de la zona de respiración.  <ul style="list-style-type: none"> - No soldar en lugares cerca de operaciones de quitar grasa y limpieza, ya que el calor y los rayos del arco pueden reaccionar con estos humos, causando gases altamente tóxicos e irritantes. - No soldar materiales con recubrimientos como acero galvanizado, plomo o acero plateado, ya que estos recubrimientos emiten humos tóxicos cuando se los corta.
<p>El soldar puede causar fuego y/o explosión</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protegerse de las chispas y metal caliente que puede saltar. - No soldar cerca de material inflamable.  <ul style="list-style-type: none"> - Poner los materiales inflamables a una distancia de por lo menos 11m del arco de soldar, en caso de no ser posible proteger con cubiertas.
<p>TIPO DE RIESGO</p>	<p>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Tener un extinguidor de fuego cerca del área de corte. -  <ul style="list-style-type: none"> - No soldar recipientes cerrados como tanques.  <ul style="list-style-type: none"> - No soldar en ambiente que contenga polvo o vapor explosivo. - No soldar recipientes que hayan tenido material combustible. - Quitar el electrodo del porta electrodo o cortar el alambre de soldar cuando no este soldando.
<p>El soldar, cepillar con alambre, picar o esmerilar puede causar chispas y metal que vuele, además cuando la suelda se enfría estas sueltan escoria que puede lesionar los ojos.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar anteojos de seguridad con resguardos que cubran todo el ojo.  <ul style="list-style-type: none"> - Alertar al resto del personal cercano del peligro.
<p>TIPO DE RIESGO</p>	<p>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</p>
<p>El amontonamiento de gas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cerrar el gas protector cuando no lo use.

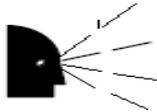
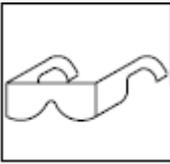
<p>puede matarle.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Siempre dar ventilación en espacios cerrados o usar respiradores probados para purificar el aire. 
<p>Partes calientes pueden causar quemaduras severas.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - No tocar partes calientes sin protección. - Dejar enfriar la trocha antes de darle servicio nuevamente. - Usar herramientas apropiadas para manejar elementos calientes.
<p>Los rayos del arco de soldadura producen un calor intenso y rayos ultravioletas que pueden quemar los ojos y la piel.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar protección para la cara con lentes filtros adecuados para proteger los ojos y la cara cuando este soldando o mirando.  <ul style="list-style-type: none"> - Alertar al resto de personal que no mire directamente el arco, lo tiene que hacer con protección. - Usar protección para el cuerpo completo. - 
<p>TIPO DE RIESGO</p>	<p>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</p>
<p>El ruido prolongado de algunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Usar protección para los oídos tal como tapones,

<p>aplicaciones de soldadura puede dañar el oído.</p> 	<p>para reducir los niveles de ruido.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Advertir al resto del personal del peligro del ruido. 
---	--

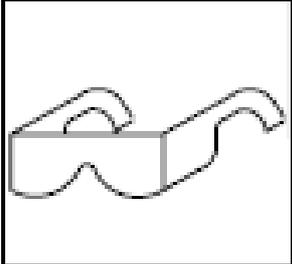
REMOCIÓN DE METAL, ESMERILADO	
TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

<p>Partes que se mueven pueden causarle heridas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener las manos, cabello, ropa floja lejos de las partes que se mueven. - Mantener las herramientas lejos de elementos que se muevan.
<p>El esmerilado puede causar quemaduras debido a la fricción que existe entre el disco y el material esmerilado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Manipular los elementos calientes con herramientas adecuadas - No tomar la pieza cortada sin guantes, le puede causar quemadura. 
<p>Una mala sujeción de la pieza a esmerilar puede lesionar al trabajador.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Chequear que la pieza a esmerilar este bien sujeta con las mordazas. - Chequear la sujeción de la pieza cuando esta esté siendo amolada.
<p>Los pedazos de metal (limallas) pueden dañar los ojos.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar anteojos de seguridad con resguardos que cubran todo el ojo.  <ul style="list-style-type: none"> - Alertar al resto del personal cercano del peligro.

PROCESOS DE LIMPIEZA, LIJADO Y PRODUCTOS QUÍMICOS	
TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

<p>Partes que se mueven pueden causarle heridas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener las manos, cabello, ropa floja lejos de las partes que se mueven, cuando el lijado es con una amoladora - Mantener las herramientas lejos de elementos que se muevan.
<p>Los elementos que se desprenden al lijar la superficie a ser recubierta tales como polvo, óxido pueden dañar los ojos.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar anteojos de seguridad con resguardos que cubran todo el ojo.  <ul style="list-style-type: none"> - Alertar al resto del personal cercano del peligro.
<p>El polvo de metálico y óxidos que se desprende al momento de lijar, los gases al limpiar con productos químicos puede causar daño a las vías respiratorias.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar mascarillas purificadoras de aire. - Limpiar la superficie a pintar en lugares amplios y ventilados. - De ser necesario utilizar ventilación forzada. 
<p>Los productos químicos pueden causar incendios debido a su inflamabilidad.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - No limpiar con productos químicos cerca de zonas de soldadura o corte. - No fumar mientras se limpia con productos químicos. - No limpiar con productos químicos cerca de material inflamable.

PROCESOS DE RECUBRIMIENTO, PINTURA	
TIPO DE RIESGO	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

<p>Una ventilación inadecuada, llamas vivas o chispas puede causar fuego y/o explosión.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Parar el equipo inmediatamente si existe chispas o llamas vivas cerca del compresor para pintar. - Pintar en lugares ventilados para evitar la acumulación de humos inflamables o fluidos que están siendo rociados. - No pintar cerca de material inflamable. - No fumar en el área de pintado. - No operar motores a gasolina en el área de pintado.
<p>Componentes rotos en el equipo de pintar pueden causar serios problemas en la piel y ojos.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - No poner ninguna de las partes de pintar en el cuerpo. - No tapar las fugas con las manos. - No poner las manos en la salida de la pintura. - Revisar que el gatillo de seguridad este en perfectas condiciones antes de pintar. - Cerrar herméticamente las conexiones antes de operar el equipo. - Chequear mangueras, uniones diariamente para evitar fugas. - Reemplazar inmediatamente las mangueras dañadas, no repararlas es peligroso. - Usar anteojos de seguridad con resguardos que cubran todo el ojo.  <ul style="list-style-type: none"> - Alertar al resto del personal cercano del peligro. - Usar guantes para la protección de sus manos. - Protegerse el cuerpo con indumentaria adecuada.
<p>TIPO DE RIESGO</p>	<p>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</p>
<p>Los gases tóxicos circulantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Usar mascarillas purificadoras de aire.

<p>en el aire luego de pintar puede causar daño en las vías respiratorias</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpiar la superficie a pintar en lugares amplios y ventilados. - De ser necesario utilizar ventilación forzada. 
---	--

6.1.3.1.2 Señalización.

La señalización en un taller de estructuras metálicas es de mucha importancia, puesto que ayuda para la prevención de posibles accidentes, además nos permite un ahorro económico para la empresa y no tendría gastos médicos que afecten a la economía de la empresa.

La señalización que debe existir el área de almacenamiento de cilindros se detalla a continuación:

Tabla 6.1 Señalización requerida en el lugar de almacenamiento de gases industriales.

TIPO DE SEÑALIZACIÓN	CANTIDAD	CONTENIDO	UBICACIÓN
Letrero de pared	1	ALMACENAMIENTO DE CILINDROS	Entrada al lugar de almacenamiento de cilindros
Letrero de pared	1	NO FUMAR	Entrada al lugar de almacenamiento de cilindros
Letrero de pared	1	OXIGENO	Pared del área de almacenamiento de cilindros de oxígeno.
Letrero de pared	1	ACETILENO	Pared del área de almacenamiento de cilindros de acetileno
Letrero de pared	1	GASES INERTES	Pared del área de almacenamiento de cilindros de gases inertes
Letrero de pared	3	VACIOS	Pared de cada área de almacenamiento de cilindros.
Letrero de pared	3	LLENOS	Pared de cada área de almacenamiento de cilindros

La señalización que debe existir en el resto del taller debe ser la siguiente.

