



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN
PÚBLICA
PUEBLA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

EXPEDIENTE: DII/039/2019

ASUNTO: Dictamen para Titulación Integral
San Martín Texmelucan, Puebla, a 11 de julio de 2019

MIGUEL PALACIOS VÁZQUEZ
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRESENTE:

En respuesta a su solicitud de titulación integral con el proyecto: "PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEO DE LÍNEA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A DE C.V" Me es grato informarle que fue **aceptado**. En modalidad TESIS y se confirma como asesor a: **Mtro. José Luis Méndez Hernández**

Por lo que le solicito ponerse en contacto con su asesor/a, en caso de ser necesario.

Además le informo que deberá pasar al Departamento de Servicios Escolares, a que le revisen su documentación.

ATENTAMENTE

"FORMACIÓN TECNOLÓGICA DE VANGUARDIA PARA EL DESARROLLO REGIONAL"

DIVISION DE INGENIERIA INDUSTRIAL

c.c.p. Subdirección de Estudios Profesionales.- psc.
Departamento de Servicios Escolares.-psc.
Expediente.

ITSSMT-AC-NOR-01-FO-04
REV. 01

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Camino a Barranca de Pesos S/N San Lucas Atoyatenco
San Martín Texmelucan, Puebla. C.P. 74120
Tel. (01 248) 1 11 11 32, (01 248) 1 11 11 33
Remarcación corta: 3295 y 3296
Correo: direccion.general@itssmt.edu.mx
www.itssmt.edu.mx



Nivel 1
Ingeniería Electromecánica
Comités Interinstitucionales
para la Evaluación de la Educación Superior, A.C.



Nivel 1
Ingeniería Ambiental
Comités Interinstitucionales
para la Evaluación de la Educación Superior, A.C.





Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

San Martín Texmelucan, Puebla a 11 de julio de 2019
Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

ING. DAMIÁN HUERTA GARCÍA
ENCARGADO DE LA SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES DEL
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN
PRESENTE:

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre de la estudiante egresado:	Miguel Palacios Vázquez
Carrera:	Ingeniería Industrial
No. de control:	14270047
Nombre del proyecto:	"PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEO DE LÍNEA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A DE C.V"
Producto:	TESIS

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

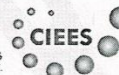
"FORMACIÓN TECNOLÓGICA DE VANGUARDIA PARA EL DESARROLLO REGIONAL"

[Handwritten Signature]
DIVISION DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Nombre y firma del asesor/a	Nombre y firma del revisor/a*	Nombre y firma del revisor/a *
Mtro. José Luis Méndez Hernández <i>[Handwritten Signature]</i>	N/A	N/A

* Solo aplica para el caso de tesis o tesina.

c.c.p.- Expediente





SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN
PÚBLICA
PUEBLA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MEXICO



ITSSMT
Instituto Tecnológico Superior
de San Martín Texmelucan

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

ASUNTO: Autorización de Entrega
De Informe de Titulación Integral
San Martín Texmelucan, Puebla a 11 de julio de 2019

MIGUEL PALACIOS VÁZQUEZ
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRESENTE:

De acuerdo a la normatividad vigente de nuestro instituto y habiendo cumplido con todas las indicaciones que el comité revisor le hizo respecto a su informe de titulación integral titulado proyecto: "PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEO DE LÍNEA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A DE C.V" Comunico a Usted que:

HA SIDO LIBERADA Y SE LE AUTORIZA PARA QUE PROCEDA A LA FORMALIZACION DEL MISMO

Para lo cual deberá entregar a 4 ejemplares en disco compacto (CD, en el formato establecido) en un plazo de diez días hábiles contados a partir de la fecha del presente.

Es importante mencionar que usted deberá elegir la manera en que conservará su trabajo de titulación (libro, disco, etc.) y éste es independiente de los 4 discos antes mencionados.

ATENTAMENTE

"FORMACIÓN TECNOLÓGICA DE VANGUARDIA PARA EL DESARROLLO REGIONAL"



DIVISION DE
INGENIERIA
INDUSTRIAL

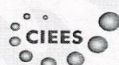
DIVISION DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

c.c.p. Expediente
DHG/jmde*

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Camino a Barranca de Pesos S/N San Lucas Atoyatenco
San Martín Texmelucan, Puebla. C.P. 74120
Tel. (01 248) 1 11 11 32, (01 248) 1 11 11 33
Remarcación corta: 3295 y 3296
Correo: direccion.generala@itsmt.edu.mx
www.itsmt.edu.mx



Nivel 1
Ingeniería Electromecánica
Comités Interinstitucionales
para la Evaluación de la Educación Superior, A.C.



Nivel 1
Ingeniería Ambiental
Comités Interinstitucionales
para la Evaluación de la Educación Superior, A.C.



ITSSMT-AC-NOR-01-FO-08
REV. 01

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan



DIVISIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE
BALANCEO DE LÍNEA EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CORPORATIVO
INDUSTRIAL FLO S.A DE C.V”**



PRESENTA:

Miguel Palacios Vázquez

**Para obtener el Título de Lic. Ingeniero
Industrial**

**ASESOR: Dr. José Luis Hernández
Méndez**

San Martín Texmelucan, Puebla, Julio 19 del 2019

Resumen

El proyecto está basado en el balanceo de línea de la producción de productos para iluminación fluorescente y LED, para ello lo principal que se realizó fue un estudio de análisis ABC para poder conocer los productos que le generan mayor volumen de luminaria fluorescente y LED dentro de la empresa en ese momento.

Se identificaron las áreas de trabajo y las operaciones de todo el proceso productivo las cuales son: corte, trazo, troquelado, doblado, integrado, lavado, pintura, curado, armado y almacén de producto terminado, con el fin de obtener datos representativos del producto para saber cuáles son las principales problemáticas existentes en la empresa.

Se realizó un diagnóstico general de la empresa para calcular sus niveles de OEE (por sus siglas en inglés, Overall Equipment Effectiveness) o efectividad general de los equipos así también un estudio de tiempos y un diagrama de operaciones para obtener el tiempo estándar, posteriormente se realizó un mapeo de flujo de valor para identificar las áreas del proceso donde se tiene o tiende a tener desperdicios para poder definir oportunidades de mejora, aplicando herramientas y métodos de ingeniería.

Las propuestas de mejora que se definieron en base a la problemática actual de la empresa fueron:

Hacer un Balanceo de líneas para analizar y eliminar posibles cuellos de botella, delegando a cada estación los operadores necesarios, para aumentar el tiempo productivo de las operaciones.

Realización de hoja de operaciones, para conocer mejor las actividades a realizar, así como las actividades de montajes de algunas máquinas.

También se propone que se aplique un plan de mantenimiento preventivo, el cual consta principalmente de un programa, con el apoyo de una ficha técnica y una hoja de inspección para maquinaria.

Se propuso aplicar 5'S en el área de troquelado, en el área de pintura, para facilitar la tarea o actividades diarias, creando un área de trabajo ordenada, limpia e identificada con ayudas visuales.

Con la ayuda de una técnica de apoyo (Vehículo) fluidor podremos facilitar la ejecución de las operaciones a los operadores así también disminuir los riesgos de sufrir alguna lesión. Así como utilizar mejor el área, ya que con la ayuda de esta técnica tendremos más espacio, disminuyendo las mesas de trabajo por un carro fluidor, esta técnica nos ayudara mejorar los tiempos de traslado.

Agradecimientos y Dedicatorias:

La realización de este proyecto de residencias está dedicada sin duda a las personas que confiaron en mí, me ayudaron a fundamentar el proyecto y mis propósitos como estudiante. Sin ellos y sin su apoyo jamás hubiera realizado lo que hasta ahora se ha logrado, el demostrar aptitudes y valores comprometedoras, compromiso y responsabilidad me han guiado para la realización del presente proyecto.

Este proyecto es el resultado del apoyo de los docentes como del ingeniero externo que me apoyo durante mi estadía en la empresa, en donde se realizó dicho producto, agradeciendo su estancia y sus conocimientos, que nos brindaron en este ciclo escolar.

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
Introducción	2
1.1 Problemas a Resolver Priorizándolos	3
1.2 Objetivos Generales y Específicos	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.3 Justificación	6
1.4 Alcances y Limitaciones	7
1.4.1 Alcances	7
1.4.2 Limitaciones:	7
1.5 Hipótesis	8
CAPÍTULO II ESTADO DEL ARTE	10
2.1 Estado del Arte	11
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO	16
3.1 Eficacia general de los equipos – OEE (Overall Equipment Effectiveness)	17
3.1.1 Performance	17
3.1.2 Disponibilidad	18
3.1.3 Calidad	18
3.1.4 Actuación	18
3.1.5 Producción perfecta	19
3.1.6 OEE	20
3.1.7 Métricas del piso de la planta	21
3.2 Diagrama de Flujo	22
3.2.1 Historia de diagrama de flujo	22
3.2.2 Cómo planificar y dibujar un diagrama de flujo básico	23
3.3 Análisis ABC	27
3.3.1 Historia	29
3.3.2 Clasificación de zonas por control	29
3.4 Estudio de tiempos	32
3.4.1 Historia del estudio de tiempos y movimientos	32
3.4.2 El estudio de tiempos	33

3.4.3	Objetivos del estudio de tiempos	34
3.4.5	Tiempo Estándar	35
3.4.6	Aplicaciones del tiempo estándar	35
3.4.6.1	Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar	36
3.4.6.2	Cálculos para tiempo estándar	37
3.6	Tiempo ciclo	39
3.7	Takt time.....	40
3.8	Desperdicios que establece el pensamiento esbelto.....	41
3.9	Principales contribuyentes de los desperdicios	44
3.10	VSM.....	46
3.10.1	Elaborar el VSM actual.....	46
3.10.2	Mapeo de flujo valor - VSM (Value stream Mapping)	47
3.10.3	Tipos de residuos	49
3.10.4	Seleccione el producto o familia de productos	50
3.10.5	Recopilar datos de proceso	50
3.10.6	Linea de tiempo	51
3.11	Balanceo de líneas	52
3.12	Hoja de instrucción	57
3.13	SMED	59
3.14	Mantenimiento	63
3.14.1	Mantenimiento preventivo.....	63
3.14.2	TPM (Total Productive Maintenance)	64
3.15	5´S.....	70
3.16	Ergonomía	75
3.16.1	Historia	75
	Recomendaciones y principios antropométricos	81
	CAPÍTULO IV_MARCO REFERENCIAL.....	82
4.1	Descripción de la empresa u organización	83
4.1.1	Misión	84
4.1.2	Visión.....	84
4.1.3	Valores	84

4.2 Organigrama.....	85
4.3 Lay – out Corporativo Industrial FLO S.A DE C.V.	86
4.4 Descripción del puesto o área de trabajo en la que participó el estudiante.....	87
4.5 Ubicación de la empresa	88
CAPÍTULO V PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS (MÉTODO APLICADO)	89
5.1 OEE actual de la empresa.....	90
5.1.1 Tiempo de operación total	90
5.1.2 Tiempos muertos programados.....	90
5.1.3 Tiempo disponible	91
5.1.4 Velocidad actual de operación.....	91
5.1.5 Velocidad esperada de operación	92
5.1.6 Piezas buenas vs. Piezas totales	93
5.2 Diagrama de Flujograma para la fabricación del producto Capfce 32 watts, cal-24	98
5.3 Mediante un Análisis ABC	99
5.3.1 Matriz de procesos, clasificación de productos	102
5.4 Identificación de actividades de estructura Capfce 2X32 watts cal-24 con componentes.....	103
5.4.1 Área de corte.....	103
5.4.2 Área de Trazo.....	104
5.4.3 Área de Troquelado.....	104
5.4.4 Área de Doblado.....	105
5.4.5 Área de Integrado y sus componentes	106
5.4.6 Área de Lavado	108
5.4.7 Área de Pintura.....	108
5.4.8 Área de Curado por Bacheo.....	109
5.4.9 Área de Armado	110
5.4.10 Área de Empaque.....	110
5.5 Estudio de tiempos	111
5.6 Tamaño de muestra	111
5.7 Tiempos estándar	112

5.8 Tiempo disponible por área	119
5.10 VSM (Value Stream Mapping)	123
5.11 Balanceo de líneas	127
5.12 Hoja de instrucción de operaciones.....	139
5.13 SMED	146
5.14 Plan de mantenimiento preventivo	154
5.14.1 Programa de mantenimiento	154
5.14.2 Programa de inspección y verificación de mantenimiento.....	158
5.14.3 Plan de mantenimiento preventivo ficha técnica.....	162
5.15 5 ´S.....	165
5.16 Ergonomía de transporte	180
Resultados.....	181
Recomendaciones y conclusiones	187
Anexos	189
ANEXO A: Análisis ABC	190
ANEXO B: Actividades, descripción del proceso.....	191
ANEXO C: Estudio de tiempos	215
ANEXO D: Tiempos estándar.....	219
ANEXO E: Tiempos estándar vs tatk time	222
ANEXO F: Identificación de las áreas de la empresa	225
ANEXO G: Hoja de instrucción de operaciones	227
ANEXO H: Plan de mantenimiento	232
ANEXO I: 5 ´S	235
Referencias	238
Agradecimientos.....	240
GLOSARIO	241

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 3.1 OEE, Estándares de la industria. Fuente: recuperado el 10 de febrero del 2019.....	21
Figura: 3.2 Diagrama de Flujo. Fuente: Méndez, 2019.	23
Figura: 3.3 clasificación ABC. Fuente: Análisis o segmentación ABC para la clasificación.com. recuperado el 10 de febrero del 2019	27
Figura. 3.4 Porcentaje de productos. Fuente: ABC para la clasificación.com. recuperado el 10 de febrero del 2019	30
Figura: 3.5 Clase y representación ABC. Fuente: ABC para la clasificación.com. recuperado el 10 de febrero del 2019	31
Figura.3.6 Hoja de estudio de tiempos. Fuente: Estudio del trabajoll.ingenieriaindustrial.com. recuperado el 12 de febrero del 2019	34
Figura: 3.7 Tamaño de la muestra. Fuente: Estudio del trabajo ll.ingenieriaindustrial.com. recuperado el 12 de febrero del 2019	38
Figura: 3.8 valores de confianza. Fuente: Probabilidad y estadística. Learning.gob.mx. recuperado el 12 de febrero del 2019	39
Figura: 3.9 formula de Tack Time. Fuente: lean Manufacturing.com. recuperado el 13 de febrero del 2019.	41
Figura: 3.10 sobreproducción. Fuente: Sobré producción.com. recuperado el 15 de febrero del 2019.	42
Figura: 3.11 Defectos. Fuente: Internet. Defectos. Com. Recuperado el 15 de febrero del 2019.	42
Figura: 3.12 Transporte. Fuente: Internet. Transporte.com. recuperado el 15 de febrero del 2019.	43
Figura: 3.13 Inventarios innecesarios. Fuente: Internet. Inventarios.com. recuperado el 15 de febrero del 2019.	43
Figura: 3.14 Movimientos. Fuente: Internet. Movimientos.com. recuperado el 15 de febrero del 2019	44
Figura: 3.15 Tiempos de espera. Fuente: Internet. Tiempos espera.com. recuperado el 15 de febrero del 2019	44
Figura. 3.16 Iconos del mapeo de flujo de valor. Fuente: VSM. Lean Manufacturing.com.recuperado el 17 de febrero del 2019	48
Figura: 3.17 Guía para la elaboración del VSM Fuente: Lean Manufacturing.com.recuperado el 17 de febrero del 2019.....	48

Figura: 3.18 Formulas de balanceo de linea. Fuente: Internet.com recuperado el 20 de febrero del 2019.....	56
Figura: 3.19 Hoja de instrucción de operaciones. Fuente: Intenet.com recuperado el 20 de febrero del 2019	58
Figura: 3.20 Tiempo de preparación interna/externa. Fuente: Intenet.com recuperado el 20 de febrero del 2019	60
Figura 3.21 Pilares básicos del TPM. Lean.manufacturing.com recuperado el 22 de febrero del 2019.....	66
Figura: 3.22 Ejemplo de aplicación Seiri (Clasificar). Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019.....	72
Figura 3. 23 Ejemplo aplicación Seiton (Ordenar). Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019	71
Figura 3. 24 Ejemplo de aplicación Seiso (Limpieza) Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019.....	72
Figura 3.25 Ejemplo de aplicación Seiketsu (Estandarización). Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019.	73
Figura: 3.26 Carga física, Transporte de material. Fuente: Internet. recuperado el 23 de febrero del 2019.	76
Figura: 3.27 Carga física, Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019.....	78
Figura: 3.28 Carga física. Postura correcta de levantar material. Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019.....	79
Figura: 3.29 Tamaño correcto de mesas de trabajo. Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019	80
Figura 4.1 Organigrama. Fuente. Propia, información proporcionada corporativo FLO.....	85
Figura 4.2 Lay Out. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	86
Figura 4.3 Área de producción. Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	87
Figura 4.4 Ubicación de la organización Fuente Google Maps. Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO	88

Figura 5.1 Cálculo de OEE de la empresa. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO	95
Figura 5.2 Desperdicios generados por producto: Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO	95
Figura: 5.3 Tipos de problemas que afectan al proceso: Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO	96
Figura 5. 4 Tabla de los niveles de OEE y su interpretación: Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO	96
Figura: 5.5 Diagrama de flujo. Fuente: Autoría Propia. Información proporcionada. Corporativo FLO	98
Figura. 5.6 Tamaño de muestra	111
Figura 5.7 Mapa de flujo de valor de la empresa. Fuente. Propia, información proporcionada por Corporativo FLO	124
Figura: 5.8 Tiempos ciclo vs. Takt time Fuente: Autoría. Propia, información proporcionada de Corporativo FLO	126
Figura: 5.9 Propuestas de implementación de herramientas de mejora. Fuente. Propia, información proporcionada por Corporativo FLO.....	127
Figura: 5.10 Tiempo ciclo vs. Takt time de las operaciones de la línea de gabinetes (Actual).	135
Figura: 5.11 Tiempo ciclo vs. Takt time de las operaciones de la línea de gabinetes.....	138
Figura 5.12 Hoja de instrucción de corte Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	141
Figura 5.13 Hoja de instrucción trazo. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	142
Figura 5.14. Hoja de instrucción de troquelado Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	143
Figura 5.15. Hoja de instrucción de doblado. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	144
Figura 5.16. Hoja de instrucción de integrado Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	145
Figura 5.17 Hoja de instrucción de pintura. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	146

Figura 5.18 Foto de troquel desmontado. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	149
Figura 5.19 Ficha de observación SMED de troquelado. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	150
Figura 5.20 Ficha de observación SMED. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	151
Figura 5.21 Ficha de observación SMED Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	152
Figura 5.22 Ficha de observación SMED. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	153
Figura: 5.23 Hoja de inspección y verificación de maquinaria. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	161
Figura: 5.24 Hoja de inspección y verificación de maquinaria. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	162
Figura: 5.25 Hoja de inspección y verificación de maquinaria. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	163
Figura: 5.26 Ficha técnica de reporte de mantenimiento Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	165
Figura: 5.27 Ficha técnica de reporte de mantenimiento. ejemplo. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.	166
Figura: 5.28 Clasificar. Fuente. Autoría. Propia. Información proporcionada Corporativo FLO	167
Figura: 5.29 Ordenar. Fuente. Autoría. Propia. Información proporcionada Corporativo FLO.....	168
Figura: 5.30 Limpieza. Fuente. Autoría. Propia. Información proporcionada Corporativo FLO	168
Figura 5.31 Transporte de material. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO	182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla: 5.1 Piezas Totales 2017	93
Tabla: 5.2 Piezas Totales 2018	93
Tabla 5.3 Estadísticas de problemas de calidad	94
Tabla 5.4 OEE	95
Tabla 5.5 Registro de producción del año 2018. Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO	99
Tabla 5.6 Registro de producción del año 2018. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	100
Tabla 5.7 Matriz de procesos. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.....	102
Tabla 5.8. Operaciones de área de corte.	103
Tabla 5.9 operaciones de área de Trazo	104
Tabla 5.10 operaciones de área de Troquelado.	104
Tabla 5.11. operaciones de área de Doblado.....	105
Tabla 5.12. Operaciones de área de integrado.	106
Tabla 5.13. operaciones de área de Lavado.	108
Tabla 5.14. operaciones de área de Pintura.	108
Tabla 5.15 operaciones de área de Curado por bacheo.	109
Tabla 5.16 operaciones de área de Armado.....	109
Tabla 5.17 operaciones de área de Empaque.....	110
Tabla: 5.18 Tiempo estándar de la operación de Corte de estructura.....	113
Tabla: 5.19 Tiempo estándar de la operación de trazo de estructura	114
Tabla: 5.20 Tiempo estándar de la operación de troquelado de cubre reactor	115
Tabla: 5.21 Tiempo estándar de la operación de doblado.....	116
Tabla: 5.22 Tiempo estándar de la operación integrado.....	117
Tabla: 5.23 Tiempos estándar vs tiempo ciclo	118
Tabla 5.24 Tiempos ciclo vs Takt time	125
Tabla: 25 De tiempo estándar vs takt time	129

Tabla: 5.26 Tiempo estándar de la operación de troquelado.....	130
Tabla: 5.27 Tiempo estándar de la operación de doblado	131
Tabla: 5.28 Tiempo estándar de la operación de integrado	132
Tabla: 5.29 Tiempo estándar vs takt time de integrado y lavado	133
Tabla: 5.30. Matriz de Habilidades por proceso	134
Tabla 5.31 Datos del análisis del balanceo actual	136
Tabla 5.32 Número de operarios requeridos para el proceso de producción.....	139
Tabla: 5.33 Programa de mantenimiento preventivo.....	157
Tabla: 5.34 Foto de antes y después.....	169
Tabla: 5.35 Foto de antes y después de máquinas punteadoras	170
Tabla: 5.36 Foto de antes y después de troqueles y ficheros.....	171
Tabla: 5.37 Foto de antes y después de plantillas para troquelar.....	172
Tabla: 5.38 Fotos de antes y después de ganchos de colgado	174
Tabla: 5.39 Fotos de antes y después recipientes de metal	175
Tabla: 5.40 Fotos de antes y después	176
Tabla: 5.41 Fotos de antes y después	178
Tabla: 5.42 Fotos de antes y después	179
Tabla: 5.43 Antes y Después	180

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción

Este proyecto se realizó, mediante la observación, y recolección de datos como el análisis de los mismos, pretendiendo identificar los problemas o deficiencias que se encontraron en la empresa.