Tabla 6.2 Señalización requerida en el taller de estructuras metálicas

TIPO DE SEÑALIZACIÓN	CANTIDAD	CONTENIDO	UBICACIÓN
Letrero de pared	1	USAR CASCO	Entrada al taller
Letrero de pared	1	USAR TAPONES	Entrada al taller
Letrero de pared	1	PELIGRO GRÚA EN MOVIMIENTO	Pared cercana al puente grúa
Letrero de pared	2	NO FUMAR	Pared del área de corte. Pared del área de soldadura.
Letrero de pared	1	ÁREA DE CORTE	Pared cercana al área de corte
Letrero de pared	1	ÁREA DE SOLDADURA.	Pared cercana al área de soldadura
Letrero de pared	1	ÁREA DE ENSAMBLAJE	Pared cercana al área de almacenaje.
Letrero de pares	1	EXTINTOR INCENDIO	Cercano a la ubicación de cada extintor.

Estos letreros y/o pictogramas son recomendaciones del Standard ANSI Z49.1 y son aplicables a este taller.

La construcción de los letreros y/o pictogramas se la realiza en una empresa que designada por FMSB “SANTA BÁRBARA S.A.”

6.1.3.1.3 Salidas de emergencia.

En caso de ocurrir una emergencia como incendio, explosión o cualquier problema que no se pueda controlar, el personal debe retirarse por una salida de emergencia.

Las salidas de emergencia se señalan en el siguiente esquema:



Fig 6.1 Ruta de salida de escape

6.1.3.1.4 Acciones reactivas.

En un taller de estructuras metálicas es indispensable estar preparado para los posibles accidentes que pueden producirse, hay que estar provisto de un botiquín de primeros auxilios, el mismo que debe contener los siguientes elementos esenciales:

- Agua oxigenada
- Pinzas
- Tijeras de punta redondeada
- Alcohol
- Curitas
- Algodón
- Esparadrapo
- Gasas estériles
- Vendas
- Yodo
- Torniquete

Fig 6.2 Botiquín de auxilio



Es importante la ubicación del botiquín, este debe permanecer en un lugar seco y alejado de la exposición al sol.

Se debe tener en cuenta la caducidad de los productos, en caso de estar caducados deberán ser desechados.

Las acciones reactivas que debe tomar el trabajador en caso de accidente son las siguientes:

ACCIDENTE	ACCIONES REACTIVAS
- Explosión y/o incendio	Salir inmediatamente de las instalaciones usando las salidas de emergencia.
- Quemaduras - Golpes - Cortes - Lesiones - Daños en la vista - Problemas auditivos.	Cuando son leves se debe acudir a un botiquín con los implementos necesarios para primeros auxilios. Cuando son medios y de gravedad acudir inmediatamente al dispensario médico para recibir el diagnóstico de un profesional de la salud.
- Intoxicaciones por humos y gases de soldadura y procesos relacionados.	Acudir al dispensario médico para recibir el diagnóstico de un profesional de la salud.
- En caso de daño de cualquier equipo o máquina por caída de planchas o golpe del puente grúa.	Avisar inmediatamente al jefe de la división para que tome las medidas pertinentes. No operar la máquina hasta que se notifique lo contrario.

6.1.3.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PARA EL PERSONAL.

El equipo de protección debe ir acorde al tipo de proceso y/o actividad que se realice en el taller de estructuras metálicas, para recibir una protección más adecuada y evitar riesgos de accidente que afecten al trabajador.

De acuerdo a cada tipo de proceso y/o actividad que se tiene en el taller de estructuras metálicas el equipo que se debe usar es el siguiente:

PROCESO DE OXICORTE OFC – A		
EQUIPO DE SEGURIDAD	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE

		PROTECCIÓN
<p>Gafas de protección</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Soportar salpicaduras de material incandescente. - Lentes con filtros para protección de los ojos. - Proveer ventilación para evitar que se empañe. - Cumplir con la norma ANSI Z87.1-1989. - Protección al impacto 	- Protección ocular
<p>Tapones para oídos.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Ideal para conductos auditivos sensibles. - No irritante, no alérgico. - Expandirse en el interior del conducto auditivo brindando máxima comodidad y ajuste adecuado. - Atenuación probada de acuerdo con ANSI S3.19-1974 - Nivel de reducción de ruidos de al menos 30db. 	- Protección auditiva
<p>Mascarilla purificadora.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Impedir el paso de las partículas dentro del respirador. - Utilizar un absorbente químico para gases y vapores, como el carbón activado. - Se ajuste sin molestias a la cara de los trabajadores. - Sello óptimo en la cara. 	Protección respiratoria
<p>Mandil, polaina, mangas de cuero</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de partes vitales del soldador. - Proteger contra salpicaduras de material incandescente. - Flexible para facilitar el trabajo. - Comodidad. 	Protección física
<p>Guantes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las manos, de material incandescente. - Protección contra los cortes. 	Protección física
EQUIPO DE SEGURIDAD	CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE PROTECCIÓN
Botas	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de pies, sobre caídas de material o 	Protección física

	<ul style="list-style-type: none"> - golpes. - Protección contra cortes. - Serán de punta metálica 	
---	---	--

PROCESO DE CORTE, PLASMA PAC																				
EQUIPO DE SEGURIDAD	CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE PROTECCIÓN																		
<p>Gafas de protección</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección para la cara con lentes filtros del color correcto para proteger sus ojos. - Se recomienda filtro # 9, para corrientes de corte de 300^a <table border="1" data-bbox="687 1160 1086 1288"> <thead> <tr> <th colspan="3">Protección para los Ojos para el Arco de Plasma</th> </tr> <tr> <th>Nivel de la Corriente en Amperios</th> <th></th> <th>Número de Filtro Mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menos de 20</td> <td></td> <td>#4</td> </tr> <tr> <td>20 - 40</td> <td></td> <td>#5</td> </tr> <tr> <td>40 - 60</td> <td></td> <td>#6</td> </tr> <tr> <td>60 - 80</td> <td></td> <td>#8</td> </tr> </tbody> </table>	Protección para los Ojos para el Arco de Plasma			Nivel de la Corriente en Amperios		Número de Filtro Mínimo	Menos de 20		#4	20 - 40		#5	40 - 60		#6	60 - 80		#8	<ul style="list-style-type: none"> - Protección ocular
Protección para los Ojos para el Arco de Plasma																				
Nivel de la Corriente en Amperios		Número de Filtro Mínimo																		
Menos de 20		#4																		
20 - 40		#5																		
40 - 60		#6																		
60 - 80		#8																		
<p>Tapones para oídos.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Ideal para conductos auditivos sensibles. - No irritante, no alérgico. - Expandirse en el interior del conducto auditivo brindando máxima comodidad y ajuste adecuado. - Atenuación probada de acuerdo con ANSI S3.19-1974 - Nivel de reducción de ruidos de al menos 30db. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección auditiva 																		
EQUIPO DE SEGURIDAD	CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE PROTECCIÓN																		
<p>Mascarilla purificadora.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Impedir el paso de las partículas dentro del respirador. - Utilizar un absorbente 	<p>Protección respiratoria</p>																		

	<p>químico para gases y vapores, como el carbón activado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se ajuste sin molestias a la cara de los trabajadores. - Sello óptimo en la cara. 	
<p>Mandil, polaina, mangas de cuero</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de partes vitales del soldador. - Proteger contra salpicaduras de material incandescente. - Flexible para facilitar el trabajo. - Comodidad. 	<p>Protección física</p>
<p>Guantes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las manos, de material incandescente. - Protección contra los cortes. 	<p>Protección física</p>
<p>Botas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de pies, sobre caídas de material o golpes. - Protección contra cortes. - Serán de punta metálica 	<p>Protección física</p>
CORTE DE METAL, SIERRA ALTERNATIVA		
EQUIPO DE SEGURIDAD	CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE PROTECCIÓN
<p>Gafas de protección</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente a impactos de limallas. - Proporcionar adecuada 	<p>Protección ocular.</p>

	<p>ventilación para evitar que se empañen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño que se ajuste a la cara del operador. - Permitir el uso para personas que usan lentes graduados. - Cumple con la norma ANSI Z 87.1 - 1989 	
<p>Mandil</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de partes vitales del soldador. - Proteger contra salpicaduras de material incandescente. - Flexible para facilitar el trabajo. - Comodidad. 	<p>Protección física</p>
<p>Guantes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las manos, de material incandescente. - Protección contra los cortes. 	<p>Protección física</p>
<p>Botas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de pies, sobre caídas de material o golpes. - Protección contra cortes. - Serán de punta metálica 	<p>Protección física</p>

PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO SMAW, GMAW y FCAW		
EQUIPO DE SEGURIDAD	CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE PROTECCIÓN
<p>Casco de protección</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente a impactos y altas temperaturas. - Suspensión de ajustes por 	<p>Protección ocular y facial</p>

	<p>intervalos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intercambiabilidad del lente de protección ocular. - Cumple la norma ANSI Z87.1 - 1989 	
<p>Mandil, polainas, mangas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de partes vitales del soldador. - Proteger contra salpicaduras de material incandescente. - Flexible para facilitar el trabajo. - Comodidad. - Debe ser aislante eléctrico. 	<p>Protección física</p>
<p>Guantes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las manos, de material incandescente. - Protección contra los cortes. - Debe ser aislante eléctrico. - Comodidad 	<p>Protección física</p>
<p>Tapón auditivo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Autoajustable, se adapte al conducto auditivo del usuario - No alérgico. - Resistente a la suciedad. - No irritante. 	<p>Protección auditiva</p>
<p>EQUIPO DE SEGURIDAD</p>	<p>CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS</p>	<p>TIPO DE PROTECCIÓN</p>
<p>Mascarilla purificador de aire</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Impedir el paso de gases tóxicos (gases de soldadura). - Resistente en ambientes 	<p>Protección respiratoria.</p>

	<p>calientes y húmedos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Permitir la salida rápida de aire caliente. - Ajuste hermético a la cara. - Comodidad 	
<p>Botas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de pies, sobre caídas de material o golpes. - Protección contra cortes. - Serán de punta metálica 	<p>Protección física</p>

REMOCIÓN DE METAL, ESMERILADO		
EQUIPO DE SEGURIDAD	CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE PROTECCIÓN
<p>Gafas o caretas de protección</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente a impactos y altas temperaturas. - Suspensión de ajustes por intervalos. - Protección contra limallas, salpicadura de escoria. 	<p>Protección ocular, facial y cuello</p>
<p>Mandil</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de partes vitales del soldador. - Proteger contra salpicaduras de material incandescente. - Flexible para facilitar el trabajo. - Comodidad. 	<p>Protección física</p>
EQUIPO DE SEGURIDAD	CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE PROTECCIÓN
<p>Guantes</p>		<p>Protección física</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las manos, de material incandescente. - Protección contra los cortes. - Comodidad para maniobras ligeras. - Antederrapante 	
<p>Tapón auditivo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Autoajustable, se adapte al conducto auditivo del usuario - No alérgico. - Resistente a la suciedad. - No irritante. - No usar por más de una semana. 	<p>Protección auditiva</p>
<p>Mascarilla purificador de aire</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Impedir el paso de gases tóxicos - Resistente en ambientes calientes y húmedos. - Permitir la salida rápida de aire caliente. - Ajuste hermético a la cara. - Comodidad 	<p>Protección respiratoria.</p>
<p>Botas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de pies, sobre caídas de material o golpes. - Protección contra cortes. - Serán de punta metálica 	<p>Protección física</p>

<p>PROCESOS DE LIMPIEZA, LIJADO Y PRODUCTOS QUÍMICOS</p>		
<p>EQUIPO DE SEGURIDAD</p>	<p>CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS</p>	<p>TIPO DE PROTECCIÓN</p>

<p>Gafas de protección</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente a impactos de limallas. - Proporcionar adecuada ventilación para evitar que se empañen. - Diseño que se ajuste a la cara del operador. - Permitir el uso para personas que usan lentes graduados. - Cumple con la norma ANSI Z 87.1 – 1989 	<p>Protección ocular.</p>
<p>Mandil</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de partes vitales del soldador. - Proteger contra salpicaduras de material incandescente. - Flexible para facilitar el trabajo. - Comodidad. 	<p>Protección física</p>
<p>Guantes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las manos, de material incandescente. - Protección contra los cortes. - Comodidad para maniobras ligeras. - Antederrapante 	<p>Protección física</p>
<p>Tapón auditivo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Autoajustable, se adapte al conducto auditivo del usuario - No alérgico. - Resistente a la suciedad. - No irritante. - No usar por más de una semana. 	<p>Protección auditiva</p>
<p>EQUIPO DE SEGURIDAD</p>	<p>CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS</p>	<p>TIPO DE PROTECCIÓN</p>
<p>Mascarilla purificador de aire</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Impedir el paso de gases 	<p>Protección</p>

	<p>tóxicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistente en ambientes calientes y húmedos. - Permitir la salida rápida de aire caliente. - Ajuste hermético a la cara. - Comodidad 	<p>respiratoria.</p>
<p>Botas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de pies, sobre caídas de material o golpes. - Protección contra cortes. - Serán de punta metálica 	<p>Protección física</p>

<p>PROCESOS DE RECUBRIMIENTO, PINTURA</p>		
<p>EQUIPO DE SEGURIDAD</p>	<p>CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS</p>	<p>TIPO DE PROTECCIÓN</p>
<p>Gafas de protección</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente a impactos de limallas. - Proporcionar adecuada ventilación para evitar que se empañen. - Diseño que se ajuste a la cara del operador. - Permitir el uso para personas que usan lentes graduados. - Cumple con la norma ANSI Z 87.1 - 1989 	<p>Protección ocular.</p>
<p>Mandil</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de partes vitales del soldador. - Proteger contra salpicaduras de material incandescente. - Flexible para facilitar el trabajo. - Comodidad. 	<p>Protección física</p>
<p>EQUIPO DE SEGURIDAD</p>	<p>CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS</p>	<p>TIPO DE PROTECCIÓN</p>
<p>Guantes</p>		<p>Protección física</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de las manos, de material incandescente. - Protección contra los cortes. - Comodidad para maniobras ligeras. - Antederrapante 	
<p style="text-align: center;">Tapón auditivo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Autoajustable, se adapte al conducto auditivo del usuario - No alérgico. - Resistente a la suciedad. - No irritante. - No usar por más de una semana. 	Protección auditiva
<p style="text-align: center;">Mascarilla purificador de aire</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Impedir el paso de gases tóxicos - Resistente en ambientes calientes y húmedos. - Permitir la salida rápida de aire caliente. - Ajuste hermético a la cara. - Comodidad 	Protección respiratoria.
<p style="text-align: center;">Botas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de pies, sobre caídas de material o golpes. - Protección contra cortes. - Serán de punta metálica 	Protección física

6.1.4 CONCLUSIONES.

- La seguridad en el taller de estructuras metálicas es muy importante para reducir los riesgos de accidentes, y de esta manera no tener pérdidas por gastos médicos o reducir los mismos, daños a la maquinaria e instalaciones.
- Es muy importante llevar un registro de los accidentes que se tiene en el taller de gravedad media y alta, puesto que esto ayudará para tomar las medidas correctivas en lo posterior y no se vuelva a repetir el accidente.
- Los trabajadores deben conocer los riesgos de accidentes presentes en el taller de estructuras metálicas y la manera de prevenirlos para evitar accidentes de gravedad alta.

6.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SISTEMA DE CONTROL.

Para la implementación del plan de seguridad industrial se deberá ejecutar las siguientes acciones:

- Colocar la señalización precautelaria respectiva en el taller.
- Dar a conocer a los trabajadores sobre los riesgos de accidentes existentes en cada proceso que se realiza; el tipo de incidencia que tiene sobre ser humano, maquinaria, producción; el tipo de precauciones que se debe tomar en los procesos y, el equipo de seguridad a utilizar.
- Dar a conocer a los trabajadores, acciones reactivas en caso de accidente, salidas de emergencia.
- No permitir que personas ajenas o visitantes ingresen al taller sin la debida protección.

La información que deberá ser proporcionada a los trabajadores se puede imprimir del *Anexo I, Acciones a ser realizadas por las áreas de mantenimiento y seguridad industrial*, la que contiene un disco con dicha información.

Todo esto hará posible que la empresa reduzca sus egresos por gastos médicos.

Es importante que para el control de este sistema se lleve un registro de accidentes *Anexo I, Acciones a ser realizadas por las áreas de mantenimiento y seguridad industrial*, el mismo que nos permitirá recopilar información para poder mejorar las acciones de seguridad.