Para asegurar que todas las actividades necesarias para diseñar, planificar e implementar sean efectivas y eficientes con respecto al propósito del objetivo y su misión de la empresa. Se desarrolla un balanceo de líneas debido a que en esta empresa no se conocen los tiempos de procesamiento de cada producto. Sólo se realiza por experiencia pero no por que exista una medición exacta de los productos, difundido e implementado en cada proceso de producción que ayude a prevenir anticipadamente la mala producción dentro de la empresa utilizando técnicas de manufactura esbelta, es decir, deben de ser rentables para obtener beneficios positivos, sociales y económicos, así como proporcionar al cliente o usuario productos de calidad por lo cual los sistemas que integran a las empresas deben de ser eficientes y robustos para conseguir sus objetivos deseados o esperados.

Una de las primeras actividades fue realizar un diagnóstico para identificar los niveles de OEE (por sus siglas en inglés, Overall Equipment Effectiveness) o efectividad general de los equipos, así también se hizo un levantamiento de problemáticas que se encuentran en el área de producción de la empresa FLO, posteriormente el enfoque fue hacia un solo producto mediante un análisis de estudios ABC, para identificar cual es el producto más vendido y que mayor volumen tiene dentro de la empresa.

1.1 Problemas a Resolver Priorizándolos

En el proyecto desarrollado en la empresa “CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE. C.V.” se realizó un diagnóstico para saber los niveles de efectividad general de los equipos, se hizo un análisis ABC para identificar, ¿Cuáles productos son los que se venden más en la organización?, mediante este análisis se obtuvo una matriz proceso-producto para identificar los productos que se relacionan en el proceso e identificar las diferentes familias de productos que se encuentran.

Por otro lado, para el desarrollo de sus productos cuenta con diversas áreas entre las cuales se encuentran: área de Corte; Primer proceso en el cual pasan todos los componentes y estructura de los gabinetes, corte de componentes y estructuras, Trazo, Troquelado, Doblado, Integrado, lavado, Pintura, Curado, Armado, Empaque.

Algunas problemáticas que se encontraron dentro del área de producción las cuales generan un proceso ineficiente son las siguientes:

- Laminilla desprendida de marco
- Ventilación descentrada
- Despunte a 45° fuera de tolerancias
- Doble mal realizado

Es por ello que el desarrollo de éste proyecto busca brindar propuestas integrando diversos métodos y herramientas de la ingeniería industrial, basadas en la manufactura esbelta buscando diversas soluciones a la problemática actual con la finalidad de mejorar el funcionamiento general del proceso de iluminación fluorescente y LED.

1.2 Objetivos Generales y Específicos

1.2.1 Objetivo General

Propuesta de balanceo de líneas controlando y midiendo los procesos, nos ayudara a eficientar cada uno de los procesos logrando eliminar con ello desperdicios tanto de material como de mudas; y como consiguiente elevar el nivel de productividad y calidad. Utilizando técnicas de la ingeniera industrial como de lean Manufacturing en el área de producción de la empresa CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A DE. C.V

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico general de la empresa para calcular sus niveles de OEE (por sus siglas en inglés, Overall Equipment Effectiveness) o efectividad general de los equipos. (Medición y mejoramiento de la productividad)
- Realizar propuesta de Flujograma del proceso de iluminación fluorescente y LED. (Control Estadístico de la calidad)
- Realizar un ABC de productos de la empresa como también una matriz de proceso para identificar qué productos son lo de mayor impacto en ventas. (Administración de Operaciones I)
- Ejecutar un estudio de tiempos de las operaciones del producto Capfce 2X32 watts, cal-24, para evaluar el tiempo ciclo actual del producto de la empresa. (Estudio del trabajo I)
- Realizar un mapeo de flujo de valor (VSM) para identificar las mayores pérdidas dentro del proceso productivo. (Sistemas de manufactura)
- Desarrollar un balanceo de líneas del proceso productivo de iluminación fluorescente y LED para equilibrar las operaciones. (Estudio del trabajo II)

- Propuesta de SMED en el área de troquelado para disminuir los tiempos de montaje con el apoyo de una hoja de instrucción de operaciones. (Gestión de los sistemas de Calidad)
- Hacer una propuesta para la realización de un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción. (Administración del mantenimiento)
- Realizar ayudas visuales en el área de producción para un mejor entendimiento de las actividades y su desarrollo, 5´S. (Ingeniería de calidad)
- Analizar y proponer mejoras al equipo y herramientas de trabajo, con el fin de facilitar la ejecución de las operaciones. (Ergonomía)

1.3 Justificación

Al optimizar algún proceso o línea de producción, se obtiene una mejor forma de trabajo o al desarrollar las actividades de la mejor manera y como consecuencia nos ahorramos recursos que se utilizan dentro de los procesos, por ejemplo: mano de obra, materia prima, tiempo, disminución de actividades.

Así como disminuir las pérdidas de material ya que esto es un problema dentro de la empresa, retrabajo, así como los cuellos de botella que se pueden encontrar en la empresa.

Las principales problemáticas de la empresa:

- Laminilla desprendida de marco
- Ventilación descentrada
- Despuntes a 45° fuera de tolerancias
- Doble mal realizado

Esto se debe al mal trabajo realizado por los operadores o por la misma maquinaria, ya que algunos problemas son consecuencia de los actos de los operadores, hacer rápido su trabajo, y mal hecho, no colocar las medidas correctas, para realizar las actividades, trazo no medido correctamente, montaje de troqueles mal realizado, ya que es una actividad donde existen cuellos de botella, por el montaje del troquel esto hace que la actividad a realizar sea ineficiente. Así como este proceso hay otros donde los montajes, y la calibración de algunas máquinas exceden de tiempo, y esto hace que sea más tardado el proceso.

Actualmente la empresa tiene alrededor de 20 años de operación, por lo que la etapa de cambios y modificaciones se hace más presente en éstos momentos, con el aumento de su demanda y de las exigencias del mercado la empresa deberá realizar algunos cambios que sean adecuados para cubrir su demanda y entregar un producto de calidad a sus clientes.

1.4 Alcances y Limitaciones

1.4.1 Alcances

Con la aplicación de la propuesta de este proyecto se podrá obtener:

- Se ofrecerán propuestas basadas en ingeniería industrial, que beneficien a la empresa, mediante diferentes herramientas, analizando y observando el resultado.
- Para la aplicación de algunos métodos o herramientas, según sea el beneficio, ideas en el área de producción, se aportan herramientas como una hoja de instrucción para los operadores, para tener mejor claro la actividad a realizar, así como también tener una mejor calidad en el producto.

La realización de este proyecto es importante para la empresa, porque de aplicarse las herramientas propuestas se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Incremento de producción
- Incremento en la eficiencia de los productos
- Mejorar la calidad del servicio.

1.4.2 Limitaciones:

- Falta de control del proceso
- Falta de capacitación al personal
- Propuestas para fomentar cultura de limpieza en los accesorios de la empresa como maquinaria.
- Resistencia al cambio por parte del personal de operaciones.

1.5 Hipótesis

H0 El gabinete Capfce no es el producto más representativo de la empresa ya que en volumen la canaleta es la que más se vende.

H1 El gabinete Capfce es el producto más representativo para la organización en términos de utilidades, ya que en volumen no es el más representativo, pero en utilidad sí.

H0 El rendimiento de las máquinas, está muy bajo esto hace que no esté a la altura de las empresas de clase mundial.

H1 En los niveles del OEE podremos ver el rendimiento, la disponibilidad y la calidad para conocer en qué nivel nos encontramos sabiendo que estamos en un nivel aceptable y de clase mundial.

H0 Existen más productos de cuales sobre salen canaletas, lujo Classic, sabiendo que el producto Capfce no es el más representativo para la empresa.

H1 Sabiendo que el producto Capfce es el que genera más utilidad a la empresa se requiere medir los tiempos ciclo y estándar para aplicar mejoras a él.

H0 No ajustar los tiempos de entrega de los productos como no identificar la cadena de valor del producto desde proveedor hasta cliente.

H1 Existen cuellos de botella y tiempos de entrega de los productos de cuales podemos identificar en nuestra cadena de valor VSM, para poder disminuir tiempos de entrega y conocer el takt time del producto Capfce.

H0 Los montajes de troquelados están elevados, esto hace que el tiempo de proceso en esta área este elevada esto se debe a un mal montaje o las actividades de montaje no son las indicadas.

H1 Con la técnica de SMED se disminuirán los tiempos de montaje, así como derivar actividades internas a externas para tener un mejor montaje.

H0 Se presentan tiempos elevados y algunos están estandarizados, lo cual no se pueden mejorar debido a que están estandarizados y aplican a los productos.

H1 Para un balanceo de líneas se pretende encontrar donde se generan los cuellos de botella, para poder aplicar técnicas de mejora, hacia el producto.

H0 Desajustar equipo de instrumentación como de maquinaria, con ello provocar fallas o errores dentro de la producción inevitables.

H1 Evitar paros de emergencia, aumentando los años de vida de la maquinaria, así como generar un programa de mantenimiento, junto con fichas de inspección y fichas técnicas para un mejor mantenimiento.

H0 Cambiar la forma de trabajo aumenta los riesgos que no se tengan contemplados al implementar la herramienta de las 5'S

H1 Con la ayuda de las herramientas de 5'S se podrá, clasificar, organizar, limpiar las áreas para tener mejor disponibilidad y rendimiento ya que reduce el impacto negativo que tiene para la salud de los trabajadores y la competitividad empresarial.

H0 No contemplar los datos ergonómicos adecuados para el traslado del material y dañar a los operadores con las cargas pesadas.

H1 Con el apoyo de la técnica del vehículo de carga fluido de material se disminuirán los riesgos de lesiones a los operadores y habrá mayor espacio para transitar el material.

CAPÍTULO II

ESTADO DEL ARTE

2.1 Estado del Arte

La empresa UTC Fire & Security, se encuentra localizada en Navojoa, Sonora, México, la cual elabora sistemas de seguridad. Esta misma empresa ha instalado una nueva línea de producción en la que se quiere implementar la filosofía de manufactura esbelta. Esta nueva línea de producción lleva funcionando seis meses (noviembre 2010 a abril de 2011) por lo que se le considera un NPI (New Product Introduction).

Se desea implementar la filosofía de manufactura esbelta ya que se presentan desperdicios, principalmente el tiempo de ocio y el scrap. Para realizar esto se cronometraron las actividades de las que consta esta línea de producción para establecer el tiempo estándar a cada operario. Una vez hecho esto se calculó el takt time para balancear la línea en base a este último.

Al aplicar estos métodos se pudo reducir de 10 a 7 operadores en los 3 turnos que maneja la empresa sumando un total de 9 operadores reducidos. Gracias a esto, la productividad de la línea aumentó a un 161% ya que aparte de reducir el número de operarios, se aumentó la capacidad de la línea de 303 piezas diarias a 554 piezas.

(Pacioli, 2011)

El sector industrial manufacturero es uno de los mayores contribuyentes a la actividad económica mundial. Las empresas integradas en el sector deben afrontar las demandas cada vez más cambiantes y exigentes del mercado actual con productos cada vez más competitivos en cuanto a precio, calidad y nivel de servicio. Ante esta situación, los sistemas productivos de las empresas deben estar adaptados para responder con la mayor agilidad, rapidez y el menor coste posible a las exigencias de los clientes. El Value Stream Mapping (VSM) es una técnica desarrollada al amparo del modelo de la Producción Ajustada con el fin de apoyar a las empresas manufactureras en el proceso de rediseño de sus entornos productivos. Si bien su nivel de desarrollo teórico y práctico es alto, no se conoce análisis alguno divulgado en el ámbito científico que explore en profundidad su verdadera aplicabilidad en diferentes entornos de producción seriada.

Así, el principal propósito del presente estudio ha sido el análisis de la verdadera aplicabilidad de la técnica VSM. La metodología de investigación se ha basado en el estudio múltiple de casos. En concreto, se ha llevado a cabo un análisis del proceso de aplicación del VSM en diversas empresas manufactureras de producción seriada. Las conclusiones del estudio indican que el VSM se muestra como una técnica útil y aplicable, tanto para afrontar diferentes problemáticas logísticas en el ámbito de planta fabril, como adecuada para el rediseño de sistemas productivos en diferentes entornos. No obstante, el análisis también deriva en una necesidad de adaptación y refinamiento de la técnica VSM de cara a la optimización de su desempeño; sobre todo en aspectos tales como: la adopción de conceptos no directamente relacionados con el modelo de la Producción Ajustada, y la integración de recursos y herramientas adicionales para facilitar las aplicaciones prácticas.

(Lennis, 1999)

Para balancear la línea de producción de estructuras metálicas para la fabricación de casas en la Empresa Andamios Dalmine S.A., ubicada en Barquisimeto, Estado Lara. Fue desarrollado en cuatro (5) fases: en primer lugar se realizó el diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la organización, con la intención de determinar la línea objeto de estudio y las estrategias de acción necesarias de ejercer para el balance de línea, luego se elaboró el estudio de movimientos y tiempos en la línea de fabricación seleccionada, con el objeto de determinar cuellos de botella y mejoras en el proceso, posteriormente se elaboró el diagrama de proceso productivo mejorado para cada actividad, luego se elaboró el diagrama de precedencia para describir las relaciones entre cada actividad y finalmente se balancea la línea de producción que mejora el proceso.

El diseño de la investigación está definido como una investigación de campo, basado en una investigación de tipo descriptiva y evaluativa. La población objeto de estudio será de 71. La muestra es de 41. Entre los resultados se destaca que el subproducto que rige el proceso es el de la fabricación de columnas, se disminuyó el tiempo de producción de éstas en 722 segundos, representando un aumento en la producción de 7 productos mensuales (mejora de 10,07% de la producción actual), lo que a su vez permitió un mejor balanceo de la línea; además, mediante el análisis beneficio/costo se logró determinar que el estudio es económicamente factible.

Descriptores: Balance de Línea de Producción, Estudio de Movimientos y Tiempos. La globalización ha llevado a las organizaciones a mejorar sus procesos tanto administrativos como productivos, a fin de buscar la competitividad en el mercado, es por esto que han orientados sus acciones en la búsqueda de herramientas que le permitan el aprovechamiento de sus recursos materiales y humanos, con el propósito de generar volúmenes altos de producción a costos unitarios tan bajo que puedan entrar a competir en un mercado amplio con calidad, cantidad y precio

(Gonzalez, 2013)

El objetivo del presente estudio es implementar la metodología basada el Mapa de la Cadena de Valor (VSM, por sus siglas en inglés), en su etapa de estado actual para la empresa AGRO NOPAL en el área de producción de cables para maquinaria para la industrialización del nopal.

El VSM ayudó a diagnosticar la situación actual de la empresa y a detectar los problemas y desperdicios vinculados a los procesos para finalmente seleccionar las técnicas de producción esbelta para eliminar dichos desperdicios.

Actualmente en las plantas manufactureras la eliminación de actividades que no agregan valor continúa siendo un tema importante. Además de que cuentan con tasas de defectos por encima de un 5% mientras que las que tienen tasas inferiores al 5% han dedicado su atención a los defectos de carácter crónico. Desafortunadamente los problemas crónicos son pérdidas de calidad o de productividad o ambas cosas y son difíciles de desaparecer.

El VSM finaliza con la propuesta del dibujo del mapa de la situación futura en donde se ve la cadena logística con la aplicación de las mejoras planteadas. Para el desarrollo de la metodología se realizó un estudio de tiempos en la cadena logística, se hizo un análisis de los procesos y actividades para determinar los problemas y desperdicios presentes.

(Torrez, 2012)

Propuesta de aplicación de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una típica empresa de confecciones de tejido de punto para exportación, con el objetivo de reducir lead time, demoras e inventario en proceso. Mediante la utilización de mapas de cadena de valor y el enfoque de los siete desperdicios, presenta y analiza la configuración actual de una línea típica de costura, identificando los desperdicios más importantes a lo largo del proceso. Como propuesta, plantea un Sistema de producción esbelta conformado por cinco elementos, orientados a reducir los principales factores de desperdicio del sistema convencional:

- a) reducción del tamaño de la línea
- b) implementación de un sistema de producción unitaria
- c) implementación de un sistema de ingreso controlado por la línea de costura (sistema de jalar)
- d) aplicación de incentivos grupales
- e) incremento en la frecuencia del despacho al proceso de acabado.

Como resultado, el modelo propuesto logra reducir lead time, tiempo de ciclo, inventario en proceso y movimientos innecesarios

(Carvallo, 2014)

El presente estudio es mejorar el proceso de ensamblaje de PCs, implementando una metodología basada en el mapeo de la cadena de valor (VSM). El VSM ayudará a diagnosticar la situación actual de la cadena logística de la empresa y a detectar los problemas y desperdicios vinculados a los procesos para finalmente seleccionar las técnicas de producción esbelta para eliminar dichos desperdicios.

El VSM finaliza con el dibujo del mapa de la situación futura en donde se verá la cadena logística con la aplicación de las mejoras planteadas.

Para el desarrollo de la metodología se realizó un estudio de tiempos en la cadena logística, se hizo un análisis de los procesos y actividades para determinar los problemas y desperdicios presentes y adicionalmente se hizo un estudio de métodos fundamentado en los principios de la economía de movimientos para las actividades puntuales del proceso.

Para analizar el proceso se definieron indicadores para medir la situación actual y la proyectada bajo la aplicación teórica de las mejoras según el plan de acción que se definió. Adicionalmente se realiza un análisis de costo beneficio desde la perspectiva de análisis de proyectos que ayudará a determinar la factibilidad del proyecto.

(Barcia, 2007)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Eficacia general de los equipos – OEE (Overall Equipment Effectiveness)

La Efectividad Global de Equipos conocida como OEE, por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador vital que representa la capacidad real para producir sin defectos, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos.

Es un indicador poderoso que requiere de información diaria del proceso, así como la eficacia general de los equipos o efectividad global del equipamiento de una planta o de un proceso productivo desarrollada por Seiichi Nakajima, aborda las realidades industriales como un sistema complejo.

Medir la OEE es una mejor práctica de fabricación. Al medir la OEE y las pérdidas subyacentes, obtendrá información importante sobre cómo mejorar sistemáticamente su proceso de fabricación. OEE es la mejor métrica individual para identificar pérdidas, evaluar el progreso y mejorar la productividad de los equipos de fabricación (es decir, eliminar el desperdicio).

Estos tres datos son calculados de la siguiente manera:

- Disponibilidad = $\text{Tiempo de operación disponible} / \text{Tiempo de operación total}$.
- Performance = $\text{Output total} / \text{Output potencial}$.
- Calidad = $\text{Producción de calidad producida} / \text{Producción total}$.
- OEE = Disponibilidad * Performance * Calidad.

3.1.1 Performance

Representa la propiedad del mantenimiento de acercarse a lo más posible a la conservación de la capacidad productiva para alcanzar su capacidad potencial. La performance se mide entonces como un desvío entre la producción real y la potencial.

La determinación de la producción potencial implica en algunas industrias, como las extractivas, restricción que necesita ser resuelta para asegurar la objetividad de la medición.

3.1.2 Disponibilidad

La disponibilidad del equipamiento es el factor más observable. Lo que no resulta observable son los matices de disponibilidad durante las puestas en marcha o paradas que generan faltas en la disponibilidad más allá de la evidente.

La disponibilidad se mide restando del tiempo operativo el tiempo de parada, y relacionando lo con el tiempo total operativo disponible.

En industrias como las de construcción se necesita establecer árbitros para establecer disponibilidades cuando los equipos son multifuncionales.

3.1.3 Calidad

La calidad resulta de comparar la cantidad de bienes o servicios producidos dentro de los parámetros de calidad establecidos con la cantidad total de bienes o servicios producidos en la realidad.

Es el factor que está más cerca de influir en el mantenimiento, ya que las pérdidas de calidad suelen tener un resultado económico negativo por la pérdida de materiales y horas de producción.