El encargado de hacer cumplir y registrar los accidentes será el responsable de la División Industrial de la FMSB “SANTA BÁRBARA S.A.”

6.3 ÍNDICES DE SEGURIDAD.

Para tener una medida del nivel de seguridad que se tiene en el taller de estructuras metálicas es importante medir los índices de seguridad, los mismos que nos dan datos estadísticos para llevar un control de la seguridad

ÍNDICE	FÓRMULA
Índice de frecuencia, con baja	$= \frac{NAC \times 1'000.000}{NHT}$
Índice de frecuencia, sin baja	$= \frac{NAS \times 1'000.000}{NHT}$
Índice de frecuencia total	$= \frac{NAT \times 1'000.000}{NHT}$
Índice de incidentes críticos	$= \frac{NIC \times 100.000}{NHT}$
Índice de gravedad	$= \frac{NJP \times 1000}{NHT}$
Índice de pérdidas (propiedad)	$= \frac{CPP \times 1'000.000}{NHT}$
<p>Donde;</p> <p>NAC= Número de accidentes con baja</p> <p>NAS= Número de accidentes sin baja</p> <p>NAT= Número de accidentes totales</p> <p>NIC= Número de incidentes críticos</p> <p>NJP= Número de jornadas perdidas por accidentes</p> <p>CPP= Coste total, por accidente, de las pérdidas a la propiedad.</p> <p>NHT= Número de horas de trabajo</p>	

Debido a la falta de registros de accidentes en dicho taller, se sugiere realizar el cálculo de estos índices cuando este plan de seguridad este en ejecución. Se recomienda realizar el cálculo de estos índices anualmente para evaluar la gestión de este plan.

CAPÍTULO 7

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

A diferencia de otras acciones productivas en el campo de mantenimiento, el objetivo final es situar la máquina o equipo de trabajo en condiciones tales que recupere la capacidad de trabajo perdida.

7.1 DETERMINACIÓN DE COSTOS

De las ciencias económicas se conoce que las fuentes más importantes del costo son los siguientes:

7.1.1 COSTOS INMEDIATOS.

La producción de este proyecto conllevó los siguientes costos

COSTO INMEDIATOS	COSTO
Mano de obra directa (desarrollo)	\$1,000.00
Impresiones Tamaño A4	\$70.00
Impresiones Tamaño A0	\$24.00
Copias	\$15.00
Empastados	\$75.00
DVD	\$8.00
Internet	\$50.00
Transporte	\$80.00
Alimentación	\$140.00
Textos	\$100.00
Compra de normas	\$20.00
Energía eléctrica	\$20.00
TOTAL	\$1,602.00

7.1.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO.

Los costos para implementar el plan de mantenimiento son los siguientes:

COSTO DE MANTENIMIENTO	COSTO
Sueldo mano de obra directa anual	\$4,300.00
35% prestaciones salariales MOD	\$1,505.00
Herramientas	\$525.00
Insumos	\$150.00
Energía eléctrica	\$350.00
TOTAL	\$6,830.00

7.1.3 COSTOS DE SEGURIDAD

Los costos para implementar el plan de seguridad son los siguientes:

COSTO DE SEGURIDAD	COSTO
Implementación área de almacenamiento de cilindros dentro del taller.	\$700.00
Capacitación a trabajadores (2horas)	\$50.00
Equipo de seguridad para el personal.	\$1,700.00
Señalización con rotulos de advertencia sobre seguridad industrial en el taller	\$95.00
Reubicación de motores de puente grúa	\$100.00
TOTAL	\$2,645.00

7.1.4 COSTOS ADMINISTRATIVOS Y NO ASEGURADOS.

COSTO ADMIN Y NO ASEGURADOS	COSTO
Sueldo anual a persona para control y manejo de bodega	\$3,600.00
35% de prestaciones salariales	\$1,260.00
Gastos de oficina	\$360.00
TOTAL	\$5,220.00

7.2 INVERSIÓN TOTAL INICIAL.

7.2.1 FIJA.

INVERSION TOTAL FIJA	COSTO
Construcción de área para almacenamiento de cilindros	\$700.00
Herramientas	\$525.00
Readecuación de vestidores	\$250.00
SUBTOTAL	\$1,475.00
5% imprevistos	\$73.75
TOTAL	\$1,548.75

7.2.2 DIFERIDA.

INVERSION TOTAL DIFERIDA	COSTO
Propiedad intelectual de proyecto " Diseño e implementación de un plan integral de mantenimiento y seguridad industrial para FMSB"	\$3,500.00
Planeación e integración	\$45.68
Ingeniería del proyecto	\$53.29
Supervisión	\$22.84
Administración del proyecto	\$7.61
SUBTOTAL	\$3,629.41
5% imprevistos	\$181.47
TOTAL	\$3,810.88

7.3 CRONOGRAMA DEL FLUJO DE FONDOS.

Razón	I trimestre AÑO 2007		
	1	2	3
Herramientas e insumos	\$525	\$100	\$50
Area almacenaje cilindros	\$700		
Seguridad personal (botas, guantes, cascos, gafas, mandiles etc)	\$1,700		
Adecuaciones taller	\$200		
Adecuaciones vestidores			\$250
TOTAL	\$3,125	\$100	\$300

7.4 DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES.

INVERSION	COSTO	AMORTIZACION ANUAL	DEPRECIACION ANUAL	Período (años)
Proyecto	\$3,810.9	\$762.2		5
Area almacenaje cilindros	\$735.0		\$147.0	5
Herramientas	\$525.0		\$173.3	3
Vestidores	\$262.5		\$52.5	5
Totales	\$5,333.4	\$762.2	\$372.8	

7.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Años	2006	2007	2008	2009
Rubros				
Ingresos				
Ahorro	\$0.00	\$10,000.00	\$13,000.00	\$15,000.00
Egresos				
Producción	\$1,602.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento	\$0.00	\$6,830.00	\$6,830.00	\$6,830.00
Seguridad	\$0.00	\$2,000.00	\$1,955.00	\$2,248.25
Administrativos y no asegurados	\$0.00	\$5,220.00	\$5,220.00	\$5,220.00
Utilidad	-\$1,602.00	-\$4,050.00	-\$1,005.00	\$701.75
Activos fijos		\$1,522.50		
Activos diferidos		\$3,810.88		
Depreciación		\$372.75	\$372.75	\$372.75
Amortización		\$762.18	\$762.18	\$762.18
Flujo Neto	-\$1,602.00	\$148.45	\$129.93	\$1,836.68

7.5.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Años	Flujo Neto	10%	11%
0	-\$1,602.00	-\$1,602.00	-\$1,602.00
1	\$148.45	\$134.95	\$133.74
2	\$129.93	\$107.38	\$105.45
3	\$1,836.68	\$1,379.92	\$1,342.96
VAN		\$20.26	-\$19.84

El VAN a una tasa de 10%, es \$20.26

7.5.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Interpolando entre 10% y 11%, se determina que la Tasa Interna de Retorno TIR es 10.5%

Años	Flujo Neto	10.50%
0	-\$1,602.00	-\$1,602.00
1	\$148.45	\$134.34
2	\$129.93	\$106.41
3	\$1,836.68	\$1,361.28
VAN		\$0.03

7.5.3 RAZONES FINANCIERAS.

Razón de deuda total a activo total:

$$\text{Tasa de deuda} = \frac{\text{DeudaTotal}}{\text{ActivoTotal}} = \frac{\$15652}{\$5333.38} = 2.9\%$$

La tasa de deuda cumple con el valor aceptable de hasta 35%

Puesto que en este proyecto las inversiones no son altas, no conviene incurrir en créditos bancarios y se sugiere a FMSB "Santa Bárbara S.A." utilizar sus recursos disponibles.

Rendimiento sobre activos totales:

$$\text{Tasa rendimiento} = \frac{\text{UtilidadNeta}}{\text{ActivoTotal}} = \frac{-\$4050}{\$5333.38} = -0.75\%$$

La rentabilidad económica de este proyecto no se aprecia de inmediato, ya que la rentabilidad se muestra como garantía de disponibilidad de equipos y seguridad de trabajadores.

7.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

Para el análisis de sensibilidad se utiliza la variación en:

- Mantenimiento, Adecuando el taller con mayor variedad de herramientas y actualizando su computador, en el primer año de ejecución del proyecto

Años	2006	2007	2008	2009
Rubros				
Ingresos				
Ahorro	\$0.00	\$10,000.00	\$13,000.00	\$15,000.00
Egresos				
Producción	\$1,602.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mantenimiento	\$0.00	\$7,300.00	\$6,830.00	\$6,830.00
Seguridad	\$0.00	\$2,000.00	\$1,955.00	\$2,248.25
Administrativos y no asegurados	\$0.00	\$5,220.00	\$5,220.00	\$5,220.00
Utilidad	-\$1,602.00	-\$4,520.00	-\$1,005.00	\$701.75
Activos fijos		\$1,522.50		
Activos diferidos		\$3,810.88		
Depreciación		\$372.75	\$372.75	\$372.75
Amortización		\$762.18	\$762.18	\$762.18
Flujo Neto	-\$1,602.00	-\$321.55	\$129.93	\$1,836.68

Cálculo del TIR

Años	Flujo Neto	0.80%
0	-\$1,602.00	-\$1,602.00
1	-\$1,021.55	-\$319.00
2	\$129.93	\$127.88
3	\$1,836.68	\$1,793.30
VAN		\$0.17

Se determina entonces que la Tasa Interna de Retorno TIR varía del 10.5%, que tenía en la evaluación anterior, a 0.80%.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- Las instalaciones físicas de este taller se encuentran en estado funcional, así como también la maquinaria y equipo que opera en el mismo.
- La norma ANSI Z49.1 posee un gran alcance en cuanto a la seguridad industrial en procesos de soldadura y corte, con lo cual ha permitido corregir falencias en la seguridad de los trabajadores, máquinas, instalaciones y los procesos.
- Es indispensable una correcta manipulación de los gases industriales que se utilizan en el taller tanto en la recepción, utilización, y almacenamiento de cilindros, para disminuir los riesgos de accidentes que se pudieren ocasionar por una incorrecta manipulación de los mismos, especialmente si son almacenados sin ninguna separación ni identificación.
- El plan de mantenimiento implementado, permitirá garantizar la confiabilidad tanto humana como de los activos y mejorar la disponibilidad operacional e inherente de la máquina y equipo utilizado en el proceso productivo de este taller.
- El sistema de seguridad industrial a implementarse, permitirá reducir riesgos de accidentes, sin embargo el comprometimiento de trabajadores y empresa son fundamentales para la correcta ejecución de este sistema de seguridad

8.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa llevar un registro histórico de accidentes ocurridos, de gravedad moderada a alta. De esta manera se podrá recopilar información para el cálculo de índices de seguridad y así poder evaluar anualmente el plan de seguridad y mejorarlo continuamente.
- Se recomienda tener en bodega el suficiente equipo de seguridad industrial para los trabajadores (especialmente guantes, tapones de oídos, gafas, cinturones lumbares y cascos) a fin de garantizar un ágil y fácil reemplazo cuando estos están defectuosos.
- Se recomienda que el área de mantenimiento de la empresa, realice una retroalimentación de las acciones que ejecuta, a fin de tener un mejoramiento continuo en el mantenimiento de los equipos.
- A partir de la implementación de este plan de mantenimiento, se deberá llevar un registro de toda acción de mantenimiento realizada en las máquinas.

ANEXOS

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

<i>OFC-A</i>	Oxyfuel Fuel Cutting Acetylene, Oxicorte con acetileno.
<i>PAC</i>	Plasma Arc Cutting, Corte con plasma.
<i>SMAW</i>	Shielded Metal Arc Welding, Soldadura de arco con electrodo revestido.
<i>GMAW</i>	Gas Metal Arc Welding, Soldadura de arco con gas de protección.
<i>FCAW</i>	Fluxed Cored Arc Welding, Soldadura de arco con gas de protección en el núcleo.

Los siguientes términos son válidos en la utilización de la norma ANSI Z49.1

Approved En el estándar significa que ha sido aceptado por la autoridad con jurisdicción.

Authority Having Jurisdiction Se refiere a la organización, oficina o responsable individual de la aprobación de equipos, instalaciones o procedimientos.

Listed Se refiere al equipo o material publicado en la lista de pruebas hechas por un laboratorio y que mantienen periódicas inspecciones de producción.

Confined Space Se refiere a espacios pequeños o restringidos como tanques, calderos, recipientes de presión o compartimientos pequeños. El confinamiento implica una pobre ventilación como resultado de la construcción, tamaño o forma más que restricción en la salida del personal.,

Cylinder Storage Refiere a los cilindros de gas comprimido almacenados y no aquellos que están en uso o conectados listos para su utilización.

Cylinders in Use Se refiere a:

- 1 Cilindros conectados para ser usados.
- 2 Un solo cilindro para cada gas a ser utilizado y listos para ser conectados.
- 3 Un día de suministro de cilindros de gas listos para ser conectados.

Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH) IDLH es una condición que indica una amenaza o pérdida de la vida, así como daños inmediatos e irreversibles en la salud.

Qualified Person Persona que por razón de entrenamiento, educación y experiencia tiene el conocimiento en las operaciones a ejecutar y tiene la competencia de juzgar los riesgos involucrados.

Shall Es usado para indicar las previsiones que son mandatorias.

Should Es usado para indicar las previsiones no mandatorias o llamadas también recomendaciones.

Unit Unidades de medida utilizadas en los valores numéricos y estará dado en el sistema de unidades comúnmente utilizado en Estados Unidos de América, y en el Sistema Internacional de unidades.

Welder “Welder” y “Welding operator” se refieren al operador del equipo de soldadura.

ANEXO B

PLANO GENERAL DE GALPON FMSB.

ANEXO C

**PLANO DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GASES
INDUSTRIALES DENTRO DE INSTALACIONES DEL TALLER, Y
PLANO DE PLACA EMPOTRABLE PARA SOSTÉN DE
TANQUES**

ANEXO D

HOJA DE COSTOS PARA IMPLEMENTACIÓN DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE CILINDROS DENTRO DE INSTALACIONES DEL TALLER

1 PARED

1.1 MATERIALES DIRECTOS

ORD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	P.TOTAL
1	Bloque 300x200x150	Bloque	150	\$0.25	\$37.50
2	Cemento	Sacos	4	\$21	\$84
3	Arena	Sacos	6	\$9	\$54
4	Pintura Blanca	Galón	1	\$14.50	\$14.50
TOTAL					\$190

1.2 MANO DE OBRA DIRECTA

ORD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	P.TOTAL
1	Albañil	Persona	1	\$40	\$40
TOTAL					\$40

1.3 COSTOS TOTALES CONSTRUCCIÓN DE PARED

ORD.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Materiales Directos	\$190
2	Mano de Obra Directa	\$40
TOTAL		\$230

2 PLACA EMPOTRABLE Y GANCHOS

2.1 MATERIALES DIRECTOS

ORD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	P.TOTAL
1	Varilla	m	5	\$0.4	\$2
2	Perfil rectangular 50x3	m	9.5	\$0.75	\$7.13
3	Cadena	m	18	\$3.50	\$63
4	Tornillo Ø ¼"	Tornillo	18	\$0.10	\$1.80
5	Taco Fisher para tornillo Ø ¼"	Taco	18	\$0.05	\$0.90
TOTAL					\$74.83

2.2 MANO DE OBRA DIRECTA

ORD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	P.TOTAL
1	Mecánico Soldador	Persona	1	\$30	\$30
TOTAL					\$30

2.3 COSTOS TOTALES CONSTRUCCIÓN DE PLACA EMPOTRABLE Y GANCHOS

ORD.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Materiales Directos	\$74.83
2	Mano de Obra Directa	\$30
TOTAL		\$104.83

3 LETREROS DE SEGURIDAD DE PARED

3.1 MATERIALES DIRECTOS

ORD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	P.TOTAL
1	Letrero de plancha de acrílico 50x20 "ALMACENAMIENTO DE CILINDROS"	letrero	1	\$8	\$8
2	Letrero de plancha de acrílico 50x20 "NO FUMAR"	Letrero	1	\$8	\$8
3	Letrero de plancha de acrílico 50x20 "OXÍGENO"	Letrero	1	\$8	\$8
4	Letrero de plancha de acrílico 50x20 "ACETILENO"	Letrero	1	\$8	\$8
5	Letrero de plancha de acrílico 50x20 "GASES INERTES"	Letrero	1	\$8	\$8
6	Letrero de plancha de acrílico 50x20 "VACÍOS"	Letrero	3	\$8	\$24
7	Letrero de plancha de acrílico 50x20 "LLENOS"	Letrero	3	\$8	\$24
TOTAL					\$88