3.1.4 Actuación

El rendimiento tiene en cuenta la pérdida de rendimiento, que incluye todos los factores que hacen que el activo de producción funcione a una velocidad inferior a la máxima posible cuando se ejecuta (incluidos los ciclos lentos y las paradas pequeñas).

Se calcula como la relación entre el tiempo de ejecución neto y el tiempo de ejecución. En la práctica, se calcula como:

$$\text{Rendimiento} = (\text{Tiempo de ciclo ideal} \times \text{Recuento total}) / \text{Tiempo de ejecución}$$

Ideal Cycle Time es el tiempo teórico más rápido posible para fabricar una sola pieza. Por lo tanto, cuando se multiplica por el recuento total, el resultado es el tiempo de ejecución neto, el tiempo teórico más rápido posible para fabricar la cantidad total de piezas.

3.1.5 Producción perfecta

Anteriormente, una calificación de OEE del 100% se describía como producción perfecta: fabricar solo piezas buenas, lo más rápido posible, sin tiempo de parada. Vinculemos esta noción de producción perfecta al cálculo de OEE:

- Fabricar solo piezas buenas ... significa un nivel de calidad del 100%.
- Lo más rápido posible ... significa una puntuación de rendimiento del 100%.
- Sin tiempo de parada ... significa una puntuación de disponibilidad del 100%
- Trabajar con ejemplos del mundo real es una excelente manera de dominar el cálculo de OEE.

¿Cómo se calcula el OEE?

Las siguientes, son las fórmulas utilizadas para el cálculo del OEE:

Tiempo total = Tiempo disponible + Tiempo planeado

Tiempo planeado = Reuniones, comidas, etc.

Tiempo productivo = Tiempo total - Tiempo planeado

Tiempo muerto = Tiempo disponible – Tiempo muerto

Disponibilidad = Tiempo productivo / Tiempo disponible

Capacidad productiva = Tiempo productivo x capacidad real

Producción real = Tiempo productivo x capacidad productiva

Eficiencia = Producción real / capacidad producida

Calidad = (Producción real – unidades defectuosas) / producción total

OEE = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad

¿Cómo interpretar el valor del OEE?

El valor obtenido en el indicador OEE tiene una valoración cualitativa, muchos expertos coinciden en la siguiente relación:

- OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas, muy baja competitividad.

- 65% < OEE < 75% Regular. Aceptable solo si se está en proceso de mejora, perdidas económicas, baja productividad.
- 75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85% y avanza hacia la World Class, ligeras pérdidas económicas, competitividad ligeramente baja.
- 85% < OEE < 95% Buena. Entra en valores World Class, buena competitividad.
- OEE > 95% Excelencia. Valores World Class, excelente competitividad.

3.1.6 OEE

Entonces, como punto de referencia, ¿qué se considera un puntaje “bueno” de OEE?

- Un puntaje OEE del 100% es producción perfecta: fabricar solo partes buenas, lo más rápido posible, sin tiempo de parada.
- Una puntuación de OEE del 85% se considera de clase mundial para fabricantes discretos. Para muchas empresas, es un objetivo adecuado a largo plazo.
- Un puntaje de OEE del 60% es bastante típico para fabricantes discretos, pero indica que hay un margen sustancial para mejorar.
- Un puntaje OEE del 40% no es en absoluto infrecuente para las empresas de fabricación que apenas están comenzando a realizar un seguimiento y mejorar su rendimiento de fabricación. Es un puntaje bajo y, en la mayoría de los casos, se puede mejorar fácilmente mediante medidas sencillas (por ejemplo, mediante el seguimiento de los motivos de los tiempos de parada y el tratamiento de las fuentes más importantes de tiempo de inactividad, una a la vez).

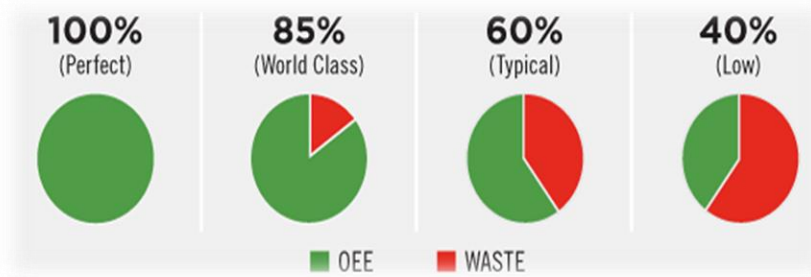


Figura. 3.5 OEE. Estándares de la industria. Fuente: recuperado el 10 de febrero del 2019

3.1.7 Métricas del piso de la planta

OEE es una gran herramienta para los gerentes, pero para los empleados de la planta puede ser un poco abstracto. Los empleados de la planta se desempeñarán mejor cuando se les den metas en tiempo real, fáciles de interpretar y altamente motivadoras. Un buen ejemplo de un conjunto efectivo de métricas de planta es TAED:

- Objetivo (un objetivo de producción en tiempo real impulsado por la tasa de producción planificada)
- Actual (el conteo de producción real)
- Eficiencia (la proporción de objetivo a real; cuán lejos o por detrás de la producción se está ejecutando en términos de porcentaje)
- Tiempo de inactividad (tiempo de parada no planificado acumulado para el turno actualizado en tiempo real; esto mantiene un fuerte enfoque en un área de mejora clave para la acción)

(Belohlavek, 2006)

3.2 Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia.

Pueden variar desde diagramas simples y dibujados a mano hasta diagramas exhaustivos creados por computadora que describen múltiples pasos y rutas. Si tomamos en cuenta todas las diversas figuras de los diagramas de flujo, son uno de los diagramas más comunes del mundo, usados por personas con y sin conocimiento técnico en una variedad de campos.

Los diagramas de flujo a veces se denominan con nombres más especializados, como "diagrama de flujo de procesos", "mapa de procesos", "diagrama de flujo funcional", "mapa de procesos de negocios", "notación y modelado de procesos de negocio (BPMN)" o "diagrama de flujo de procesos (PFD)". Están relacionados con otros diagramas populares, como los diagramas de flujo de datos (DFD) y los diagramas de actividad de lenguaje unificado de modelado (UML).

3.2.1 Historia de diagrama de flujo

El uso de los diagramas de flujo para documentar procesos de negocios se inició entre las décadas de 1920 y 1930. En 1921, los ingenieros industriales Frank y Lilian Gilbreth presentaron el "diagrama de flujo de procesos" en la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME American Society of Mechanical Engineers).

A principios de la década de 1930, el ingeniero industrial Allan H. Morgensen empleó las herramientas de Gilbreth para presentar conferencias sobre cómo aumentar la eficiencia en el trabajo a personas de negocios en su empresa.

En la década de 1940, dos estudiantes de Morgensen, Art Spinanger y Ben S. Graham, difundieron los métodos más ampliamente. Spinanger introdujo los métodos de simplificación del trabajo en Procter & Gamble. Graham, director de Standard Register

Industrial, adaptó los diagramas de flujo de procesos al procesamiento de información. En 1947, ASME adoptó un sistema de símbolos para los diagramas de flujo de procesos derivado del trabajo original de Gilbreth.

Símbolos de diagrama de flujo








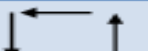
SIMBOLOGIA USADA EN LSO DIAGRAMAS DE FLUJO	
Símbolo	Significado
	Inicio/Fin. Determina el inicio y el fin de los algoritmos.
	Entrada por teclado. Representa el ingreso de los datos al programa.
	Proceso. Representa las operaciones que se efectúan para obtener el resultado.
	Decisión. Representa las operaciones de tipo lógico que contenga el algoritmo.
	Salida a impresora. Se utiliza cuando solamente se va a mostrar el resultado en pantalla.
	Salida por pantalla. Se utiliza cuando solamente se va a mostrar el resultado en pantalla.
	Conector. Se utiliza para conectar bloques del diagrama cuando el diagrama es grande y es necesario dividirlo.
	Líneas de flujo. Indican la secuencia del flujo de las operaciones del diagrama.

Figura: 3.2 Diagrama de Flujo. Fuente: Mendez,2019

3.2.2 Cómo planificar y dibujar un diagrama de flujo básico

1. **Define tu propósito y alcance.** ¿Qué deseas lograr? ¿Estás considerando las cosas correctas con un punto inicial y final apropiados para alcanzar ese propósito? Realiza una investigación lo suficientemente detallada, pero lo suficientemente simple a la hora de crear tus diagramas para comunicarte con tu audiencia.
2. **Identifica las tareas en orden cronológico.** Esto puede involucrar las conversaciones con los participantes, la observación de un proceso o la revisión de cualquier documentación existente. Puedes escribir los pasos en forma de notas o comenzar con un diagrama en versión borrador.

3. **Organízalos por tipo y figura correspondiente**, como procesos, decisiones, datos, entradas o salidas.
4. **Crea tu diagrama**, ya sea dibujándolo a mano o usando un programa como Lucid chart.
5. **Confirma tu diagrama de flujo**, verificando todos los pasos con las personas que participan en el proceso. Observa el proceso para asegurarte de no dejar de lado nada que sea importante para tu propósito.

1.-Objetivo.

Representar gráficamente las distintas etapas de un proceso y sus interacciones, para facilitar la comprensión de su funcionamiento. Es útil para analizar el proceso actual, proponer mejoras, conocer los clientes y proveedores de cada fase, representar los controles, etc.

2.-Ventajas.

- Podemos citar como ventajas que se pueden obtener con la utilización de los diagramas de flujo, las siguientes:
- Ayudan a las personas que trabajan en el proceso a entender el mismo, con lo que facilitarían su incorporación a la organización e incluso, su colaboración en la búsqueda de mejoras del proceso y sus deficiencias.
- Al presentarse el proceso de una manera objetiva, se permite con mayor facilidad la identificación de forma clara de las mejoras a proponer.
- Permite que cada persona de la empresa se sitúe dentro del proceso, lo que conlleva a poder identificar perfectamente quien es su cliente y proveedor interno dentro del proceso y su cadena de relaciones, por lo que se mejora considerablemente la comunicación entre los departamentos y personas de la organización.

(Jeannie, 2000)

3.-Elaboración.

El diagrama de flujo debe ser realizado por un equipo de trabajo en el que las distintas personas aporten, en conjunto, una perspectiva completa del proceso, por lo que con frecuencia este equipo será multifuncional y multijerárquico.

Los pasos a seguir la su elaboración, son:

Determinar el proceso a diagramar.

- Definir el grado de detalle. El diagrama de flujo del proceso debe presentar a grandes rasgos la información sobre el flujo general de actividades principales, o ser desarrollado de modo que se incluyan todas las actividades y los puntos de decisión. Un diagrama de flujo detallado dará la oportunidad de llevar a cabo un análisis más exhaustivo del proceso.
- Identificar la secuencia de pasos del proceso. Situándolos en el orden en que las actividades del proceso son ejecutadas.
- Construir el diagrama de flujo. Para ello se utilizan determinados símbolos. Cada organización puede definir su propio grupo de símbolos. En la figura anterior se mostraba un conjunto de símbolos habitualmente utilizados.
- Al respecto cabe decir que en la figura “Conector de proceso” es frecuentemente utilizado un círculo como símbolo. Para la elaboración de un diagrama de flujo, los símbolos estándar han sido normalizados, entre otros, el American National Standards Institute (ANSI).

Revisar el diagrama de flujo del proceso. Asegurando su corrección y validez.

El desarrollo de un diagrama de flujo es una buena herramienta para ser realizada con un trabajo en equipo, para lo cual se deberán seguir los pasos que a continuación se exponen:

Se nominan los miembros del grupo de trabajo que deberán elaborar el correspondiente diagrama de flujo del proceso en estudio. Se elegirán dichas personas entre aquellas que estén participando en las tareas del proceso, junto a sus proveedores y clientes internos, además de una persona ajena del proceso que, por tanto, sea independiente del proceso.

El objeto de incluir esta persona independiente se debe a la necesidad de las siguientes premisas:

- Que haga desaparecer la influencia decisiva de algún miembro del grupo en el resultado.
- Que obtenga la participación de todos los miembros del grupo de trabajo y resuelva los conflictos que pudiera haber, actuando como moderador.
- Que ayude al grupo a discriminar la información imprescindible de la que no lo es, con objeto de aprovechar mejor el tiempo

(Jeannie, 2000)

3.3 Análisis ABC

El análisis ABC es un método de clasificación frecuentemente utilizado en gestión de inventario. Resulta del principio de Pareto.

La Clasificación ABC es una metodología de segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos (indicador de importancia, "volumen anual demandado"). El criterio en el cual se basan la mayoría de expertos en la materia es el valor de los inventarios y los porcentajes de clasificación son relativamente arbitrarios.

Muchos textos suelen considerar que la zona "A" de la clasificación corresponde estrictamente al 80% de la valorización del inventario, y que el 20% restante debe dividirse entre las zonas "B" y "C", tomando porcentajes muy cercanos al 15% y el 5% del valor del stock para cada zona respectivamente, las zonas "A", "B" y "C" con porcentajes respectivos de los inventarios del 60%, 30% y el 10%, sin embargo, el primer caso es mucho más común, por el hecho de la conservación del principio "80-20". Vale la pena recordar que, si bien los valores anteriores son una guía aplicada en muchas organizaciones, cada organización y sistema de inventarios tiene sus particularidades, y que quién aplique cada principio de ponderación debe estar sumamente consciente de la realidad de su empresa.

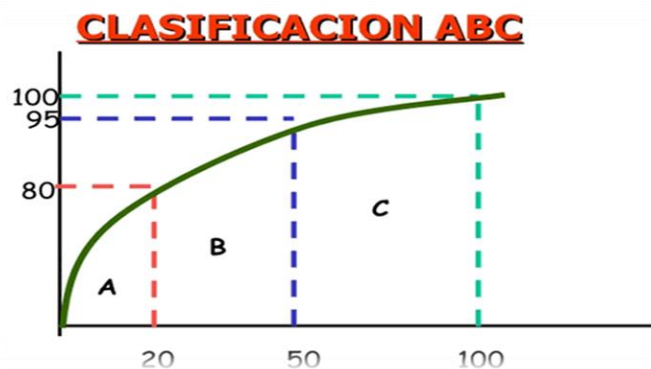


Figura: 3.3 clasificación ABC. Fuente: Análisis o segmentación ABC para la clasificación.com. recuperado el 10 de febrero del 2019

El análisis ABC permite identificar los artículos que tienen un impacto importante dentro de la empresa, así como del volumen requerido por el cliente. Permite también crear categorías de productos que necesitaran niveles y modos de control distintos.

Clase A" el stock que incluirá generalmente artículos que representan el 80% del valor total de stock y 20% del total de los artículos. En esto la clasificación ABC es una resultante del principio de Pareto. "Clase B" los artículos que representan el 15% del valor total de stock y 30% del total de los artículos. "Clase C " los artículos que representan el 5% del valor total de stock y 50% del total de los artículos.

Las políticas basadas en el análisis ABC aprovechan el desequilibrio de las ventas delineado por el principio de Pareto. Esto implica que cada artículo debería recibir un tratamiento ponderado que corresponda a su clase:

- Los artículos A deberían ser sometidos a un estricto control de inventario, contar con áreas de almacenamiento mejor aseguradas y mejores pronósticos de ventas. Las órdenes deberían ser frecuentes (órdenes semanales o incluso diarias). En los artículos A, evitar las situaciones de faltas de existencias es una prioridad.
- Los artículos B gozan del beneficio de una condición intermedia entre A y C. Un aspecto importante de esta clase es la monitorización de una potencial evolución hacia la clase A o, por el contrario, hacia la clase C.
- La orden de los artículos C se realiza con menos frecuencia. Una política típica para el inventario de los artículos C consiste en tener solo una unidad disponible, y realizar una orden solo cuando se ha verificado la venta real.

Este método lleva a una situación de falta de existencias después de cada compra, lo que puede ser una situación aceptable, ya que los artículos C presentan tanto una baja demanda con un mayor riesgo de costos de inventario excesivos. Para los artículos C, la pregunta no es tanto ¿cuántas unidades almacenamos?, sino ¿debemos siquiera almacenar este artículo?

Repartir los artículos en las clases A, B y C es relativamente arbitrario. Esta agrupación solo representa una interpretación bastante directa del principio de Pareto. En la práctica, el volumen de ventas no es la única métrica que mide la importancia de un artículo.

El margen, así como el impacto de las situaciones de faltas de existencias en la actividad del cliente, también deberían influenciar la estrategia de inventario.

El principio de Pareto existe desde hace más de un siglo y el análisis ABC ha estado en el sector desde hace varias décadas. Estos conceptos proporcionan ideas interesantes sobre la cadena de suministro, pero creemos que en cierta medida no logran adoptar un método moderno en que el software pueda automatizar el conjunto de la gestión de inventario.

3.3.1 Historia

Wilfredo Pareto fue un sociólogo y economista italiano quien, en 1897, afirmó que el 20% de las personas ostentaban el 80% del poder político y la abundancia económica, mientras que el 80% restante de la población (denominada "masas") se repartía el 20% restante de la riqueza y de la influencia política. Este principio es susceptible de aplicarse a muchos entornos, dentro de los cuales cabe destacar el control de calidad, la logística (de distribución), y la administración de inventarios. En el control interno de stock, este principio significa que unas pocas unidades de inventario representan la mayor parte del valor de uso de los mismos.

En toda organización se hace necesaria una discriminación de artículos con el objetivo de determinar aquellos que por sus características precisan un control más riguroso.

3.3.2 Clasificación de zonas por control

Control para ZONAS "A" Las unidades pertenecientes a la zona "A" requieren del grado de rigor más alto posible en cuanto a control. Esta zona corresponde a aquellas unidades que presentan una parte importante del valor total del inventario. El máximo control puede reservarse a las materias primas que se utilicen en forma continua y en volúmenes elevados. Para esta clase de materia prima los agentes de compras pueden celebrar contratos con los proveedores que aseguren un suministro constante y en cantidades que equiparen la proporción de utilización, tomando en cuenta medidas preventivas de gestión del riesgo como los llamados "proveedores B". La zona "A" en cuanto a Gestión del Almacenes debe de contar con ventajas de ubicación y espacio respecto a las otras unidades de inventario, este Control para ZONAS "A", estas ventajas son determinadas por el tipo de almacenamiento que utilice la organización.

Control para ZONAS "B" Las partidas B deberán ser seguidas y controladas mediante sistemas computarizados con revisiones periódicas por parte de la administración.

Los lineamientos del modelo de inventario son debatidos con menor frecuencia que en el caso de las unidades correspondientes a la Zona "A". Los costos de faltantes de existencias para este tipo de unidades deberán ser moderados a bajos y las existencias de seguridad deberán brindar un control adecuado con el quiebre de stock, aun cuando la frecuencia de órdenes es menor.

Control para ZONAS "C" Esta es la zona con menor número de unidades de inventario, por ende, un sistema de control diseñado, pero de rutina es adecuado para su seguimiento. Un sistema de punto de orden que no requiera de evaluación física de las existencias suele ser suficiente.

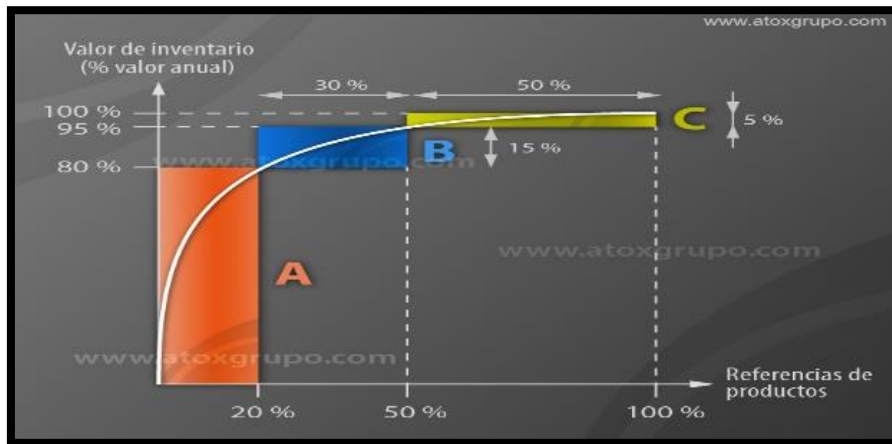


Figura. 3.4 Porcentaje de productos. Fuente: ABC para la clasificación.com. recuperado el 10 de febrero del 2019

3.3.3 ¿Cómo realizar la clasificación ABC?

Luego de aplicarse las operaciones para determinar el valor de los artículos, se procede a calcular el porcentaje de participación de los artículos, según el valor (suele usarse también en cantidad, "participación en cantidad"). Este ejercicio se efectúa dividiendo el valor de cada ítem entre la suma total de la valorización de todos los ítems. Luego se precede a organizar los artículos de mayor a menor según sus porcentajes, ahora estos porcentajes se acumulan. Por último, se agrupan teniendo en cuenta el criterio porcentual determinado en la primera parte del método.

Los criterios porcentuales respecto a la "valorización" son:

Ítems Clase A = 74% del total de las ventas
Ítems Clase B = 21% del total de las ventas

Ítems Clase C = 5% del total de las ventas
El paso siguiente es generar la valorización total de los inventarios (demanda anual * valor del artículo).