3.2 MANO DE OBRA DIRECTA

ORD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	P.TOTAL
1	Publicista	Persona	1	\$11	\$11
TOTAL					\$11

3.3 COSTOS TOTALES ADQUISICIÓN LETREROS DE PARED

ORD.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Materiales Directos	\$88
2	Mano de Obra Directa	\$11
TOTAL		\$99

4 COCHES TRANSPORTADORES

4.1 GASTOS GENERALES

ORD.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	P.TOTAL
1	Coches transportadores de cilindros	Coche	5	\$50	\$250
TOTAL					\$250

4.2 COSTOS TOTALES ADQUISICIÓN COCHES TRANSPORTADORES

ORD.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Gastos generales	\$250
TOTAL		\$250

5 COSTOS TOTALES

ORD.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Costos totales construcción de pared	\$230.00
2	Costos totales construcción de placa empotrable y ganchos	\$104.83
3	Costos totales adquisición letreros de pared.	\$99.00
4	Costos totales adquisición coches transportadores	\$250.00
TOTAL		\$683.83

ANEXO E

TABLA PARA DETERMINAR EL CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO Y ACETILENO EN PROCESO OFC-A

Rangos de corte	Espesor material		Consumo		V corte		Consumo 1 toma		Consumo 6 tomas		Consumo 6 tomas	
			Oxigeno	Acetileno			Oxigeno	Acetileno	Oxigeno	Acetileno	Oxigeno	Acetileno
	<i>plg</i>	<i>mm</i>	<i>Kg/mm</i>	<i>Kg/mm</i>	<i>plg/min</i>	<i>mm/h</i>	<i>Kg/h</i>	<i>Kg/h</i>	<i>Kg/h</i>	<i>Kg/h</i>	<i>SCFH</i>	<i>SCFH</i>
Hasta 50 mm	1/8	3.18	0.000302	0.000019	30.0	45720.00	13.79	0.89	82.76	5.34	2074.10	160.89
	1/4	6.35	0.000343	0.000036	26.0	39624.00	13.57	1.42	81.43	8.51	2040.78	256.36
	3/8	9.53	0.000383	0.000052	24.0	36576.00	14.02	1.91	84.12	11.44	2108.33	344.58
	1/2	12.70	0.000424	0.000068	22.0	33528.00	14.22	2.30	85.32	13.77	2138.45	414.80
	3/4	19.05	0.000506	0.000101	20.0	30480.00	15.42	3.08	92.50	18.49	2318.25	556.98
	1	25.40	0.000587	0.000134	18.0	27432.00	16.11	3.67	96.69	22.02	2423.21	663.18
	1 1/2	38.10	0.000751	0.000199	18.0	27432.00	20.59	5.46	123.56	32.77	3096.78	986.99
	2	50.80	0.000914	0.000264	13.0	19812.00	18.11	5.24	108.65	31.43	2723.03	946.68
Mas de 50 mm	3	76.20	0.001241	0.000395	10.0	15240.00	18.91	6.02	113.44	36.12	2843.05	1087.99
	4	101.60	0.001567	0.000526	8.0	12192.00	19.11	6.41	114.64	38.45	2873.17	1158.22
	5	127.00	0.001894	0.000656	6.4	9753.60	18.47	6.40	110.82	38.41	2777.52	1156.83
	6	152.40	0.002220	0.000787	5.4	8229.60	18.27	6.48	109.63	38.86	2747.68	1170.36
	8	203.20	0.002873	0.001048	4.2	6400.80	18.39	6.71	110.35	40.25	2765.75	1212.49
	10	254.00	0.003527	0.001309	3.2	4876.80	17.20	6.39	103.19	38.31	2586.22	1154.06
	12	304.80	0.004180	0.001571	2.6	3962.40	16.56	6.22	99.37	37.34	2490.48	1124.76

La mayoría de aplicaciones de corte de metal con proceso OFC-A en el taller de estructuras metálicas de la FMSB “Santa Bárbara S.A.” involucra espesores de corte de hasta 50mm.

ANEXO F

PROFORMA DE IMPLEMENTACIÓN CENTRAL DE GAS-AGA

ANEXO G

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA Y EQUIPO DEL TALLER DE ESTRUCTURAS METÁLICAS FMSB

ANEXO H

ACCIONES DE MANTENIMIENTO A SER REALIZADAS POR EL OPERADOR DEL EQUIPO

ACCIONES DE MANTENIMIENTO A SER REALIZADAS POR EL OPERADOR DEL EQUIPO

El trabajador del taller de estructuras metálicas de la FMSB debe seguir ciertas acciones de inspección o control antes de operar la maquinaria del taller, con el fin de garantizar una buena operación de la maquinaria, buena calidad de productos y disminuir riesgos en el trabajo.

En primer lugar, el trabajador debe estar al tanto de la maquinaria y equipo disponible en el taller. Los cuales se presentan en la siguiente tabla:

MAQUINARIA Y EQUIPO DEL TALLER DE ESTRUCTURAS METÁLICAS FMSB

Item	Código SB	Descripción
1	SB-MQ-00407	Soldadora Miller Bobcat 250
2	SB-MQ-00406	Soldadora Miller Bobcat 250
3	SB-MQ-00349	Soldadora Miller CP-302
4	Sin código	Soldadora Miller CP-302
5	SB-MQ-00348	Soldadora Miller CP-302
6	SB-MQ-00347	Soldadora Miller Thunderbolt XL
7	Sin código	Soldadora Miller Thunderbolt XL
8	SB-MQ-00343	Soldadora Miller Millermatic 300
9	Sin código	Soldadora Miller Maxstar 200
10	SB-MQ-00344	Soldadora Euro turbo 200
11	SB-MQ-00344	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625
12	SB-MQ-00132	Cortadora de plasma Miller Spectrum 625
13	SB-HE-00001	Amoladora (SM)
14	SB-HE-00002	Amoladora 7" 2300W 8300RPM PERLES
15	SB-HE-00003	Amoladora 9" 2300W 6500RPM (SM)
16	SB-HE-00005	Amoladora eléctrica 7" BOSCH
17	Sin código	Pirotomo KOIKE IK-12 MAX-3
18	Sin código	Pirotomo KOIKE IK-12 MAX-3
19	Sin código	Compresor Airless
20	Sin código	Compresor Airless
21	SB-MQ-00216	Sierra alternativa
22	SB-HE-00068	Taladro de columna
23	Sin código	Taladro manual
24	SB-MQ-00319	Pórtico birriel IMOCOM cap. 16 Ton

Soldadora Miller Bobcat 250

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR				
Equipo	Motosoldadora / generador			
Procesos	SMAW GMAW FCAW GTAW			
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00407 SB-MQ-00406	
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	Bobcat 250	Nro. Serie	LF172362	LF172374
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	PDC	Panel de control		
2	MTR	Motor de combustión.		
3	ADE	Alimentador de electrodo		
4	TCH	Trocha		
5	CDG	Cilindro de gas (CO2)		
6	RGP	Regulador de presión del gas protector		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
PDC – 05	Verificación funcionamiento interruptor de encendido.	0.3	1
PDC – 10	Verificación de funcionamiento de botón de Choke.	0.3	1
PDC – 15	Verificación de accionamiento de switch de selección de proceso de soldadura.	0.3	1
PDC – 20	Verificación de funcionamiento de switch de selección de amperaje.	0.3	1
PDC – 25	Verificación de funcionamiento de selector de amperaje-voltaje	0.3	1
PDC – 30	Verificación de funcionamiento de luz de encendido	0.3	1
MTR – 5	Chequear nivel de combustible para el trabajo	5	1
MTR – 10	Limpiar derrames de combustible o aceite en el equipo durante el trabajo.	3	1
MTR – 15	Limpeza y chequeo de la superficie del arrestador de llama.	2	15
MTR – 20	Lavado de cobertor de esponja de filtro de aire.	15	15
ADE - 05	Engrase del carrete alimentador de electrodo	5	15
ADE - 10	Inspección de los controles de accionamiento, voltaje y	0.3	1

	velocidad del alimentador de electrodo.		
ADE – 15	Verificación de la fijación del alimentador de electrodo a la fuente de poder.	0.5	1
ADE -20	Verificación del ajuste del conducto de gas (CO2).	0.3	5
ADE - 25	Verificación del ajuste de los terminales de la fuente de poder al alimentador de electrodo.	3	5
CDG – 05	Verificación de fugas en el cilindro de gas (CO2)	2	1
CDG – 10	Verificación de la carga del cilindro de gas (CO2)	0.3	1
RGP – 10	Inspección de la fijación del regulador de presión en la válvula del cilindro de gas (CO2)	0.3	10
TCH – 05	Limpieza de la torcha	5	1
TCH – 15	Inspección de las conexiones a la torcha	5	1

Soldadora Miller Thunderbolt XL

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR				
Equipo	Soldadora			
Procesos	SMAW			
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00347	SC
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	Thunderbolt XL	Nro. Serie	LF170975Y	LF170978Y
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	CDM	Cable de masa		
2	PDC	Panel de control		
3	PED	Porta electrodo		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa.	5	15
PDC – 05	Verificación del funcionamiento del switch de encendido.	0.3	1
PDC – 10	Verificación del funcionamiento del switch para modo (AC/DC).	0.3	1
PDC – 15	Verificación del funcionamiento del control de voltaje.	0.3	1
PED – 05	Limpieza del porta electrodo.	2	15
PED – 10	Inspección de las conexiones del porta electrodo.	0.3	1
PED – 15	Inspección ajuste de los tornillos del porta electrodo.	0.3	1

Soldadora Miller CP- 302

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR				
Equipo	Soldadora Automática			
Procesos	GMAW FCAW			
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00349	SC
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	CP-302	Nro. Serie	LE233601	LE276421
Items	Código	Especificaciones Técnicas		
1	CDM	Cable de masa.		
2	PDC	Panel de control.		
3	ADE	Alimentador de electrodo.		
4	CDG	Cilindro de gas (CO2).		
5	RGP	Regulador de presión del gas protector.		
6	TCH	Torcha.		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa.	5	15
PDC – 05	Verificación de funcionamiento de switch de encendido.	0.3	1
PDC – 10	Verificación del funcionamiento del voltímetro y amperímetro.	0.3	1
PDC – 15	Verificación del funcionamiento del control de voltaje	0.3	1
PDC – 20	Verificación del funcionamiento de la luz piloto.	0.3	1
ADE – 05	Engrase del carrete alimentador de electrodo	5	15
ADE – 10	Verificación de los controles de accionamiento, voltaje y velocidad de alimentación del alimentador de electrodo.	1	1
ADE – 15	Verificación de la fijación del alimentador de electrodo a la fuente de poder (CP-302)	0.3	1
ADE -20	Verificación del ajuste del conducto de gas (CO2).	1	5
ADE – 25	Verificación del ajuste de los terminales de la fuente de poder al alimentador de electrodo.	3	5
CDG – 05	Verificación de fugas en el cilindro de gas (CO2)	2	1
CDG – 10	Verificación de la carga del cilindro de gas (CO2)	0.3	1

RGP – 10	Inspección de la fijación del regulador de presión en la válvula del cilindro de gas (CO2)	1	10
TCH – 05	Limpieza de la torcha	5	1
TCH – 15	Inspección de las conexiones a la torcha	5	1

Soldadora Millermatic 300

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR			
Equipo	Soldadora		
Procesos	GMAW		
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00343
Cantidad	1	Origen	USA
Modelo	Millermatic 300	Nro. Serie	LC067829
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas	
1	PDC	Panel de control	
2	TCH	Torcha	
3	RGP	Regulador de presión del gas protector	
4	CDG	Cilindro de gas (CO2)	
5	SCG	Sujeción cilindro de gas	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
PDC – 05	Verificación funcionamiento perilla de voltaje	0.3	1
PDC – 10	Verificación funcionamiento perilla control de velocidad de alambre	0.3	1
PDC – 15	Verificación encendido de equipo y luz piloto	0.3	1
PDC – 20	Verificación funcionamiento switch de encendido	0.3	1
TCH – 10	Limpieza de la torcha.	5	1
TCH – 15	Verificación de funcionamiento de la torcha.	2	1
RGP – 05	Verificación de correcta fijación del regulador de presión al cilindro/ Inspección de fugas.	3	7
RGP – 10	Verificación del funcionamiento del manómetro.	0.5	1
CDG – 05	Control de carga de CO2 del cilindro.	0.5	1
SCG – 15	Control de utilización de cordón para sujeción de cilindro	0.5	1

Soldadora Miller Maxstar 200

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR			
Equipo	Soldadora		
Proceso	GMAW SMAW		
Fabricante	Miller	Código	Sin Código
Cantidad	1	Origen	USA
Modelo	Maxstar 200	Nro. Serie	LF194651
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	PDC	Panel de control	
2	TCH	Torcha	
3	RGP	Regulador de presión del gas protector	
4	CDG	Cilindro de gas (CO2)	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
PDC – 05	Verificación funcionamiento perilla de control de codificador	0.3	1
PDC – 10	Verificación funcionamiento display de lecturas de parámetros.	0.3	1
PDC – 15	Verificación funcionamiento display voltímetro.	0.3	1
PDC – 20	Verificación funcionamiento botón de controles de proceso.	0.3	1
PDC – 25	Verificación funcionamiento botón de controles de salida.	0.3	1
PDC – 30	Verificación funcionamiento botón de control de amperaje.	0.3	1
PDC – 35	Verificación funcionamiento botón de ajuste de controles.	0.3	1
PDC – 40	Verificación funcionamiento interruptor encendido.	0.3	1
PDC – 45	Verificación funcionamiento botón de control de pulsación (proceso TIG).	0.3	1
PDC – 50	Verificación funcionamiento botón de control de secuenciador (proceso TIG).	0.3	1
TCH – 10	Limpieza de la torcha.	5	1
TCH – 15	Verificación de funcionamiento de la torcha.	2	1

RGP – 05	Verificación de correcta fijación del regulador de presión al cilindro/ Inspección de fugas.	3	1
RGP – 10	Verificación del funcionamiento del manómetro.	0.5	1
CDG – 05	Control de carga de CO2 del cilindro.	0.3	1

Soldadora Euro Turbo 200

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR			
Equipo	Soldadora		
Procesos	SMAW		
Fabricante	Desconocido	Código	SC
Cantidad	1	Origen	Desconocido
Modelo	Euro Turbo 200	Nro. Serie	H-02-170167
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CDM	Cable de masa	
2	PDC	Panel de control	
3	PED	Porta electrodo	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa	5	15
PDC – 05	Inspección del funcionamiento del switch de encendido	0.3	1
PDC – 10	Verificación del funcionamiento del control de amperaje	0.3	1
PDC – 15	Verificación del funcionamiento del control de voltaje	0.3	1
PED – 05	Limpieza del porta electrodo	5	15
PED – 10	Inspección de las conexiones del porta electrodo	0.5	1
PED – 15	Inspección del ajuste de los tornillos del porta electrodo	0.3	1

Cortadora de plasma Miller Spectrum 625

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR				
Equipo	Cortadora de plasma			
Proceso	Corte con plasma			
Fabricante	Miller	Código	SB-MQ-00132	SC
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	Spectrum 625	Nro. Serie	LC667487	LC412739
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	CDM	Cable de masa.		
2	PDC	Panel de control.		
3	ADG	Alimentación de Gas (Aire / N2).		
4	TCH	Trocha.		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
CDM – 05	Revisión y ajuste del cable de masa	5	15
PDC – 05	Verificación de funcionamiento del switch de encendido.	0.3	1
PDC – 10	Verificación del funcionamiento del manómetro de presión para el corte.	0.3	1
PDC – 15	Verificación del funcionamiento del control de amperaje.	0.3	1
PDC – 20	Verificación del funcionamiento de las luces indicadoras de estado.	0.3	1
ADG – 05	Verificación de la hermeticidad en la conexión de ingreso del suministro de aire/N2.	0.5	1
ADG – 10	Verificación de la presión de entrada del suministro de aire.	0.5	1
TCH – 05	Limpieza de la torcha.	5	1
TCH – 15	Inspección de las conexiones a la torcha	5	1

Amoladora eléctrica.