El siguiente paso es determinar la participación porcentual, y esta se acumula. Luego se ordena de mayor a menor porcentaje del valor total.

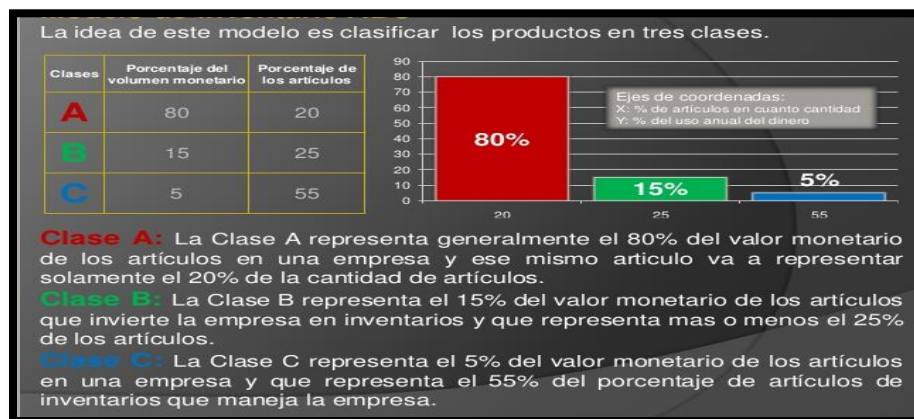


Figura: 3.5 Clase y representación ABC. Fuente: ABC para la clasificación.com. recuperado el 10 de febrero del 2019

(Ariel, 1993)

3.4 Estudio de tiempos

"La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida".

(Mundel p. 85., 1984)

3.4.1 Historia del estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición del trabajo utilizada con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Taylor. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos.

Fue en Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 1880's, allí desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado.

Después de un tiempo, fueron los esposos Frank y Lilian Gilbreth quienes, basados en los estudios de Taylor, ampliaron este trabajo y desarrollaron el estudio de movimientos. Los principios de Taylor, son los siguientes:

- Para todo tipo de trabajo, estudiar una técnica racional cambiando los métodos rutinarios.
- Transmitir sistemáticamente esta técnica al ejecutante, para que pueda aplicarla íntegramente.
- Separar las funciones de preparación del trabajo, de las de su ejecución.
- Especializar cada una de las funciones.
- Repartir equitativamente entre la dirección y el personal, los beneficios.

3.4.2 El estudio de tiempos

Es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad.

El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

Requerimientos:

Antes de emprender el estudio hay que considerar, básicamente, lo siguiente:

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado
- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.
- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero

(Mundel, 1984)

3.4.3 Objetivos del estudio de tiempos

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizan los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.

Descripción del elemento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	Suma	Promedio	TN	SUPL	T.STD
		Elemento 1	V														
	To																
	Tn																
Elemento 2	V																
	To																
	Tn																

Nota: Croquis del trabajo / Montaje / Pieza al dorso o en hoja aparte adjunta

V. Valoración del Ritmo; To: Tiempo Observado; Tn: Tiempo Normal; F: Frecuencia por ciclo; SUPL: Suplementos; T.STD: Tiempo Estándar

Figura. 3.6 Hoja de estudio de tiempos. Fuente: Estudio del trabajoll.ingenieriaindustrial.com. recuperado el 12 de febrero del 2019

3.4.4 Estudio de tiempos con cronómetro

Es el método en el que se utiliza el cronómetro para la medición de estaciones de trabajo.

El estudio de tiempos se define como el proceso de determinar el tiempo que requiere un operador bien capacitado, trabajando a ritmo normal, para hacer una tarea específica, se pueden utilizar varios tipos de cronómetros:

- De tapa: en céntimas de minuto
- Continuo: en céntimas de minuto.
- Tres cronómetros: cronómetros continuos.
- Digital: en milésimas de minuto.
- TMU (Unidad de medida del tiempo)
- Computadora: en milésimas de minuto.

3.4.5 Tiempo Estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

Un estándar de tiempo es una especificación para medir el tiempo: bien la medida a la que pasa el tiempo, o puntos en el tiempo, o ambos. En la actualidad, varias especificaciones de tiempo han sido oficialmente reconocidas como estándares, donde antiguamente eran asuntos de la costumbre y la práctica. Un ejemplo de un tipo de estándar de tiempo puede ser una escala de tiempo, que especifica un método para la medición de divisiones de tiempo. Un estándar para el tiempo civil puede especificar tanto intervalos de tiempo como la hora del día.

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

3.4.6 Aplicaciones del tiempo estándar

1.- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.

2.- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.

3.- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.

4.- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.

5.- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

6.- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.

7.- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.

8.- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

3.4.6.1 Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar

1.- Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.

2.- Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

(Mundel, 1984)

3.4.6.2 Cálculos para tiempo estándar

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de los tiempos. Los tiempos elementales o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión.

$$T\alpha = (Mt) (C)$$

Donde:

Tα = Tiempo elemental asignado

Mt = Tiempo elemental medio transcurrido

C = Factor de conversión que se obtiene multiplicando el factor de calificación de actuación por la suma de la unidad y la tolerancia o margen aplicable.

(Benjamin, 1996)

3.5 Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra es la cantidad de respuestas completas que tu encuesta recibe. Se le llama muestra porque solo representa parte del grupo de personas (o población objetivo) cuyas opiniones o comportamiento te interesan. Por ejemplo, una forma de obtener una muestra es usar una “muestra aleatoria”, en la que los encuestados se eligen completamente al azar de entre la población total del grupo objetivo

Se le conoce como aquel número determinado de sujetos o cosas que componen la muestra extraída de una población, necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la población.

Objetivos de la determinación del tamaño adecuado de una muestra

- Estimar un parámetro determinado con el nivel de confianza deseado.
- Detectar una determinada diferencia, si realmente existe, entre los grupos de estudio con un mínimo de garantía.
- Reducir costes o aumentar la rapidez del estudio.

- El tamaño de una muestra es el número de individuos que contiene.

Tamaño de la población: La cantidad total de personas en el grupo que deseas estudiar. Si estás tomando una muestra aleatoria de personas en EE. UU., entonces el tamaño de tu población será aproximadamente de 317 millones.

De igual forma, si estás realizando una encuesta en tu empresa, el tamaño de la población es la cantidad total de empleados. Margen de error: Un porcentaje que te dice en qué medida puedes esperar que los resultados de tu encuesta reflejen la opinión de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca estarás de tener la respuesta correcta en un determinado nivel de confianza.

Una fórmula muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se desconoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{Z_a^2 \times p \times q}{d^2}$$

Figura: 3.7 Tamaño de la muestra. Fuente: Estudio del trabajo II.ingenieriaindustrial.com. recuperado el 12 de febrero del 2019

En donde

Z = nivel de confianza,

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

D = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

Z α : es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95.5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 4,5%. Los valores de $Z\alpha$ se obtienen de la tabla de la distribución normal estándar $N(0,1)$.

Los valores de $Z\alpha$ más utilizados y sus niveles de confianza son:

Nivel de confianza deseado	Puntuación z
80 %	1.28
85 %	1.44
90 %	1.65
95 %	1.96
99 %	2.58

Figura: 3.8 valores de confianza. Fuente: Probabilidad y estadística. Learning.gob.mx. recuperado el 12 de febrero del 2019

(Meyers, 2000)

3.6 Tiempo ciclo

El tiempo de ciclo es un parámetro que queda definido para cada proceso. Será el tiempo en el que un proceso se ejecuta. Bien sea un proceso de máquina o un proceso manual. Este tiempo queda definido en función de una serie de parámetros y de él dependerán diferentes aspectos relacionados con la productividad y la gestión de la producción.

El tiempo de ciclo será inferior al Lead Time ya que debemos tener en cuenta las paradas programadas (mantenimiento, descansos, etc.) y las posibles eventualidades.

En cuanto a la gestión de indicadores para la Mejora Continua el tiempo de ciclo nos servirá de referencia para establecer el objetivo de productividad de la célula de producción.

Si estimamos que este tiempo de ciclo se mantiene podremos analizar los resultados. Desechando o aprobando mejoras relacionadas con la reducción del despilfarro o bien mejoras productivas inherentes al propio ciclo del proceso.

Si definimos correctamente el tiempo de ciclo podremos obtener ventajas importantes:

1. Control de la productividad adecuada.
2. Establecimiento de indicadores y objetivos.
3. Adecuada gestión de la producción, tiempos de paro, tamaño de los stocks...
4. Capacidad de máquina mantenida en el tiempo y suficiente.
5. Equilibrado de la producción.

Habremos de definir este tiempo para cada uno de los sub – procesos de nuestro macro – proceso.

Un paso más para el establecimiento de la mejora continua y la gestión de los indicadores.

El tiempo de ciclo es el resultado nuestras decisiones. Nosotros hemos diseñado nuestro sistema productivo y a partir de ahí, sabemos a qué ritmo somos capaces de producir. Lo marca nuestro sistema productivo.

El tiempo de Takt time ha de ser mayor que el tiempo de ciclo para ser capaz de producir la demanda.

(Arcusa, 2004)

3.7 Takt time

El takt time es el que permite que un sistema mantenga un ritmo de producción estable y sobre todo sincronizado con la demanda, que es su principal característica.

El takt time es el ritmo al que debe trabajar un sistema para cubrir la demanda y por tanto es una división entre el tiempo disponible y las unidades demandadas:

$$TAKT\ TIME = \frac{(Tiempo\ disponible)}{Volúmen\ requerido\ del\ cliente}$$

Figura: 3.9 formula de Takt Time. Fuente: lean Manufacturing.com. recuperado el 13 de febrero del 2019

Donde:

- El tiempo disponible: es el tiempo total productivo menos los paros programados.
- Volumen requerido del cliente: es el volumen de producción diario que el cliente requiere.

(Suñe, 2004)

3.8 Desperdicios que establece el pensamiento esbelto

La reducción y eliminación de desperdicios conduce a maximizar ventajas competitivas dentro de la empresa buscando ser más competitivos.

- Sobreproducción
- Tener que esperar
- Transporte
- Proceso inadecuado
- Inventarios innecesarios
- Defectos
- Movimientos

El mayor desperdicio que puede existir y que no lo mencionan muchos autores es: **EL DESPERDICIO DEL TALENTO HUMANO**, ya que el recurso más valioso que puede tener cualquier empresa es el equipo humano que puede integrar.

Resumiendo, las características que constituyen las mudas o desperdicios:

- Sobreproducción

Definición: Producir más partes de las necesarias o producir a una velocidad mayor de la requerida.

Resultado: Crea inventario innecesario. Los productos se fabrican antes de que el cliente los necesite.



Figura: 3.10 sobreproducción. Fuente: Sobré producción.com. recuperado el 15 de febrero del 2019

- Defectos

Definición: Reparación o retrabajo de defectos

Resultado: Agrega gastos innecesarios en materiales, mente de obra, capacidad del equipo, espacio de piso etc.



Figura: 3.11 Defectos. Fuente: Internet. Defectos. Com. Recuperado el 15 de febrero del 2019

- Transporte

Definición: Mover partes, materiales o productos.

Resultado: Incrementa los costos de mente de obra. Agrega riesgo de defectos debido a movimientos erróneos, productos tirado, etc.

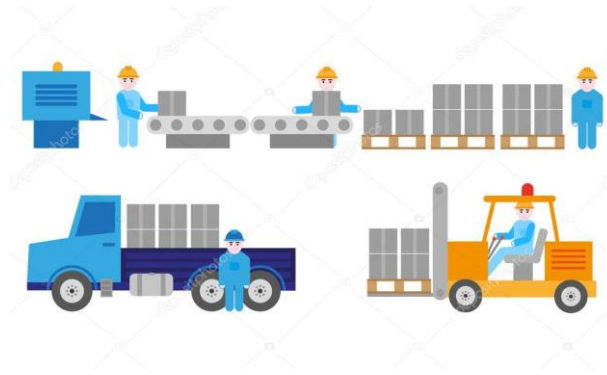


Figura: 3.12 Transporte. Fuente: Internet. Transporte.com. recuperado el 15 de febrero del 2019

- Inventarios innecesarios

Definición: Almacenar productos, materiales o productos.

Resultados: Agrega costos, inmoviliza el dinero. El inventario oculta muchas ineficiencias.



Figura: 3.13 inventarios innecesarios. Fuente: Internet. Inventarios.com. recuperado el 15 de febrero del 2019

- Movimientos

Definición: Movimientos de personas o equipo que no agregan valor al producto.

Resultado: Incrementa el riesgo de daño al producto y la mente de obra requerida.

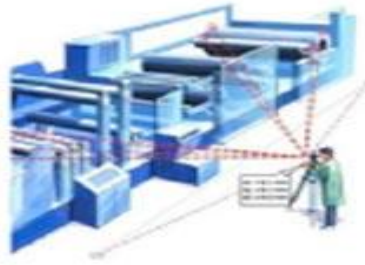


Figura: 3.14 Movimientos. Fuente: Internet. Movimientos.com. recuperado el 15 de febrero del 2019

- Tener que esperar

Definición: Tiempo muerto entre operaciones o actividades.

Resultado: Agrega costos de mente de obra. Indica una línea de producción desbalanceada.



Figura: 3.15 Tiempos de espera. Fuente: Internet. Tiempos espera.com. recuperado el 15 de febrero del 2019

3.9 Principales contribuyentes de los desperdicios

Eliminar el desperdicio se debe de hacer de una forma sistemática. Algunas de las causas que frecuentemente contribuyen en la formación de desperdicios son:

- Desbalanceo. Son fluctuaciones en la producción o en las tareas de los operadores.
- Sobrecapacidad. Representa pedirle a una máquina u operador que realice más de lo que es capaz de hacer sin que sea requerido por el cliente.
- Métodos del proceso actual. Hacerlo de cierta manera debido a que “siempre se ha hecho así” y no probar hacerlo de una manera “nueva” más efectiva (rechazo al cambio) generalmente por temor a lo desconocido.

- Sub-optimización. Optimizar uno o más elementos de un proceso a expensas y en detrimento al sistema global o que puedan afectar la ruta crítica o un marcapaso o un cuello de botella.
- Realización de actividades en serie. Pudiéndose realizar en paralelo o previamente y reducir tiempos, lo cual es ampliamente analizado en SMED.
- Interrupciones constantes en el proceso. Por erróneas o mal entendidas políticas de tiempo de procesamiento, como puede ser al parar una máquina que es cuello de botella por ser hora de comida del personal sindicalizado. Otros ejemplos: paros por fallas eléctricas por falta de un generador de emergencia u otra causa, falta de mantenimiento, etc.

(Calva, 2013)

3.10 VSM

El mapeo de la cadena de valor es un método de administración lean para analizar el estado actual y diseñar un estado futuro para la serie de eventos que llevan un producto o servicio desde su inicio hasta el cliente con menos desechos lean en comparación con el mapa actual. Un flujo de valor se centra en las áreas de una empresa que agregan valor a un producto o servicio, mientras que una cadena de valor se refiere a todas las actividades dentro de una empresa. En Toyota, se le conoce como "mapeo de flujo de material e información".

El propósito del mapeo del flujo de valor es identificar y eliminar o reducir el "desperdicio" en los flujos de valor, lo que aumenta la eficiencia de un flujo de valor dado. La eliminación de residuos está destinada a aumentar la productividad mediante la creación de operaciones más ágiles que a su vez hacen que los problemas de calidad y residuos sean más fáciles de identificar

3.10.1 Elaborar el VSM actual

- 1.- Dibujar los procesos principales con el equipo
- 2.- Ir al piso, empezando con el proceso final (embarque) y recopilar los datos reales de tiempo ciclo, cambiando de modelo, velocidad de línea, inventarios, etc. Para cada proceso.
- 3.- Analizar la información alejados del piso una vez que se haya recopilado toda la información.
- 4.- Anotar los datos en el mapa

Guiar para la elaboración del VSM actual

- 1.-Dibujar los iconos del cliente, proveedor y control de producción.
- 2.-Indicar requerimientos del cliente por mes y día.
- 3.-Calcular la producción diaria y requerimientos de contenedores.
- 4.-Dibujar iconos de embarque y camión con frecuencia de entrega.

5.-Dibujar iconos de recibo y camión con frecuencia de entrega.

6.-Agregar cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.

7.-Agregar cajas con datos en la parte inferior.

3.10.2 Mapeo de flujo de valor - VSM (Value stream Mapping)

Mapeo del flujo de valor.

El mapa de flujo de valor es una herramienta visual altamente efectiva que nos permite desarrollar ojos para ver el desperdicio y nos ayuda a obtener un flujo continuo del material, información y proceso.

¿Qué es el valor agregado?

Valor agregado. Es toda actividad que incrementa el valor del producto o servicio, que es necesario para cumplir con el requerimiento del cliente. (Es la parte del trabajo por la cual el cliente está dispuesto a pagar).

Valor No agregado. Es toda actividad que no agrega valor y que por lo tanto debe ser eliminada o reducida.

Objetivos del flujo de valor

Cualquier proceso tiene el menos tres versiones:

- La que usted piensa que es
- La que realmente es
- La que debería de ser

Y al menos dos flujos

- Material
- Información

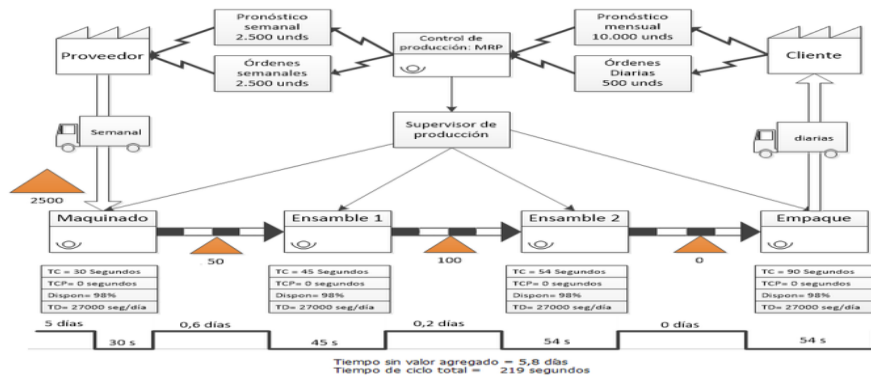


Figura. 3.16 Iconos del mapeo de flujo de valor. Fuente: VSM. Lean Manufacturing.com.recuperado el 17 de febrero del 2019

Guía para la elaboración del VSM

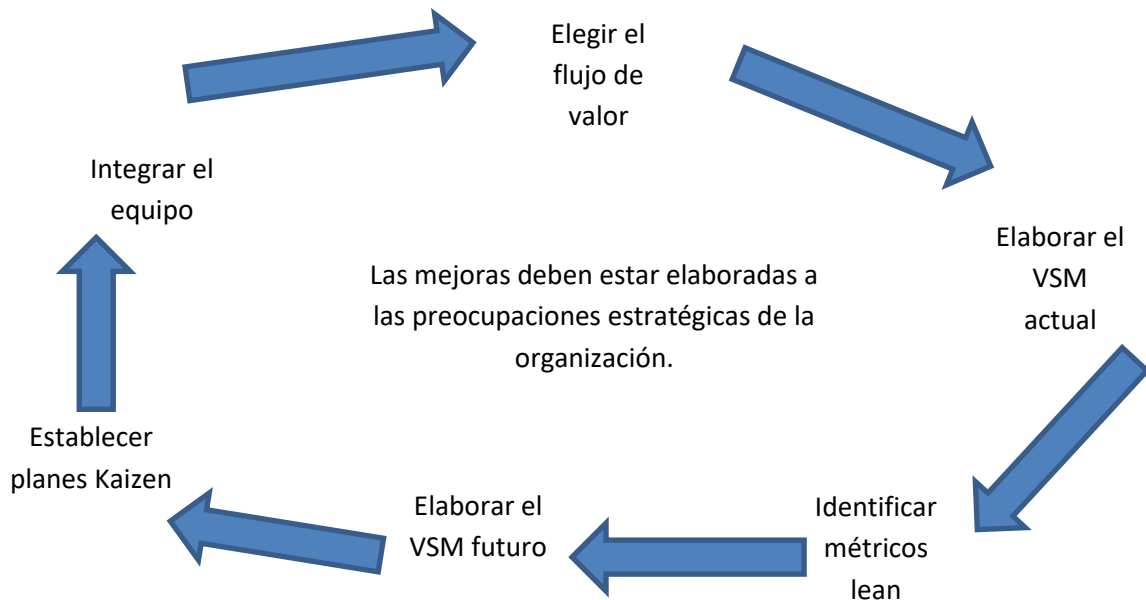


Figura: 3.17 Guía para la elaboración del VSM Fuente: Lean Manufacturing.com.recuperado el 17 de febrero del 2019

1.- Integrar el equipo

- El rol de la dirección es poner la estrategia en acción, por lo que deberá:
- Asignar un líder de VSM
- Asignar el equipo de implantación dedicado a un VSM específico
- Clasificar la visión y metas para el equipo

2.- Elegir el flujo de valor

Es importante elegir únicamente un producto o familia de productos.