Se cuenta con cuatro equipos de este tipo, para los cuales es válido la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR			
Equipo	Amoladora angular.		
Proceso	Esmerilado		
Fabricante	SM PERLES SM BOSCH	Código	SB-HE-00001 SB-HE-00002 SB-HE-00003 SB-HE-00005
Cantidad	4	Origen	SC
Modelo	Angular	Nro. Serie	SC
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CAE	Cable de alimentación eléctrica.	
2	SEN	Switch de encendido.	
3	MEL	Motor eléctrico.	
4	DCO	Disco de desbaste.	
5	SDD	Sujeción disco de desbaste.	
6	CDD	Cubierta protectora de disco de desbaste.	
7	MSU	Mango de sujeción.	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
CAE – 15	Control de buena conexión de enchufe.	0.3	1
SEN – 05	Verificación de funcionamiento de encendido.	0.3	1
MEL – 20	Asegurarse de no humedecer el bobinado del motor con agua ni aceite	1	1
DCO – 05	Asegurarse de que el disco este libre de rajaduras o defectos superficiales.	1	1
SDD – 05	Verificar sujeción firme de disco de desbaste con arandela y contratuerca.	0.5	1
CDD – 05	Verificar sujeción de cubierta protectora de disco.	1	1
MSU –05	Revisión de ajuste de mango de sujeción, antes de operar.	0.5	1

Pirotomo.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR				
Equipo	Pirotomo			
Procesos	Trabajo automático para soldadura y oxicorte/plasma			
Fabricante	KOIKE	Código	SC	SC
Cantidad	2	Origen	Japón	
Modelo	IK – 12Max3	Nro. Serie	SN	SN
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas		
1	MEL	Motor eléctrico		
2	PDC	Panel de control		
3	RGU	Riel guía		
4	CEL	Conexión eléctrica		
5	CAR	Carcaza		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
MEL – 20	Asegurarse de que el bobinado no entre en contacto con agua ni aceite de lubricación	1	1
PDC – 05	Inspección del funcionamiento de la luz indicadora de estado.	0.3	1
PDC – 10	Inspección del funcionamiento del switch para el cambio de sentido de movimiento	0.3	1
PDC – 15	Inspección del funcionamiento de la perilla para el control de la velocidad	0.3	1
PDC – 20	Inspección del funcionamiento de la palanca de accionamiento	0.3	1
RGU – 05	Inspección de la regularidad de las guías	1	1
CEL – 05	Inspección del enchufe al cable de alimentación eléctrica	1	1
CEL – 10	Inspección del estado del cable de alimentación eléctrica	0.5	1
CEL – 15	Control del estado de los terminales del puerto de conexión para alimentación eléctrica.	0.3	1
CAR – 05	Inspección del estado de la carcaza	0.5	1

Compresor Airless

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR				
Equipo	Compresor Airless			
Procesos	Pintado			
Fabricante	Graco	Código	SC	SC
Cantidad	2	Origen	USA	
Modelo	Ultra 395	Nro. Serie		
Items	Código	Especificaciones Técnicas		
1	MEL	Motor eléctrico del compresor		
2	MBC	Mecanismo Biela – Cigüeñal		
3	FIL	Filtro		
4	PDS	Pistola de servicio		
5	CEL	Conexión eléctrica		
6	CAR	Carcaza		

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
MEL – 05	Verificación de la sujeción del motor eléctrico	0.3	1
MBC – 05	Inspección de la lubricación del pistón	5	1
FIL – 05	Inspección de la limpieza del filtro	5	1
PDS – 05	Verificación del funcionamiento de la palanca de accionamiento	0.3	1
PDS – 10	Inspección del ajuste de la manguera a la pistola	0.3	1
CEL – 05	Inspección del enchufe al cable de alimentación eléctrica	0.3	1
CEL – 10	Inspección de recubrimiento del cable de alimentación eléctrica	1	1
CAR – 05	Inspección del estado de la carcaza	1	1

Sierra Alternativa

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR			
Equipo	Sierra alternativa.		
Procesos	Corte de metal		
Fabricante	SF	Código	SB-MQ-00216
Cantidad	1	Origen	SO
Modelo	SM	Nro. Serie	SN
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CAE	Cable de alimentación eléctrica.	
2	SEN	Switch de encendido.	
3	BST	Bastidor o mesa soporte.	
4	MDZ	Mordazas para ajuste de pieza a cortar.	
5	SDC	Sierra de corte.	
6	RRF	Reservorio de refrigerante.	
7	PRF	Mangueras y tubería de conducción de refrigerante.	
8	BRF	Bomba para refrigerante.	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
CAE – 15	Control de buena conexión de enchufe.	0.3	1
SEN – 05	Verificación de funcionamiento de encendido.	0.3	1
BST – 05	Limpieza con escobilla.	5	1
MDZ – 05	Verificación de funcionamiento de ajuste de mordaza.	1	1
SDC – 05	Inspección de correcta fijación.	1	1
RRF – 05	Verificar nivel de refrigerante.	0.3	1
PRF – 05	Verificar salida de refrigerante.	0.3	1
BRF – 05	Verificar funcionamiento de bomba.	0.5	1

Taladro de columna

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR			
Equipo	Taladro de columna.		
Proceso	Taladrado		
Fabricante	SM	Código	SB-HE-00068
Cantidad	1	Origen	SC
Modelo	SC	Nro. Serie	SN
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CAE	Cable de alimentación eléctrica.	
2	SEN	Switch de encendido.	
3	MEL	Motor eléctrico.	
4	MDR	Mandril	
5	MDM	Mecanismo para desplazamiento de mandril.	
6	POL	Transmisión de poleas	
7	BSE	Base para apoyo de piezas	
8	BRC	Broca	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
CAE – 15	Control de buena conexión de enchufe.	0.3	1
SEN – 05	Verificación de funcionamiento de encendido.	0.3	1
MEL – 20	Asegurarse de no humedecer el bobinado del motor con agua ni aceite	1	1
MDR – 10	Verificación de ajuste de mordazas.	1	1
MDM – 05	Verificación de funcionamiento de desplazamiento de mandril.	0.3	1
POL – 05	Verificación de la tensión de bandas	5	1
BSE – 05	Verificación de ajuste de base de apoyo.	1	1
BRC – 05	Verificar sujeción firme de broca en mandril para operación.	0.3	1

Taladro Manual

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR			
Equipo	Taladro eléctrico.		
Proceso	Taladrado		
Fabricante	SM	Código	SC
Número	1	Origen	SC
Modelo	SC	Nro. Serie	SC
Ítems	Código	Especificaciones Técnicas	
1	CAE	Cable de alimentación eléctrica.	
2	SEN	Switch de encendido.	
3	MEL	Motor eléctrico.	
4	BRC	Broca	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
CAE – 15	Control de buena conexión de enchufe.	0.3	1
SEN – 05	Verificación de funcionamiento de encendido.	0.3	1
MEL – 20	Asegurarse de no humedecer el bobinado del motor con agua ni aceite	1	1
MDR – 10	Verificación de ajuste de mordazas.	0.3	1
BRC – 05	Verificar sujeción firme de broca en mandril para operación.	0.3	1

Pórtico Birriel

Se cuenta con un equipo de este tipo, para el cuales es válido la siguiente ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO A REALIZAR POR EL OPERADOR			
Equipo	Pórtico Birriel		
Proceso	Transporte de material		
Fabricante	IMOCOM	Código	SB-MQ-00319
Número	1	Origen	
Modelo		Nro. Serie	1102110-615
Items	Código	Especificaciones Técnicas	
1	RLP	Rieles del puente.	
2	CDE	Carro de elevación.	
3	MDC	Mandos de control.	
4	IEL	Instalaciones eléctricas.	

Código	Acción a ejecutar.	Tiempo previsto (min)	Frecuencia
			Día(s)
RLP – 05	Verificar no presencia de obstáculos en el recorrido.	1	1
CDE – 05	Verificación de funcionamiento.	1	1
MDC – 05	Verificar funcionamiento de mando de control.	1	1
IEL – 05	Verificar el cierre de la caja de circuitos de control.	1	1

ANEXO I

ACCIONES A SER REALIZADAS POR LAS AREAS DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

ANEXO J

DESCRIPCION DE COSTOS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCION DE TRES CAMAS BAJAS