Criterios para la elección del flujo de valor:

- Requerimientos específicos del cliente
- Alto volumen
- Procesos compartidos

(Tapping, 2002)

3.10.3 Tipos de residuos

1. **Ritmo más rápido de lo necesario:** crear demasiado de un bien o servicio que dañe el flujo de producción, la calidad y la productividad. Anteriormente, se denominaba sobreproducción, y conlleva a pérdidas de almacenamiento y de tiempo de entrega.
2. **En espera:** siempre que las mercancías no se transporten o se trabajen.
3. **Transporte:** el proceso por el cual se mueven las mercancías. Anteriormente conocido como transporte, e incluye doble manejo y movimiento excesivo.
4. **Procesamiento:** una solución demasiado compleja para un procedimiento simple. Anteriormente se lo denomina procesamiento inadecuado e incluye producción insegura. Esto generalmente conduce a una mala distribución y comunicación, y al movimiento innecesario.
5. **Exceso de existencias:** una sobreabundancia de inventario que se traduce en mayores tiempos de entrega, mayor dificultad para identificar problemas y costos de almacenamiento significativos.
6. **Movimiento innecesario:** desperdicio ergonómico que requiere que los empleados utilicen el exceso de energía, como recoger objetos, doblarse o estirarse. Anteriormente se hace referencia a movimientos innecesarios, y generalmente evitables.
7. **Corrección de errores:** cualquier costo asociado con defectos o los recursos necesarios para corregirlos.

Las operaciones de eliminación de residuos

1. **Operaciones sin valor agregado (NVA):** acciones que deben eliminarse, como esperar.
2. **Necesario, pero sin valor agregado (NNVA):** acciones que son inútiles pero necesarias según los procedimientos operativos actuales.
3. **Valor agregado (VA):** conversión del procesamiento de materias primas mediante mano de obra manual.

3.10.4 Seleccione el producto o familia de productos

En primer lugar, debemos decidir qué es exactamente lo que deseamos mapear. En una compañía con muchos productos, es posible que haya que realizar un trabajo inicial para identificar qué producto o grupo familiar de productos se debe mapear, podemos decidir ir con el mayor volumen o valor, o una visión estratégica a más largo plazo de los rangos de productos con los que esperamos hacer más negocios en el futuro o que nuestros clientes nos guíen en cuanto a qué mapear.

Si tenemos una gran cantidad de productos, es posible que deseamos realizar primero un análisis de la familia de productos, esta es una simple revisión de nuestros productos y los procesos que pasan. Puede que no sea necesario analizar todos los productos, use un análisis de Pareto para decidir qué productos necesita analizar (ya sea a través del volumen o valor o una combinación). Este análisis puede ayudarnos a agrupar productos que comparten enrutamiento común a través de nuestros procesos. Nuestro mapa de flujo de valor puede entonces concentrarse en un solo producto o en una familia de ellos compartiendo procesos comunes.

3.10.5 Recopilar datos de proceso

Aquí es donde debemos pensar un poco y trabajar un poco, hacer que el equipo recopile datos sobre el desempeño de cada paso del proceso; Los tipos típicos de fecha para recoger son;

- Inventario
- Tiempo de ciclo (tiempo necesario para hacer un producto)

- Cambiar con el tiempo (de la última pieza buena a la siguiente)
- Tiempo de actividad (utilización de la máquina bajo demanda)
- Número de operadores
- Turnos trabajados
- Tiempo de trabajo disponible neto
- Tasa de desechos
- Tamaño del paquete / tamaños de pallet
- Tamaño del lote

3.10.6 Línea de tiempo

Creamos la línea de tiempo para brindarnos información sobre los tiempos totales de proceso y los tiempos de entrega para el inventario a través de nuestros procesos; utilizamos el inventario en cada etapa y la demanda diaria para calcular la cantidad de existencias en días y agregar esto a la parte superior de la línea de tiempo, esto nos permitirá calcular un tiempo total de entrega. El tiempo de ciclo para un producto se coloca en la parte inferior y se agregará para dar un tiempo de procesamiento total.

En este punto, es habitual tener tiempos de entrega de varios días a varias semanas y tiempos de procesamiento de solo unos minutos, lo que resalta la cantidad de residuos en nuestro sistema.

Los cuadros de datos y la línea de tiempo contienen mucha información sobre nuestro proceso, ahora puede ver en un documento dónde se encuentran las áreas problemáticas dentro de su proceso, como:

- Inventario excesivo
- Tiempos de ciclo largos
- Bajo tiempo de actividad
- Tiempos de configuración excesivos
- Mala calidad / retrabajo

(Jones, 1995)

3.11 Balanceo de líneas

El Balanceo de Líneas de Ensamble consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que, en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

El equilibrio de la línea es una de las herramientas más importante para el control de la producción, dado que una línea de producción equilibrada depende de la optimización de ciertas variables que se relacionan con la productividad de un proceso, las variables cuentan como los son los inventarios de productos en proceso, los tiempos de fabricación y las actividades parciales de producción.

En su estado más refinado, la producción en línea es una disposición de áreas de trabajo en el cual las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, en donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten efectividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonable directo. Este total refinamiento en el proceso no es, sin embargo, absolutamente necesario.

Los obstáculos a los que no enfrentaremos al tratar de balancear una línea de producción serán:

- Líneas con diferentes tasas de producción
- Inadecuada distribución de planta
- Variabilidad de los tiempos de operación.

Para remediar esta situación debemos nivelar las cargas de trabajo, de tal manera que los operarios tengan una misma cantidad de trabajo en un tiempo determinado, de modo que se pueda reducir al máximo el tiempo ocioso de las estaciones de trabajo mediante una secuencia tecnológica predeterminada.

Para poder realizar un balance de línea es necesario contar con:

- Descripción de las actividades
- Determinación de la precedencia de cada operación o actividad
- Determinar el tiempo de cada actividad u operación.
- Tener un diagrama de proceso.
- Determinar el tiempo ciclo,
- Determinar el número de estaciones.
- Determinar el tiempo de operación
- Determinar el tiempo ciclo.
- Determinar el tiempo muerto
- Determinar el número de estaciones
- Determinar la eficiencia
- Determinar el retraso del balance
- Determinar que operaciones quedan en cada estación de trabajo
- Determinar el contenido de trabajo en cada estación
- Determinar el contenido total de trabajo

La idea fundamental de una línea de ensamble es que un producto se arma progresivamente a medida que es transportado, pasando frente a estaciones de trabajo relativamente fijas, por un dispositivo de manejo de materiales.

Los principios básicos en línea son los siguientes:

- Principio de la mínima distancia recorrida
- Principio del flujo de trabajo

- Principio de la división del trabajo
- Principio de la simultaneidad o de las operaciones simultáneas
- Principio de operación conjunta
- Principio de la trayectoria fija
- Principio del mínimo tiempo y de material en proceso
- Principio de la intercambiabilidad

Los elementos de trabajo, establecidos de acuerdo con el principio de la división del trabajo, se asignan a las estaciones de manera que todas ellas tengan aproximadamente la misma cantidad de trabajo. A cada trabajador, en su estación, se le asignan determinados elementos y los lleva a cabo una y otra vez en cada unidad de producción mientras pasa frente a su estación.

Si los tiempos productivos que se requieren en todas las estaciones de trabajo fuesen iguales no existirían tiempos muertos, y la línea estaría perfectamente equilibrada. El problema de diseño para encontrar las formas de igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica.

- 1.- Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
2. Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.
3. Continuidad. Una vez puesta en marcha debe continuar pues la detención en un punto, corta la alimentación del resto de las operaciones.

Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la previsión de fallas en el equipo.

Los casos típicos en el balanceo de líneas de producción son:

I.- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operadores necesarios para cada operación.

II.- Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo

III.- Conocida el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a las mismas.

Los resultados que se esperan alcanzar después de balancear una línea son:

- En toda la línea de ensamble existen operaciones en secuencia.
- Los tiempos para completar las operaciones son distintos.
- Cada operario puede ejecutar una o varias operaciones.

Condiciones para el balanceo de líneas:

- Se da en producción en serie
- Se cuenta con maquinaria especializada
- Tiene mantenimiento activo
- Hay disponibilidad de materiales en ensambles y producción.
- Existe precedencia en las Etapas Que La Componen

Información requerida:

- Descripción Detallada del Proceso
- Volúmenes de producción
- Operaciones o elementos de trabajo
- Tiempos estándar de operación
- Secuencia de operaciones
- Restricciones de la zona
- Estructura de la línea

En el método que se aplica es importante tener en cuenta las siguientes variables y su configuración: Balance

Minuto Total del Operario	$\sum_{i=1} (\min \times Op)$	Sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operarios que la realizan.
Ciclo de Control	$\min >$	Es el tiempo mayor entre los tiempos de cada operación.
N° de Operarios	$\sum Op$	Sumatoria de los operarios que ejecutan las operaciones.
Total Minutos por Línea	$Ciclo\ de\ Control \times N^{\circ}\ de\ Op$	Tiempo que toma la línea en relación a su ciclo de control.
% de Balance	$\frac{Minuto\ Total\ del\ Operario}{Total\ del\ minutos\ por\ línea} \times 100$	% del Balance de la línea. Este es mayor a medida que los tiempos de las distintas operaciones se aproximan.
Ciclo de Control Ajustado	$\frac{Ciclo\ de\ Control}{Desempeño\ de\ la\ línea} \times 100$	Ciclo de control ajustado según el desempeño de la línea
Unidades / Hora	$\frac{60\ minutos}{Ciclo\ de\ Control\ Ajustado}$	Cantidad de unidades por cada hora de trabajo.
Unidades / Turno	$(Unidades\ /\ Hora) \times (Horas\ /\ Turno)$	Cantidad de Unidades por cada turno de trabajo.
Costo x Unidad	$\frac{(N^{\circ}\ de\ Op) \times (Salario\ diario)}{Unidades\ /\ Turno}$	Costo de mano de obra por cada unidad producida

Figura: 3.18 Formulas de balanceo de línea. Fuente: Internet.com recuperado el 20 de febrero del 2019

Cuando la demanda es constante, el balanceo de líneas es fácil, pero cuando la demanda del cliente fluctúa, se han utilizado dos enfoques: La nivelación de la demanda y la nivelación de producción a través de la producción flexible.

Para prevenir las fluctuaciones de la producción, incluso en filiales externas, es importante minimizar la fluctuación en la línea de ensamble final. Por ejemplo, la línea de ensamble final de Toyota nunca ensambla el mismo modelo de automóvil en un lote, en su lugar, Toyota nivela la producción mediante el ensamble de una mezcla de modelos en cada lote y los lotes se hacen tan pequeños como sea posible.

(Thinking, 1996)

3.12 Hoja de instrucción

Respecto al método mejorado es sumamente importante que este sea definido de manera cuidadosa. En todas las operaciones que no se ejecuten con máquinas herramientas de tipo uniforme o con maquinaria especial que se base en el control numérico del proceso y los métodos, es imperativo consignar por escrito las normas de ejecución, es decir, generar un manual de instrucciones del operario, cuyos propósitos son:

1. Deja constancia del método mejorado, con todos los detalles necesarios que pueda ser consultada posteriormente.

2. Puede utilizarse en el proceso de exposición del nuevo método a la dirección, a los supervisores y a los operarios.

Informa a quienes pueda interesar, y entre ellos a los ingenieros de la fábrica, acerca de los equipos que se precisa o de los cambios en el lay out de la planta que altere la disposición de las máquinas y/o los lugares de trabajo.

3. Facilita la formación o readaptación de los operarios, que la pueden consultar hasta que se familiarizan por completo con el nuevo método.

4. En ella se basan los estudios de tiempos que se hacen para normalizar los procesos, aunque los elementos que se consignan en ella pueden no ser los mismos que se descompongan en el estudio de tiempos.

La hoja de instrucciones indica en términos prácticos los métodos que debe aplicar el operario para la ejecución de las operaciones. Regularmente se necesitan tres tipos de datos:

1. Herramientas y equipos que se utilizarán; y condiciones generales de trabajo.

2. Método que se aplicará. El grado de detalle es una variable dependiente de la naturaleza de la tarea y del volumen probable de producción. Por ejemplo, si la actividad ocupará a varios operarios durante un periodo de tiempo considerable, la hoja de instrucciones debe explicar hasta el menor detalle, incluso los movimientos de clase 1

3. Un diagrama de la disposición del lugar del trabajo y probablemente un croquis de las herramientas, plantillas y dispositivos de fijación especiales.

Hoja de Instrucciones			
Producto:	Equipo		
Tubo de vidrio:			
diam.:	Plantilla num. 23		
Long. Origen: 1 m	Lima de media		
	caña de 15 cm		
Operación:			
Limar y cortar el tubo			
en trozos de 1.5 cm			
Condiciones de trabajo:			
Buena luz			
Lugar: Taller de ajuste		Estudios de referencia nums. 21, 31	
Operario:	Ficha num.:	Compuesto por:	Fecha:
		Aprobado por:	Fecha:
EL	Mano izquierda	Mano derecha	EL
1	Asir tubo entre pulgar y dedos índice y mayor; empujar hasta tope	Sostener lima: esperar mano izquierda	1
2	Girar tubo entre los dedos	Hacer en tubo muesca circular completa apoyando canto de lima contra plantilla	2
3	Sostener tubo	Golpear parte muescada del tubo con la lima para que caiga en deslizadera	3

Figura: 3.19 Hoja de instrucción de operaciones. Fuente: Intenet.com recuperado el 20 de febrero del 2019

(Ortiz, 2011)

3.13 SMED

SMED (Single-Minute Exchange of Dies) es un sistema para reducir drásticamente el tiempo que se tarda en realizar los cambios de maquinaria o equipos en el proceso productivo. La esencia del sistema SMED es transformar el proceso, y realizar la mayor cantidad de pasos de cambio posible mientras el equipo está en funcionamiento, y facilitar y agilizar los pasos sobrantes. El nombre de SMED proviene de la meta de reducir los tiempos de cambio a un número de dígitos (esto es, menos de 10 minutos).

Antecedentes de SMED

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (Just in time), uno de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño (Esto significa que pueden satisfacer las necesidades de los clientes con productos de alta calidad y bajo costo, con rápidas entregas sin los costos de stocks excesivos).

SMED como herramienta para reducir los tiempos de preparación

Cuando de cambio de herramientas o tiempos de preparación se trata, no sólo cuenta el efecto que ello tiene en los costos vinculados con dichas tareas específicas, los tiempos muertos de producción, el tamaño de los lotes, los excesos de inventarios de productos en procesos y productos terminados, los plazos de entrega y tiempo del ciclo, sino también el prestar mejores servicios, aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad productiva.

Características principales del SMED

SMED fue desarrollado por Shigeo Shingo, un ingeniero industrial japonés que tuvo un gran éxito ayudando a las empresas a reducir dramáticamente sus tiempos de cambio. Su trabajo pionero llevó a una reducción documentada en tiempos de cambio promedio de 94% (de 90 minutos a menos de 5 minutos).

En SMED, los cambios de herramientas se componen de los pasos realizados, a los cuales se les denominan «elementos».

Hay dos tipos de elementos:

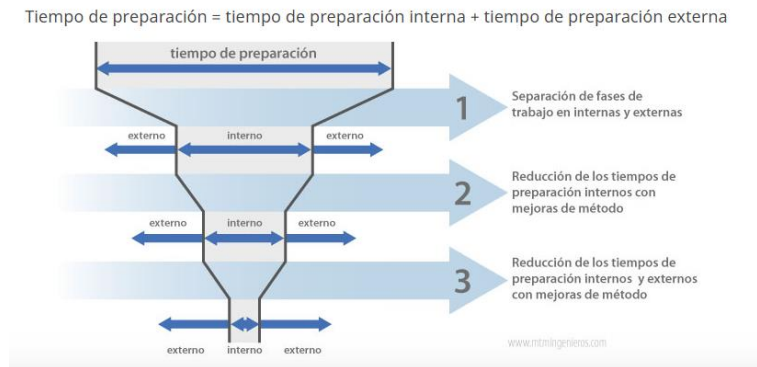


Figura: 3.20 Tiempo de preparación interna/externa. Fuente: Intenet.com recuperado el 20 de febrero del 2019

- Elemento interno (elementos que deben ser completado mientras que el equipo está parado)
- Los elementos externos (elementos que pueden ser realizados mientras el equipo está en funcionamiento)

El proceso SMED se centra en hacer el mayor número posible de elementos externos, y la simplificación y racionalización de todos los elementos.

Los tiempos de cambio de máquina se pueden reducir drásticamente, en muchos casos a menos de diez minutos. Cada elemento o subprocesso del cambio de máquina o tiempo de transición se examina para poder analizar si se puede quitar, desplazar, simplificar, o bien facilitar.

- Ninguna preparación debería tomar más de 9 minutos
- Es un enfoque sistemático que disminuye alteraciones y problemas
- Basado en el trabajo de equipo y la creatividad
- Los métodos SMED no solo son utilizados para el cambio de troqueles, sino también para limpieza y para el mantenimiento periódico

Si disminuimos los tiempos de preparación podríamos utilizar la capacidad extra ya sea para aumentar la productividad o para disminuir el tamaño de los lotes. Los beneficios usuales son:

- Reducción en el tiempo de entrega y por consiguiente una entrega mejorada y más rápida
- Mayor productividad
- Reducción en el capital de trabajo

Implementación del SMED

¿Cómo se podría implementar el SMED efectivamente?

Los siguientes pasos son la clave que mejor garantiza la implementación exitosa:

Paso 1 - Enfóquese. Empiece escogiendo el equipo correcto para iniciar. Esto normalmente es un cuello de botella con tiempos largos de preparación

Paso 2 - Construya el equipo correcto. Trabajo multifuncional. Operarios, Técnicos, Ingenieros y Gerentes deberían trabajar juntos.

Paso 3 – Mida y fije metas. Visualicen la situación presente y lleguen a un acuerdo sobre una meta común

Paso 4 – 5'S. Para tener éxito necesitará un lugar de trabajo limpio y bien organizado. Se recomienda la implementación del 5'S.

Paso 5 - Análisis. Observe cuidadosamente las operaciones y los procesos. Analice la situación actual. Los diferentes momentos se clasifican en externos o internos y desperdicio o no desperdicio. También se listan todas las alteraciones conocidas.

Paso 6 – Separación entre momentos externos e internos. El propósito es asegurar que todas las preparaciones externas se realicen cuando la máquina está funcionando. Utilice listas de verificación, controles de función y transportes mejorados. Por ejemplo, recoja las herramientas necesarias y consumibles antes de que inicie la siguiente operación o aliste las herramientas antes de que inicie la actividad.

Paso 7 – Eliminación de desperdicio. Las medidas se realizan para reducir todo tipo de desperdicio. Esto incluye:

- Eliminación de toda necesidad de ajustes.
- Cambio de pasadores por cierres rápidos.
- Estandarice las piezas, herramientas, dimensiones
- Número de equipos incrementado.
- Trabajo de equipo mejorado.
- Necesidad de control de calidad

Paso 8 Seguimiento y mejora. Asegúrese que su nuevo nivel establece el nuevo estándar

Un programa SMED exitoso tendrá los siguientes beneficios:

- Menor coste de fabricación (menos tiempo muerto del equipo)
- tamaño de los lotes más pequeños (cambios más rápidos permiten cambios de producto más frecuentes).
- Mejora de la capacidad de respuesta a la demanda del cliente (tamaño de los lotes más pequeños permiten una programación más flexible)
- Menores niveles de inventario (tamaño de los lotes más pequeños dan como resultado menores niveles de inventario)

(Liker, 1988)

3.14 Mantenimiento

El objetivo del mantenimiento es lograr, con el mínimo coste, el mayor tiempo en servicio de las instalaciones y maquinaria productivas, con el fin de conseguir la máxima disponibilidad, aportando la mayor productividad y calidad de producto, y la máxima seguridad de funcionamiento, sin embargo, el objetivo así definido no queda medido ni expresado en cifras.

Se debe de conocer cuáles son sus componentes o factores:

- Costo
- Tiempo de servicio (disponibilidad y fiabilidad)
- Seguridad de funcionamiento (mantenibilidad, calidad y prontitud de servicio)

Estos 3 factores son medibles y tienden a tener una variación, suficiente para optimizar el objetivo antes definido, permitiendo efectuar su análisis para llegar a determinar nuevas acciones.

3.14.1 Mantenimiento preventivo

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de Conservación, Confiabilidad, Mantenibilidad, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

3.14.2 TPM (Total Productive Maintenance)

El Mantenimiento Productivo Total, también conocido como TPM, por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance), nació en Estados Unidos, y tiene sus principales antecedentes en los conceptos de mantenimiento preventivo desarrollados en los años cincuenta. El mantenimiento preventivo consiste en actividades de revisión parcial de forma planificada, en las cuales se ejecutan cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades; antes de que se materialicen las fallas.

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las llamadas “seis grandes pérdidas” de los equipos, con el objetivo de facilitar la implantación de la forma de trabajo “Just in Time” o “justo a tiempo”.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional, pueden efectuarse no solo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado y polivalente.

3.14.2.1 La filosofía del TPM

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos a los equipos

Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total.

Al TPM podemos visionarlo como un edificio, formado por los siguientes componentes:

1) El tejado o cabeza integrada por etapas de la preparación del proyecto o programa TPM, es decir por:

- El proyecto de empresa base a la estrategia de la Dirección de la compañía
- La animación y el piloto en base a la identificación de una célula de pilotaje y de aplicación, preparando ésta los planes de formación e información de toda la estructura de la empresa
- El conocimiento de la situación de pérdida: estado de los lugares de equipos y organización

2) Los tres pilares básicos que integran:

- Los grupos de fiabilización para eliminar por mejoras todo tipo de disfuncionamiento
- La aplicación del auto mantenimiento y mantenimiento espontáneo
- La aplicación del mantenimiento programado
- El mantenimiento de la calidad de los equipos
- Las actividades del mantenimiento del mantenimiento previsional en el diseño de nuevos equipos capitalizando todo tipo de experiencias (ingeniería del mantenimiento)
- La formación y perfeccionamiento continuo en competencias de todos los empleados

3) Los cimientos en base a una buena aplicación de las 5´S y el respeto a la Seguridad e Higiene en el trabajo, así como el medio ambiente

Este edificio ha de ser controlado periódicamente para evaluar la evolución del proyecto de empresa y el logro de sus objetivos.

Pilares básicos del TPM:

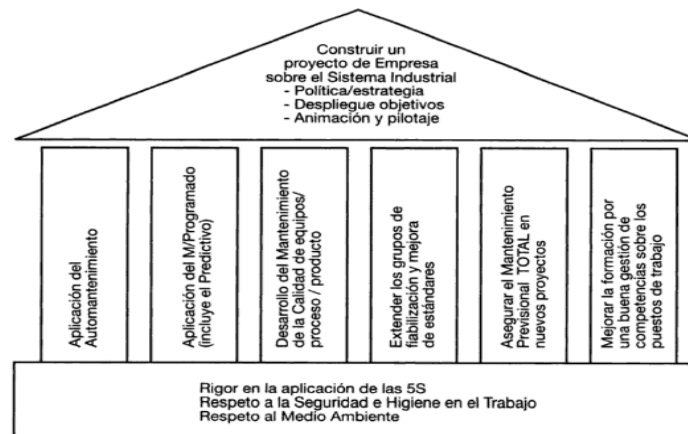


Figura 3.21 Pilares básicos del TPM. Lean.manufacturing.com recuperado el 22 de febrero del 2019

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se fundamenta sobre seis pilares:

1. Mejoras enfocadas.
2. Mantenimiento autónomo.
3. Mantenimiento planificado.
4. Mantenimiento de calidad.
5. Educación y entrenamiento.
6. Seguridad y medio ambiente.

Las 6 grandes pérdidas

Desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La máquina debe considerarse improductiva en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes tendentes a evitarlos en el futuro. TPM identifica seis fuentes de pérdidas (denominadas las <seis grandes pérdidas) que reducen la efectividad por interferir con la producción:

1. Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
2. Puesta a punto y ajustes de las máquinas (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella.

Por ejemplo, al inicio en la mañana, al cambiar de lugar de trabajo, al cambiar una matriz o matriz, o al hacer un ajuste.

3. Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores) durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc.
4. Velocidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima), que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.
5. Defectos en el proceso, que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas.
6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío, periodo de prueba, etc.

La implantación del TPM en una empresa

El Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) desarrolló un método en siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa. Los pasos para desarrollar es cambio de actitud son los siguientes:

- **Fase 1. Aseo inicial**

En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, se ajustan sus componentes y se realiza una puesta a punto del equipo (se reparan todos los defectos conocidos)

- **Fase 2. Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas**

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado.

Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular (fugas de aceite, por ejemplo), se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas (limpiar y lubricar).

- **Fase 3. Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación**

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

- **Fase 4. Inspecciones generales**

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

- **Fase 5. Inspecciones autónomas**

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

- **Fase 6. Orden y Armonía en la distribución**

La estandarización y la procedimentación de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), que es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT.

Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc.

- **Fase 7. Optimización y autonomía en la actividad**

La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones. Y todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción.

(Sacristán, 2001)

3.15 5´S

La metodología de las 5´S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

La metodología de las 5´S es de origen japonés, y se denomina de tal manera ya que la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra (s).

¿Qué son las 5´S?

- Son la base y el punto de partida de la producción lean y la estandarización
- Un método de 5 pasos para el diseño y la conservación de los puestos de trabajo limpios, seguros y ergonómicos, a fin de asegurar los procesos.

Es un método de trabajo que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productiva.

Objetivos:

- Áreas más limpias y seguras para el personal
- Mejorar la calidad del producto
- Reducir perdida. Mejorar el uso de recursos
- Detectar necesidades de mantenimiento
- Mejorar la imagen de la empresa ante terceros
- Mejorar la productividad

Las 5´s son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son:

1. **Seiri:** Clasificación u organización. Se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último. Por otro lado, aprovechamos la organización para establecer normas que nos permitan trabajar en los equipos/máquinas sin sobresaltos. Nuestra meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y nos ayuden a mejorar.



Figura: 3.22 Ejemplo de aplicación Seiri (Clasificar). Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019

2. **Seiton:** Ordenar. Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa, además, vamos a colocar las normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro nos permitan practicar la mejora de forma permanente.

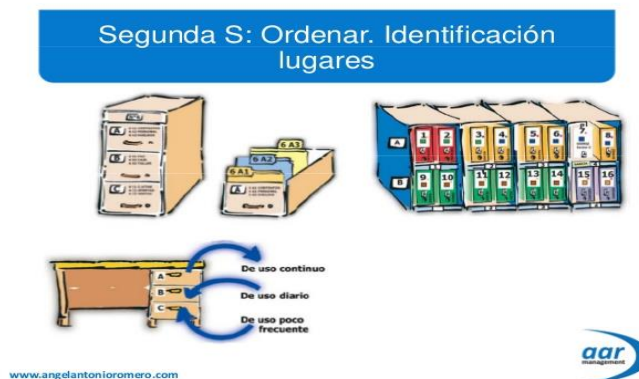


Figura 3. 23 Ejemplo aplicación Seiton (Ordenar). Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019

Así pues, situamos los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el eslogan de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

3. **Seiso:** Limpiar. Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y máquinas/equipos que tenga asignados.

No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo como son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, donde están los focos de suciedad de su máquina/puesto.

Así pues, hemos de lograr limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras, virutas, etc., en el piso, ni en las máquinas y equipos

Posteriormente y en grupos de trabajo hay que investigar de donde proviene la suciedad y sensibilizarse con el propósito de mantener el nivel de referencia alcanzada, eliminando las fuentes de suciedad.

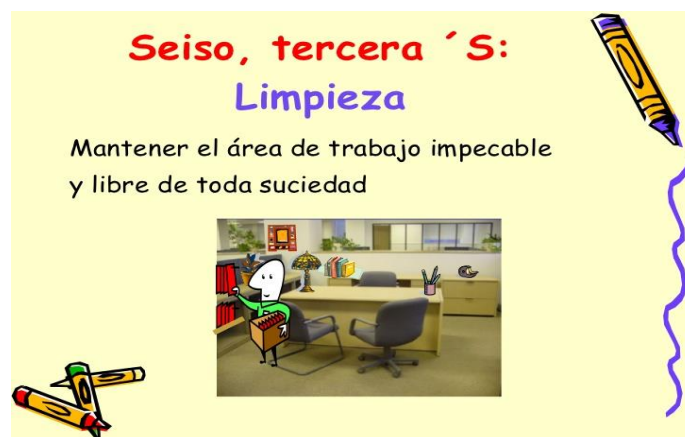


Figura 3. 24 Ejemplo de aplicación Seiso (Limpieza) Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019

4. **Seiketsu:** Mantener la limpieza o Estandarización. A través de gamas y controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarles y mantener el nivel de referencia alcanzado.

Así pues, esta S consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos, así como mediante controles visuales de todo tipo.

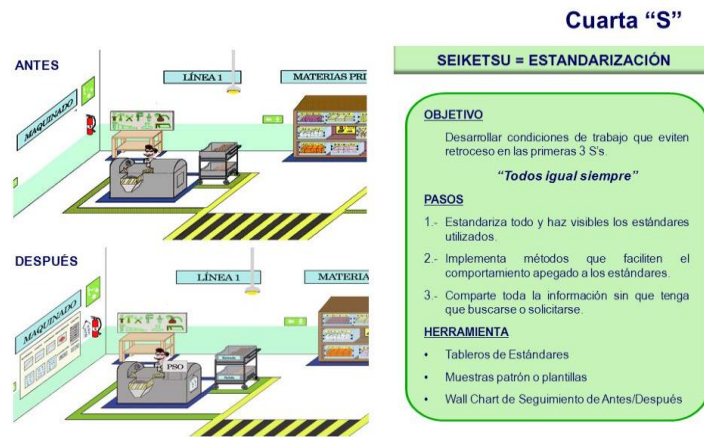


Figura 3.25 Ejemplo de aplicación Seiketsu (Estandarización). Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019

5. **Shitsuke:** Rigor en la aplicación de consignas y tareas (Disciplina). Realizar la auto inspección de manera cotidiana. Cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de oficinas. En definitiva, ser riguroso y responsable para mantener el nivel de referencia alcanzado, entrenando a todos para continuar la acción con disciplina y autonomía.

Las tres primeras fases, organizar, orden y limpieza, son operativas. La cuarta, a través del control visual y las gamas, ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores mediante la aplicación de estándares incorporados en las gamas.

La quinta fase permite adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario.

En general, esta acción se desarrolla en cada S por etapas y cada etapa por las tareas comunes a las 5'S.

Podríamos definir las 5´S como un estado ideal en el que:

- Los materiales y útiles innecesarios se han eliminado
- Todo se encuentra ordenado e identificado.
- Se han eliminado las fuentes de suciedad.
- Existe un control visual mediante el cual saltan a la vista las desviaciones o fallos, y todo lo anterior se mantiene y mejora continuamente.

Aplicar las 5´s no significa trabajar más; al contrario: al estar lo necesario ordenado en un ambiente despejado y limpio, el tiempo requerido para realizar las tareas es menor.

(Sacristán, 2005)

3.16 Ergonomía

La ergonomía es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades de los trabajadores que se verán involucrados. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de la persona, de la técnica y de la organización.

Ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema.

3.16.1 Historia

Los fundamentos de la ciencia de la ergonomía parece que se han establecido dentro del contexto de la cultura de la Antigua Grecia. Una buena parte de la evidencia indica que la civilización griega en el siglo V a. C. utiliza principios de la ergonomía en el diseño de herramientas en sus lugares de trabajo.

Más tarde, en el siglo XIX, Frederick Winslow Taylor fue pionero en la Administración Científica del Trabajo (taylorismo), método que propone la manera de encontrar el método óptimo para llevar a cabo una tarea determinada.

1. La ergonomía se define como interacciones entre humanos y los elementos de un sistema.
2. Sus características son fisiológicas, físicas, psicológicas y socioculturales.
3. Sus factores más conocidos son el hombre, las máquinas y el ambiente.
4. Según su dominio, se divide en cognitiva, física y la organizacional.
5. La ergonomía cognitiva, estudia los procesos mentales.
6. La ergonomía física, estudia la adaptabilidad física.
7. La ergonomía organizacional, estudia la optimización de sistemas psicotécnicos.

Ergonomía física

La ergonomía física se ocupa de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas del usuario, en tanto que se relacionan con la actividad física.

Sus temas más relevantes incluyen posturas de trabajo, sobreesfuerzo, manejo manual de materiales, movimientos repetitivos, lesiones músculo-tendinosas (LMT) de origen laboral, diseño de puestos de trabajo, seguridad y salud ocupacional.

De este modo, cuando se estudian los puestos de trabajo desde el punto de vista ergonómico pueden encontrarse problemas derivados de:

- **Diseño del puesto de trabajo:** alturas de trabajo, espacio disponible, herramientas utilizadas, etc.
- **Carga física:** posturas forzadas, movimientos repetitivos, manejo manual de cargas, fuerzas, etc.
- **Factores psicosociales del trabajo:** descanso, presión de tiempos, participación en las decisiones, relaciones entre compañeros y con los responsables, etc.
- **Condiciones ambientales del puesto de trabajo:** iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, etc.

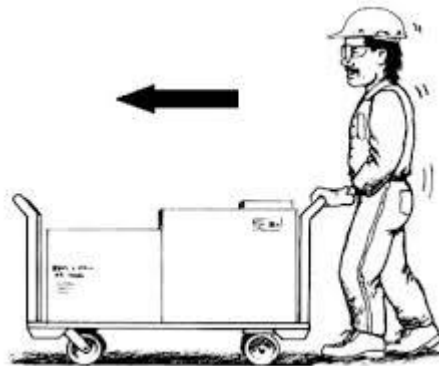


Figura: 3.26 Carga física, Transporte de material. Fuente: Internet. recuperado el 23 de febrero del 2019

Manipulación manual de cargas

Riesgos.

La manipulación manual de cargas es responsable, en muchos casos, de la aparición de:

- Fatiga física.
- Lesiones que se pueden producir de una forma inmediata.
- Acumulación de pequeños traumatismos, aparentemente sin importancia, hasta producir lesiones crónicas.

Las lesiones más frecuentes son:

- Contusiones.
- Cortes y heridas.
- Fracturas
- Lesiones músculo-esqueléticas.

Se pueden producir en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda, en especial en la zona dorso-lumbar.

El rango de las lesiones dorso-lumbares puede variar desde un lumbago a alteraciones de los discos intervertebrales (hernias discales) o incluso fracturas vertebrales por sobreesfuerzo.

También se pueden producir: lesiones en los miembros superiores (hombros, brazos y manos); quemaduras producidas por encontrarse las cargas a altas temperaturas; heridas o arañazos producidos por esquinas demasiado afiladas, superficies demasiado rugosas, clavos, etc.; contusiones por caídas de la carga debido a superficies resbaladizas (por aceites, grasas u otras sustancias); problemas circulatorios o hernias inguinales, y otros daños producidos por derramamiento de sustancias peligrosas.



Figura: 3.27 Carga física, Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019

Factores de riesgo:

1. Características de la carga: La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorso lumbar, en los casos siguientes:

- Si la carga es demasiado pesada o demasiado grande. A modo de indicación general, el peso máximo que se recomienda no sobrepasar (en condiciones ideales de manipulación) es de 25 kg. No obstante, si la población expuesta son mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, o si se quiere proteger a la mayoría de la población, no se deberían manejar cargas superiores a 15 kg.
- Si es voluminosa o difícil de sujetar.
- Si está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- Si está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- Si la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

2. Esfuerzo físico necesario para mover la carga: Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorso lumbar, en los casos siguientes:

- Si es demasiado intenso.
- Si no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.

- Si puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Si se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Si se trata de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

3. Exigencias de la actividad: La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorso lumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

- Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- Período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

4. Factores individuales: Constituyen factores individuales de riesgo:

- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- La existencia previa de patología dorso lumbar.



Figura: 3.28 Carga física. Postura correcta de levantar material. Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019

(Garcia, 1999)

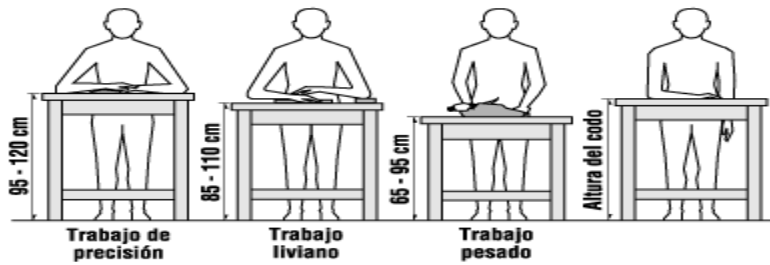


Figura: 3.29 Tamaño correcto de mesas de trabajo. Fuente: Internet.com recuperado el 23 de febrero del 2019

Si la altura de la mesa no es correcta, se somete a esfuerzo la musculatura del brazo y de la espalda. La posición forzada que resulta carga sobre todo la columna. Al mismo tiempo, si las piernas disponen de poco espacio para moverse se fuerza el cuerpo en una posición no natural y pueden así originarse problemas circulatorios.

En la actualidad, el estándar es una altura de 90 cm de gente de bastante altura ya se están poniendo a 1 metro de altura. Si piensas que unos pocos minutos han bastado para provocarte dolor de espalda, imagina las consecuencias de estar años trabajando en lugares y con elementos no calculados ergonómicamente.

- La altura del plano de trabajo (mesa, pupitre, máquinas, etc.) debe elegirse de tal modo que la parte alta del cuerpo esté ligeramente inclinada hacia delante. Considerando como punto medio, la altura de los codos. La distancia entre el objeto y los ojos debe definirse según la dificultad visual que presente la tarea.
- Las palancas, botones, llaves, útiles, etc., deben disponerse de modo que los movimientos más frecuentes puedan efectuarse cerca del cuerpo, y que sólo los movimientos que no exijan precisión ni un gran esfuerzo puedan ejecutarse lejos de ellas.
- Las condiciones de seguridad del espacio de trabajo (máquinas, equipos útiles, etc.), deben cumplir las normas de seguridad, es decir, deben ser seguras cumpliendo con las normas legales y/o técnicamente reconocidas (dispositivos de protección necesarios, instalaciones eléctricamente seguras, etc.)

Recomendaciones y principios antropométricos

- Considerar siempre a las personas en relación con el espacio de trabajo.
- Dar prioridad a las personas respecto al espacio de trabajo.
- Dirigir, siempre, el estudio del espacio de trabajo a aumentar la seguridad, el bienestar y la eficiencia.
- Facilitar la evolución de la técnica.
- Evaluar el diseño realizado según los requerimientos de la persona
- Tener en cuenta siempre las dimensiones estáticas y dinámicas, y recordar que varían de una persona a otro.
- La edad, el sexo, la raza, y el nivel social, influyen en las medidas antropométricas.
- Evitar cualquier posición inclinada o anormal del cuerpo, que ponga en tensión ciertos músculos o que moleste a la circulación de la sangre.
- Considerar los límites normales de trabajo para los miembros superiores e inferiores extendidos y flexionados de una persona con dimensiones, que estén incluidas entre el porcentaje del 5 y 95.
- Tener en cuenta para la manipulación de piezas y materiales, además del punto anterior, la frecuencia de alcance y el peso.
- Evitar el mantener los brazos (o las piernas) en posturas estáticas y por encima, en el caso de los brazos, del nivel del corazón.
- Mover los brazos alternativamente o simétricamente, ya que el movimiento de un solo brazo exige un esfuerzo estático de la musculatura del torso.

(Gil, 1980)

CAPÍTULO IV

MARCO REFERENCIAL

4.1 Descripción de la empresa u organización

Corporativo Industrial FLO S. A. de C. V. Fundada en Tlaxcala en el año de 1998 por el Sr. José Cecilio López en calle Benito Juárez 345 Col. La Trinidad Tenexyecac del municipio de Ixtacuixtla de mariano matamoros.

La empresa cuenta con alrededor de 37 Trabajadores en el turno matutino y vespertino, cuenta con diferentes áreas como son área de calidad, área de producción, finanzas, mantenimiento, ingeniería del producto y procesos las cuales se encarga de la realización del proceso de los gabinetes para la iluminación.

Corporativo Industrial FLO S. A. de C. V. es una empresa que diseña, fabrica, comercializa y distribuye productos para iluminación fluorescente y LED. Creada con el objetivo de satisfacer las necesidades del mercado de iluminación, con productos de la más alta calidad y tecnología.

Satisfaciendo principalmente el mercado de la construcción pública y privada, comercial e industrial, Corporativo Industrial FLO S. A. de C. V. cuenta con las instalaciones adecuadas para desarrollar un proceso de producción flexible que permite producir lotes de productos variables en pequeñas y grandes cantidades.

Sus clientes actualmente de **FLO S. A. de C. V.** son:

- TAMEX México Puebla Querétaro
- Eléctrica Silva villa Hermosa tabasco, Mérida
- El Niplito: Mérida Yucatán
- Jocer Havells (Feilo): Estado de México

4.1.1 Misión

Es una empresa innovadora, que ofrece soluciones a sus clientes en cuanto a necesidades de iluminación por medio del diseño, desarrollo, fabricación y comercialización de gabinetes para iluminación fluorescente y LED de acero en lámina negra, utilizando materias primas de primera calidad, para mantenimiento y áreas nuevas a iluminar a precios competitivos, contando siempre con el compromiso del personal y directivos.

4.1.2 Visión

En 2020 lograr posicionarnos como primera opción en la mente del consumidor, por medio de estrategias de promoción innovadoras, logrando niveles de excelencia en la calidad total de los productos por medio del compromiso permanente del personal y directivos, cumpliendo con los objetivos y metas establecidas, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

4.1.3 Valores

- Calidad: Corporativo industrial FLO S.A. DE C.V. nos esforzamos en el cumplimiento de las normas para desarrollar productos de calidad.
- Compromiso: comprometido el personal administrativo y operativo en el cumplimiento de objetivos y metas para la satisfacción total de nuestros clientes.
- Confianza: Garantía que nuestra empresa ofrece generando productos de calidad con las especificaciones requeridas por el cliente.
- Honestidad: Garantizar confianza hacia nuestros clientes, brindando lealtad en la utilización de materiales de la más alta calidad para la fabricación del producto.
- Responsabilidad: Cumplir con los compromisos establecidos con el cliente.

4.2 Organigrama

Actualmente la empresa FLO cuenta con una organización vertical, cuyas responsabilidades recaen en la cima de la misma. A medida que descendemos por la cadena en cada área funcional, el nivel de autoridad y responsabilidad.

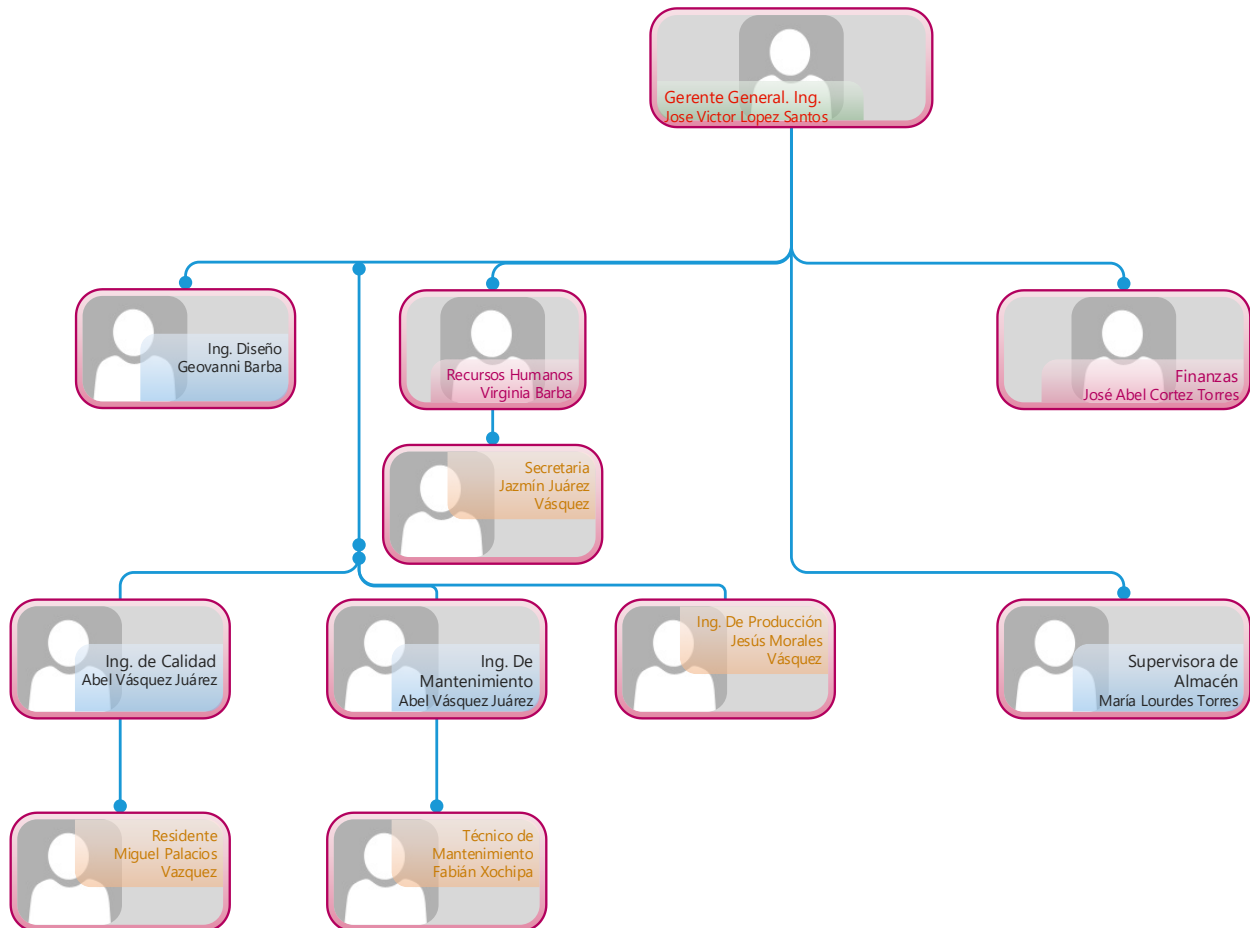


Figura 4.1 Organigrama. Fuente. Propia, información proporcionada corporativo FLO.

4.3 Lay – out Corporativo Industrial FLO S.A DE C.V.

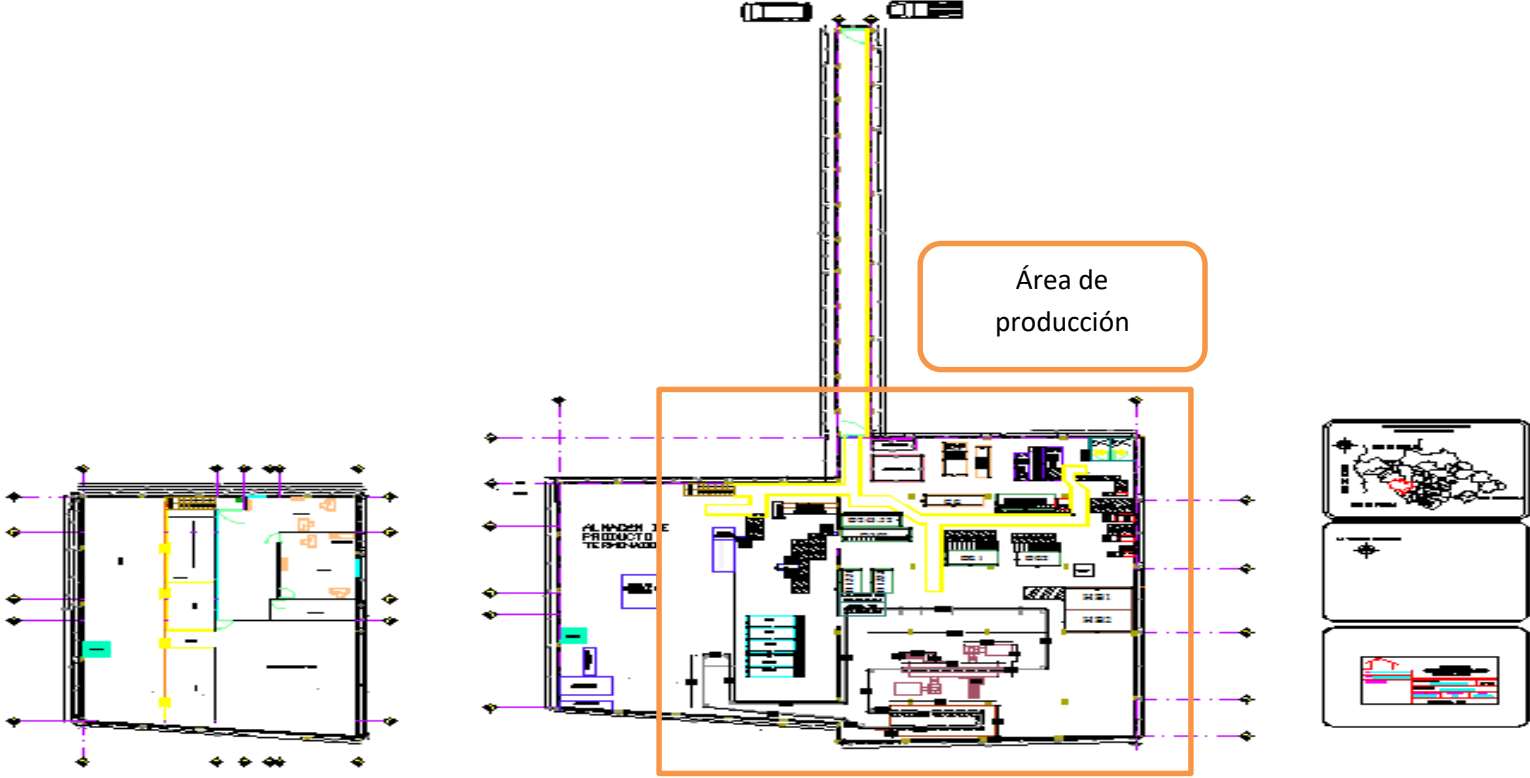


Figura 4.2 Lay Out. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

4.4 Descripción del puesto o área de trabajo en la que participó el estudiante.

Área de producción:

La empresa Corporativo Industrial FLO S.A. DE C.V. en la cual se fabrica iluminación fluorescente y LED. Representa un área de mejoras en las cuales puede estar desarrollando las técnicas de manejo y control de información.

El proyecto se llevará a cabo en el área de producción donde se confeccionan las iluminación fluorescente y LED, para los diferentes mercados anteriormente mencionados, se cuenta con una sola línea de producción de dos turnos dotada del equipo necesario para la fabricación del producto.

En el área de producción, la iluminación fluorescente y LED es elaborada a través de diferentes procesos o trabajos los cuales son: corte, trazo, troquelado, doblado, integrado, lavado, pintura, curado, armado y almacén del producto terminado.



Figura 4.3 Área de producción. Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

4.5 Ubicación de la empresa

Corporativo Industrial FLO S. A. de C. V. ubicada en calle Benito Juárez 345 Col. La Trinidad Tenexyecac del municipio de Ixtacuixtla de mariano matamoros, Tlaxcala, Tlax.



Figura 4.4 Ubicación de la organización Fuente Google Maps. Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

CAPÍTULO V
PROCEDIMIENTO Y
DESCRIPCIÓN DE
ACTIVIDADES
REALIZADAS (MÉTODO
APLICADO)

5.1 OEE actual de la empresa

El OEE es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de los equipos.

Se realizó un diagnóstico general de la empresa para calcular sus niveles de OEE (por sus siglas en inglés, Overall Equipment Effectiveness) o efectividad general de los equipos. Lo cual indica la posición actual de la empresa, respecto a sus niveles de OEE cabe señalar que el OEE, es importante para medir la disponibilidad, la eficiencia o rendimiento del proceso, así como la calidad.

Se calculó el OEE de la empresa recabando los siguientes datos.

- Tiempo de operación total
- Tiempos muertos programados
- Tiempo disponible
- Velocidad de operación real (takt time actual)
- Velocidad de operación esperada (tack time esperado)
- Piezas buenas por día.
- Piezas totales por día.

5.1.1 Tiempo de operación total

La empresa trabaja dos turnos con una duración de trabajo de 8 horas contemplando a comida, de las cuales son 16 hrs= 960 minutos = 57,600 segundos totales de operación.

5.1.2 Tiempos muertos programados

Lo tiempos muertos programados son aquellos que consideran los siguientes elementos:

- *Comida:* 30 min. X turno = 60 minutos totales
- *Pausa p/ limpieza de sanitarios:* 15 min. X turno = 15 minutos totales
- *Pausa/para ir al baño:* 10 min. X turno = 20 minutos totales
- *Guardar/entrega de material:* 5 min. X turno = 10 minutos totales

En total se tiene 105 minutos de tiempo muerto programado, lo que representa 6,300 segundos.

5.1.3 Tiempo disponible

En base al cálculo de los dos elementos anteriores se puede calcular el tiempo disponible.

Por ellos tenemos:

57,600 segundos (-) 6,300 segundos = 51,300 segundos disponibles.

5.1.4 Velocidad actual de operación

La velocidad de operación o Takt Time actual de operación se calculó de la siguiente manera:

$$TAKT\ TIME = \frac{(Tiempo\ disponible)}{Volúmen\ requerido\ del\ cliente}$$

Para calcular el volumen actual se tomó en consideración el tiempo disponible y el volumen actual generado para el cliente, dicho volumen es de 298 pzas x día, utilizando los historiales de volumen del año 2018, con carga de trabajo tradicional que maneja la empresa de acuerdo a su contrato colectivo de trabajo.

De éste modo podemos calcular la velocidad de operación actual:

$$TAKT\ TIME\ ACTUAL = \frac{51,300\ segundos}{298\ pcs.\ x\ día}$$

Por lo tanto, tenemos:

Velocidad de operación actual = 172.14 seg /pza. /60= 2.86 min x pieza

5.1.5 Velocidad esperada de operación

La velocidad esperada de operación la calculamos con la fórmula del takt time, tomando como referencia los datos de tiempo disponible y el volumen de piezas que se requieren obtener de acuerdo al volumen diario requerido, con una demanda 355 piezas del año 2017. (Ver Tabla 5.4 p. 97)

Tiempo disponible = 51,300 segundos

Demanda diaria = 355 pzas. diarias

$$TAKT\ TIME\ ESPERADO = \frac{51,300\ segundos}{355\ pza\ x\ día}$$

Por lo tanto, tenemos que:

Velocidad de operación esperada = 144.50 seg/pza /60= 2.41 min x pieza

5.1.6 Piezas buenas vs. Piezas totales

El promedio de piezas totales actuales que tiene la empresa fue tomado de una base de datos históricos del turno que se manejan los cuales son:

Tabla 5.1 Piezas buenas vs Piezas malas. 2017

Total mensual	511	4053	2418	9223	4261	2890	1546	3300	1650	3340	33192
Promedio diario	19.65	155.88	89.56	354.73	157.81	107.04	59.46	122.22	63.46	123.70	125.35
Promedio Anual:	125.28										

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Nota: Se presenta un historial de volumen de los productos del año 2017 a partir del mes de marzo.

Tabla. 5.2 Piezas buenas vs Piezas malas. 2018

Total mensual	4753	3876	2438	5978	4454	6762	3054	6397	7744	5709	7757	4931	63853
Promedio diario:	176.04	161.50	93.77	229.92	164.96	260.08	113.11	236.93	297.85	211.44	298.35	182.63	202.21
Promedio diario anual:	125.28	Año 2017	4.67	585.06	5.85	119	Prom. Pzas. Buenas	93	26	Desperdicios	2.17	Prom. Desperd.Xdía	
	201.92	Año 2018	2.45	494.70	4.95	197	Prom. Pzas. Buenas	161	36	Desperdicios	3.00	Prom. Desperd.Xdía	
Pzas. Totales Promedio 2017/2018	327												
	Total: 163.6						316	Pzas. Buenas prom.	62	Total. Desperdicios	5.17		
	Dif. De pzas. Malas X día prom.		16				311	Pzas. Reales buenas					

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Tabla 5.3 Estadísticas de problemas de calidad

Íte	Proceso	Piezas evaluadas	Operador	Tipo de producto	Máquina	Problema reportado	Piezas rechazadas	Causas del problema	Disposición del material	Fecha
1	Integrado	705	Punteadoras	Marco para capfce	40603	Laminilla desprendida	28	La máquina no genera el amperaje correcto.	Desperdicio	05-Ene.-2018
4	Pintura	400	Eloy Xochipa	Cajon normal	41090208	Zona externa exceso de pintura	6	Explosiones de pistola con exceso de pintura.	Desperdicio	03-Mzo.-2018
5	Pintura	300	Octavio Sánchez	Capfce cal. 24	41090208	Zona interna exceso de pintura	6	Explosiones de pistola con exceso de pintura.	Desperdicio	09-Mzo.-2018
8	Troquelado	90	Saul Tepepa	Estruct. Cajon rejilla lineal con marco	40402	Ventilación descentrada	5	Material no colocado a tope de plantilla.	Desperdicio	10 - Oct. - 2018
9	Corte	300	Cipriano Pérez	Marco soporte para capfce	40203	Despunte a 45° fuera de tolerancias	5	Material no colocado a 45°	Desperdicio	08 - Oct. - 2018
2	Doblado	200	Fabian Xochipa	High bay	40501	Doble a 90° mal realizado	4	Distracción del operador	Desperdicio	24-Feb.- 2018
15	Doblado	400	Octavio Sánchez	High bay 6X54 sin marco cal. 22	40502	3er. Doble a 90° equivocado	3	Descuido del operador	Desperdicio	22-Nov.-2018
16	Doblado	100	Hugo Vázquez	High bay 4X54 sin marco cal. 24	40501	3er. Doble a 90° equivocado	3	Descuido del operador	Desperdicio	21-Dic.-2018
3	Doblado	400	Ramiro Juárez	Capfce cal. 24	40501	Doble a 45° mal realizado	2	Distracción del operador	Desperdicio	24-Feb.- 2018
6	Doblado	250	Ramiro Juárez	Capfce cal. 22	40501	2do. Doble deformado	2	Descuido del operador	Desperdicio	28 - Junio - 2018
10	Corte	90	Cipriano Pérez	Malla para cajon rejilla lineal	40201	Largo fuera de tolerancias	2	Material no colocado a tope	Desperdicio	10 - Oct. - 2018
7	Doblado	230	Claudia Vázquez	Capfce cal. 24	40501	2do. Doble deformado	1	Descuido del operador	Desperdicio	29 - Junio - 2018
11	Doblado	150	Gerardo González	Cajon 2X32 cal. 28	40505	Doble mal realizado	1	Descuido del operador	Desperdicio	24 - Oct. - 2018
12	Integrado	52	Silvia Pluma	Cajon 2X32 cal. 28	40603	Punto de soldadura perforado	1	Electrodo por arco eléctrico con impurezas en sus caras.	Desperdicio	15 - Oct. - 2018
13	Corte	90	Cipriano Pérez	Cajon rejilla lineal con marco 3X18 w.	40201	Largo fuera de tolerancias	1	Material no colocado a tope	Desperdicio	10 - Oct. - 2018
14	Corte	251	Cipriano Pérez	Cubre reactor de capfce	40201	Largo fuera de tolerancias	1	No se colocó el material a tope de corte	Desperdicio	03 - Oct. - 2018
17	Troquelado	100	Saul Tepepa	High bay 4X54 sin marco cal. 24	40402	Troquel de ventilación cortado	1	Descuido del pintor	Desperdicio	21-Dic.-2018

Pzas. Evaluadas 4108

Total 72

Porcentaje de rechazo 1.75%

Piezas evaluadas y rechazadas en el periodo Enero- diciembre 2018: Elaboración. Propia. Información proporcionada. Corporativo FLO

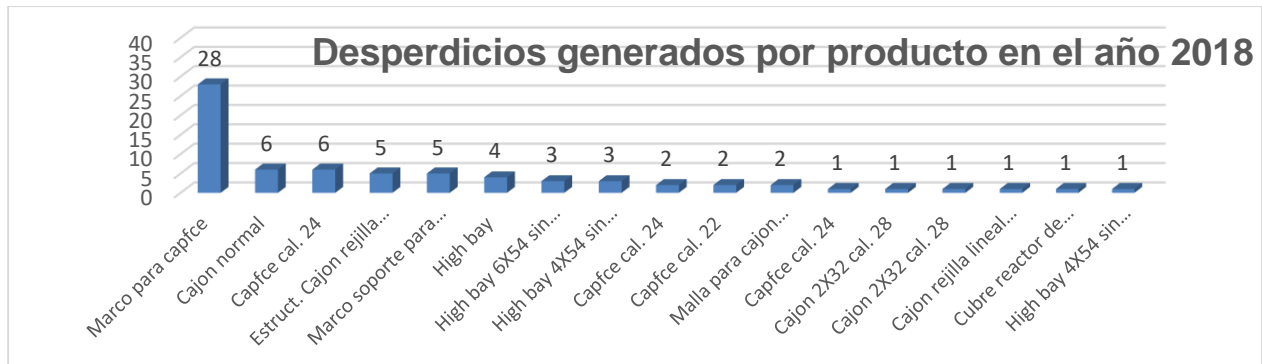


Figura 5.1 Desperdicios generados por producto: Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

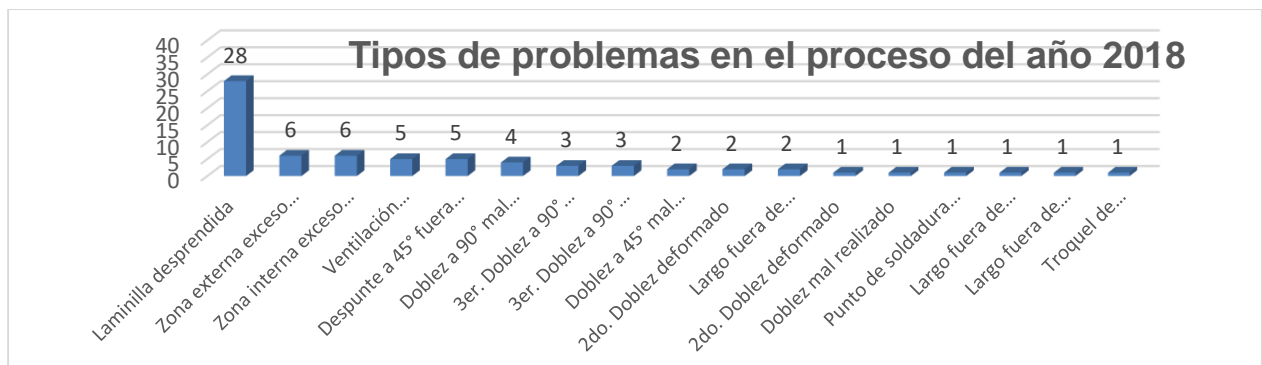


Figura: 5.2 Tipos de problemas que afectan al proceso: Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Tabla 5.4 OEE Pzas buenas vs pzas totales:

Promedio de piezas x día	163.3
Demanda diaria esperada	355
Promedio de pzas buenas x día	311
Promedio de pzas totales x día	327

Fuente: Elaboración. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Valor OEE	Nivel	Situación	Significado	Competitividad
< 65%	Malo	Inaceptable	Grandes pérdidas	Muy baja
			Riesgo operativo	
65% - 75%	Regular	Aceptable c/ mejoras	Grandes pérdidas	Baja
			Puede no ser negocio	
75% - 85%	Buena	Aceptable	Ligeras pérdidas	Media
			Oportunidad de mejora	
85% - 95%	Muy Buena	Aceptable	Cerca clase mundial	Buena
			Liderazgo en mercado	
> 95%	Clase Mundial	Excelencia	Objetivo de todas las empresas	Excelente

Figura 5.3 Tabla de los niveles de OEE y su interpretación: Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

Como se puede observar se tienen que tener altos niveles operativos, en su caso tener un indicador OEE mayor al 95% para alcanzar la excelencia operacional. La siguiente imagen muestra el porcentaje de OEE que tiene la empresa.

OEE (Overall Equipment Effectiveness)				
Tiempo de operación total:	57600	Seg. Totales	Operación total: 2 turnos= 16.0 hrs.	
			16.0 hrs. X 60 = 960 min. X 60 = 57600 seg.	
Tiempos programados:	6300	Seg. Programados	Paros programados	
			30 min. X turno comida	60
Tiempo disponible:	51300	Seg. Disponibles	10 min. X turno Sanitario	20
			15 min. Limpieza de sanitarios	15
Velocidad de operación real:	172	Seg. / pieza	5 min. X turno entrega de guantes	10
Velocidad de operación esperada:	145	Seg. / pieza	Total	105
Piezas buenas:	311	Piezas	Promedio de pzas. X día	163.6
			Demanda diaria esperada	355
Piezas totales.	327	Piezas	Prom. Pzas. Buenas X día	311
			Prom. Pzas. totales X día	327
NIVELES OEE				
DISPONIBILIDAD	89%	Tiempo de operación total- Downtimes/ Tiempo de operación total		
RENDIMIENTO	84%	Velocidad esperada de la línea / Velocidad real		
CALIDAD	95%	Piezas buenas / Producción total		
OVERALL OEE	71.41%	Disponibilidad X Rendimiento X Calidad		

Figura 5.4 Cálculo de OEE de la empresa. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

Como se puede apreciar, el porcentaje de OEE que tiene actualmente la empresa es aceptable con oportunidad de mejoras y es de 71.41% incluso por arriba del 65% por ciento que es el más bajo, según esto nos indica que la empresa se encuentra en un nivel aceptable ya que está por arriba del 65% y se halla en una situación aceptable con mejoras generando grandes pérdidas, trabajando con una muy baja competitividad en el mercado.

Todo ello es importante que se dé a conocer en todos los niveles de la organización para que se generen alternativas de mejoramiento continuo.

Se identificaron las actividades a realizar por cada proceso que se presentan a continuación: con el apoyo de un flujograma y con el tiempo de cada operación.

5.2 Diagrama de Flujo para la fabricación del producto Capfce 32 watts, cal-24

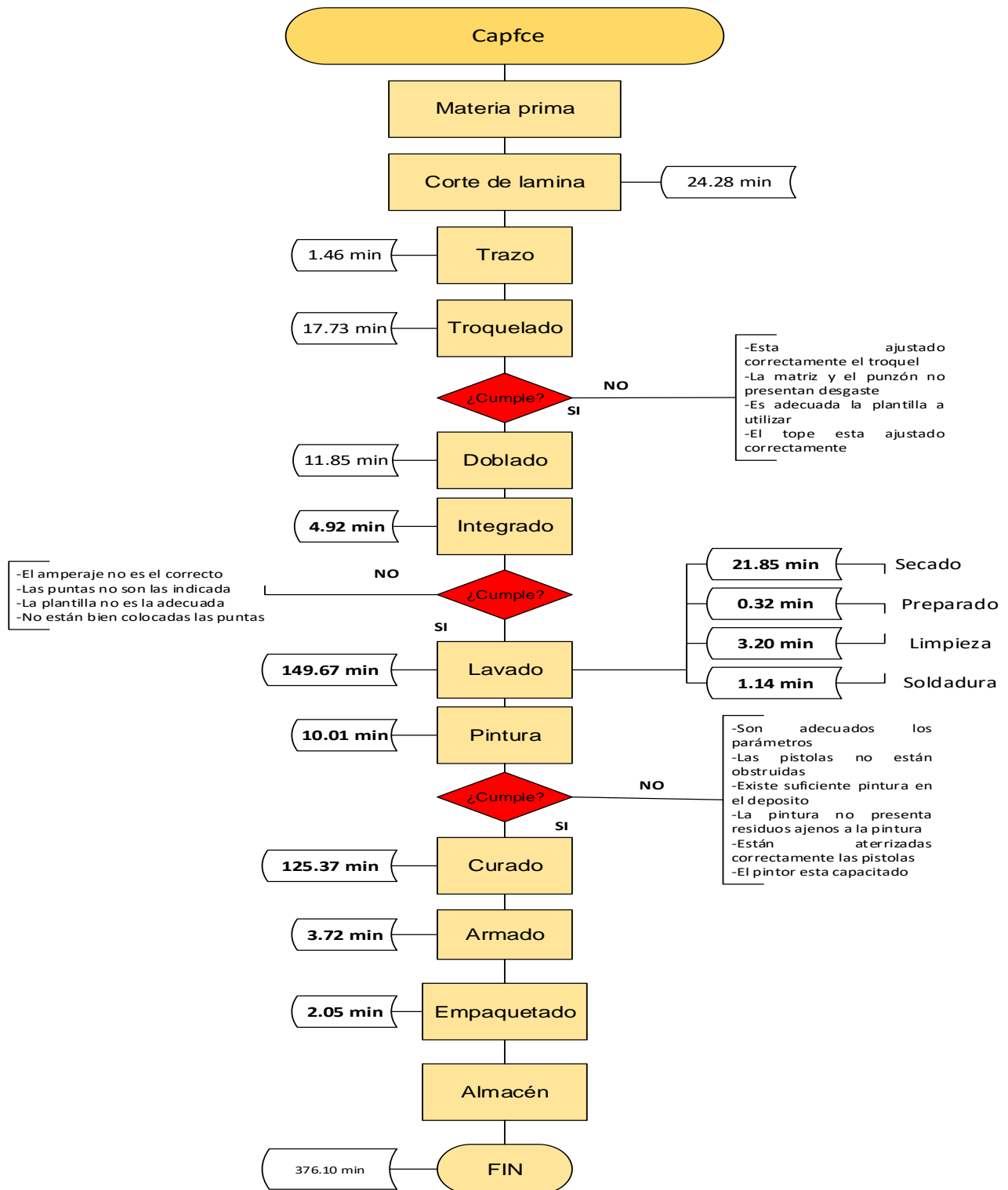


Figura: 5.5 Diagrama de flujo. Fuente: Autoría Propia. Información proporcionada. Corporativo FLO.

5.3 Mediante un Análisis ABC



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACION FLUORESCENTE Y LED

Tabla 5.5 Registro de producción del año 2018

Item	Descripción del producto	Enero	Feb.	Mzo.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agto.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total producción
1	Canaleta de 32 watts	1300	1000	212	1850	930	943	700	1731	2010	1376	2500	181	14733
2	Capfce 2X32 w. cal. 24	600	400	680	217	1738	409	1073	1648	1271	1179	764	1194	11173
3	Capfce 2X32 w. cal. 22		400		132	237	1654	95	92	1730	158	319	1177	5994
4	Canaleta de 60 watts		800	420	1060	30	792	50	320	1180	270	968	80	5970
5	Caja 30 X30 cm.	313	500	63	580	261	800		1130	90	113	1010	230	5090
6	Cajon de sobreponer 2X32 w.	300	200	130	224	15	488	70	393	482	960	350	720	4332
7	Lujo classic 2X32 w.	200	300	80	109	356	316	187	224	234	248	121	262	2637
8	Canaleta de 30 watts			212	600	300	460	145					40	1757
9	Capfce 2X20 w. cal. 24	990					24	201	48	26	230			1519
10	Cajon de sobreponer c / mco. Abat. 2X32 w.					168	104	341			389			1002
11	Canaleta de 28 watts	900		60										960
12	High bay 4X54 w.		200	100				1	94	110		168	271	944
13	Canaleta de 17 watts			40	260				40	240	20	240		840
14	High bay 6X54 w.				200				2		70	401	1	674
15	Cajon de sobreponer 2X20 w. c/mco. Abat.										125	477	38	640
16	Cajon de sobreponer 2X32 w. c/ mco.								39				509	548
17	Industrial 2X60 w.		76	35		174	4		98	20	87			494
18	High bay 6X32 w.				16		263		122				17	418
19	Empotrar rejilla lineal 3 X9 w.								209	33		168		410
20	Canal cuadrado 1X32 w. c / ref.				200		200	1						401
21	Cajon rejilla lineal 3X14 w.				159	188	6							353
22	Cajon rejilla lineal 3X20 w.						60	2	149		89	8		308
23	Cajon mco. Abatible 2X32 w.	150			41						39			230
24	Empotrar rejilla lineal 2 X9 w.										188			188
25	Capfce 2X20 w. cal. 24			35	129							10	2	176
26	Lujo bajo peralte 2X9 w.			80	83			1						164
27	Cajon de sobreponer 4X32 w.			130	20									150
28	Canal cuadrado 6X20 w.				16		32	16		61		16		141
29	Caja marco abatible 30 X30 cm.			63	5	23	10	1			29			131
30	Lujo classic 2X20 w.									50		44	33	127
31	Industrial 2X32 w.						10			10	79		10	109

Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Tabla 5.6 Registro de producción del año 2018

Item	Descripción del producto	Enero	Feb.	Mzo.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agto.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total producción
32	Empotrar rejilla rejilla parab. 2X32 w.									100	2			102
33	Canal cuadrado 1X60 w. c / ref.						100							100
34	Canal cuadrado 2X60 w. c / ref.							100						100
35	Cajon c/ ventanas lat. 2X20 w.				5			1					93	99
36	A prueba de polvo y agua 2X20 w.				50							30	10	90
37	Industrial slim 2X20 w.								16		1	64		81
38	Caja convexa 30 X30 cm.			63	10									73
39	Linea continua 2X54 w.						43	2		20				65
40	Cajon de sobreponer 2X60 w.							49			14			63
41	Empotrar rejilla rejilla parab. 3X9 w.											53		53
42	High bay 4X32 w. sin marco							3	5	3	20		20	51
43	Industrial 2X30 w.			35		10		1			1			47
44	Empotrar sin bisel 2X32 w.									18	22			40
45	Capfce 2X60 w. cal. 28											19	19	38
46	Industrial slim 2X36 w.								16	20				36
47	Lujo bajo peralte 2X32 w.								16	16				32
48	A prueba de polvo y agua 2X32 w.											13	19	32
49	Empotrar bisel fijo 30 X30 cm.						30							30
50	Lujo classic 2X60 w.					24								24
51	Cajon Curvalume 2X32 w.							2		20				22
52	A prueba de polvo y agua 2X54 w.				7							14		21
53	Cajon rejilla lineal 3X9 w.						6	3	3					12
54	Industrial 1X32 w.							8						8
55	Industrial 1X60 w.								2				5	7
56	Linea continua 1X54 w.						5	1						6
57	High bay 8X20 w.				5									5
58	Mini Industrial 2X54 w.						3							3
Total mensual		4753	3876	2438	5978	4454	6762	3054	6397	7744	5709	7757	4931	63853

Fuente. Autoría Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Se desarrolló un análisis ABC, para identificar que producto es el que mayor volumen tiene dentro de la empresa, para realizar una mejora de él. Ya que este producto es el que mayor impacto tiene dentro de dicha empresa, con este análisis, obtendremos que producto es el que mayor producción ha tenido, durante el año 2018 mediante los datos históricos presentados en la (Tabla 5.5 pág. 99), registro de producción.

Según el historial del 2018 el producto que mayor venta tubo fue la canaleta, de 32 watts, y en segundo lugar fue el Capfce 2X32 watts, cal- 24 (Ver Anexo A p. 188). Se tomó en consideración este último debido a que tiene mayor cantidad de procesos, lo cual nos permite realizar un mejor análisis del mismo.

Tomando el segundo producto más vendido que fue el Capfce 2X32 watts cal-24 se realizó un ABC para identificar un matriz proceso en la cual nos permite identificar una matriz familia de los cuales componen los mismos procesos ya que la mejora no solo se aplicara para el Capfce 2X32 watts cal-24 sino también para los que tengas los mismos procesos. Mediante este análisis se obtendrán una mejora para este producto, ya que este producto está completo y tiene más procesos que la canaleta, así mismo se identificarán los procesos por los cuales pasa este proceso.

Con un matriz proceso lo que hacemos es ver qué tipo de familias se encuentran en los productos: en la (Tabla 5.7 p. 102) Matriz procesos compartidos, nos muestra que los productos que tienen los mismos procesos son: el producto A, C, E, F, G, H, I, J, L, M, N de los cuales aplicando la mejora también a ellos se les aplicara.

5.3.1 Matriz de procesos, clasificación de productos



Tabla 5.7 Matriz de procesos.

Item	SKU	Producto	CORTE	TRAZO	TROQUELADO	DOBLADO	INTEGRADO	LAVADO	PINTURA	CURADO	ARMADO	EMPAQUE	Σ
1	A	Capfce cal. 24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
2	B	Canaleta de 32 w.	1	1	1	1		1	1	1		1	8
3	C	Capfce cal. 22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
4	D	Canaleta de 60 w.	1	1	1	1		1	1	1		1	8
5	E	Caja 30 X30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
6	F	Lujo Classic	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
7	G	Cajón normal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
8	H	High bay 4X54 w.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
9	I	High bay 6X54 w.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
10	J	Cajón mco. Abatible	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
11	K	Canaleta de 17 w.	1	1	1	1		1	1	1		1	8
12	L	Cajón rejilla lineal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
13	M	Industrial 2X60 w.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
14	N	Cajón Curvalume	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Se identificaron las actividades a realizar por cada proceso que se presentan a continuación: mediante recolección de datos, para posteriormente tomar los tiempos ciclo de cada actividad.

5.4 Identificación de actividades de estructura Capfce 2X32 watts cal-24 con componentes.

Se identificaron las operaciones que formaban parte de todo el proceso de transformación, desde la recepción de la materia prima hasta el embalaje del producto terminado. (Ver Anexo B p. 190).

5.4.1 Área de corte

En esta área es el primer proceso de operación, de la planta, en ella se realizan los cortes de todo el material a procesar. Tanto estructuras, así como de todos sus componentes que lo componen. Se cuenta con tres máquinas de corte, una eléctrica, una neumática, y una mecánica.

Se recabaron las siguientes actividades del área de corte y se presentan a continuación en una tabla para identificar el área donde se hará la operación, así como la descripción de cada actividad.

Tabla 5.8. Operaciones de área de corte

Item	No. Interno de Máq.	Área	Descripción del proceso
1	40201	Corte	Observar y analizar orden de trabajo
2	40201	Corte	Verificar existencia de materiales
3	40201	Corte	Verificar dimensiones de corte
4	40201	Corte	Ajustar topes de corte de la máquina
5	40201	Corte	Ajustar máquina para realizar las operaciones
6	40201	Corte	Tomar lámina de su rack de ubicación
7	40201	Corte	Realizar corte
8	40201	Corte	Ajustar topes de corte de la máquina
9	40201	Corte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
10	40201	Corte	Cortar lote de producción requerida.
11	40201	Corte	Apilar producto procesado
12	40201	Corte	Verificar dimensiones de corte
13	40201	Corte	Ajustar máquina para realizar las operaciones
14	40203	Corte	Realizar despunte en cizalla mecánica donde se requiera
15	40201	Corte	Realizar corte

16	40201	Corte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
17	40201	Corte	Apilar producto procesado
18	40201	Corte	Traslado al área de trazo

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.2 Área de Trazo

Realiza trazos con rayador y escuadra según las dimensiones requeridas por las especificaciones del producto, formato 122F-JIP-05, validar los trazos en los registros correspondientes según las frecuencias definidas en el procedimiento PP-JC-01. Trazado de estructura, así como sus componentes

Tabla 5.9 operaciones de área de Trazo

Item	No. Interno	Área	Descripción del proceso
1	N/A	Trazo	Verifica dimensiones de trazo
2	N/A		Validar orden de corte según bitácora
3	N/A	Trazo	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar (si requiere).
4	N/A	Trazo	Validar que el material se encuentre a escuadra
5	N/A	Trazo	Formar material y alinear con barras de aluminio
6	N/A	Trazo	Realizar trazo
7	N/A	Trazo	Validar dimensiones de trazo con flexómetro
8	N/A	Trazo	Apilar producto procesado
9	N/A	Trazo	Traslado al área de troquelado

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.3 Área de Troquelado

Realizar troquelado para estructura Capfce 2X32 cal-24, ventilación así también para sus componentes. En esta área se cuenta con 4 máquinas troqueladoras con capacidad de 5, 10 y 25 toneladas con altura variable.

Tabla 5.10 operaciones de área de Troquelado.

Item	No. Interno	Área	Descripción del proceso
1	40401	Troquelado	Verificar dimensiones de troquelado
2	40401	Troquelado	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar (si requiere). Y tomar su plantilla.
3	40401	Troquelado	Verificar troquel a utilizar según cargas de trabajo.
4	40401	Troquelado	Realizar montaje de troquel en máquina.
5	40401	Troquelado	Realizar pruebas de troquelado para validar su centrado y/o ajuste.
6	40401	Troquelado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
7	40401	Troquelado	Realizar troquelado de 40 w.
9	40401	Troquelado	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
10	40401	Troquelado	Apilar producto procesado
11	40401	Troquelado	Verificar dimensiones de troquelado para ventilación
12	40401	Troquelado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
13	40401	Troquelado	Realizar troquelado para ventilación
14	40401	Troquelado	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
15	40401	Troquelado	Apilar producto procesado
16	40401	Troquelado	Traslado de material al área de doblado

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.4 Área de Doblado

En esta área se realizan los dobleces de diferentes ángulos de doblado, para realizar esta operación se cuenta con dos máquinas, semiautomáticas (o de cortina) y 5 máquinas manuales.

Tabla 5.11. operaciones de área de Doblado

Item	No. Interno	Área	Descripción del proceso
1	40502	Doblado	Verificar especificaciones de doblado
2	40502	Doblado	Ajustar topes de dado
3	40502	Doblado	Realizar pruebas de ángulo de doblado

4	40502	Doblado	Realizar 1er. doblado a 90°
5	40502	Doblado	Validar de acuerdo a especificaciones
6	40502	Doblado	Apilar producto procesado
7	40502	Doblado	Verificar especificaciones de doblado
8	40502	Doblado	Fluir material a dobladora 40501
9	40501	Doblado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
10	40501	Doblado	Ajustar topes de dado
11	40501	Doblado	Realizar pruebas de ángulo de doblado
12	40501	Doblado	Realizar 2do. Y 3er. doblado a 90°
13	40501	Doblado	Validar de acuerdo a especificaciones
14	40501	Doblado	Apilar producto procesado
15	40501	Doblado	Verificar especificaciones de doblado
16	40501	Doblado	Ajustar máquina para realizar 4to. Y 5to. Doblado a 45°
17	40501	Doblado	Realizar 4to. Y 5to. a 45°
18	40501	Doblado	Validar de acuerdo a especificaciones
19	40501	Doblado	Apilar producto procesado
20	40501	Doblado	Traslado al área de integrado

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.5 Área de Integrado y sus componentes

En esta área se integran los componentes a la estructura, por medio de sueldado, lo cual es un arco eléctrico el cual garantiza una fuerza de agarre que permite su instalación sin que haya desprendimientos de sus componentes integrados y cuenta con 4 máquinas con capacidades de 15 y 20 kva (kilo volts ampers).

Tabla 5.12. Operaciones de área de integrado.

Item	No. Interno	Área	Descripción del proceso
1	40604	Integrado	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
2	40604	Integrado	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
3	40604	Integrado	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
4	40604	Integrado	Verificar especificaciones de integrado
5	40604	Integrado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
6	40604	Integrado	Integrado de refuerzo para tubo conduit
7	40604	Integrado	Validar de acuerdo a especificaciones

8	40604	Integrado	Apilar producto procesado
9	40604	Integrado	Verificar especificaciones de integrado
10	40604	Integrado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
11	40604	Integrado	Integrado de refuerzo de balastro
12	40604	Integrado	Validar de acuerdo a especificaciones
13	40604	Integrado	Apilar producto procesado
14	40604	Integrado	Verificar especificaciones de integrado
15	40604	Integrado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
16	40604	Integrado	Integrado de sujetor de la porta base
17	40604	Integrado	Validar de acuerdo a especificaciones
18	40604	Integrado	Apilar producto procesado
19	40604	Integrado	Verificar especificaciones de integrado
20	40604	Integrado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
21	40604	Integrado	Integrado de sujetor para cubre reactor
22	40604	Integrado	Validar de acuerdo a especificaciones
23	40604	Integrado	Apilar producto procesado
24	40604	Integrado	Verificar especificaciones de integrado
25	40604	Integrado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
26	40604	Integrado	Integrado de cabeceras manualmente
27	40604	Integrado	Validar de acuerdo a especificaciones
28	40604	Integrado	Apilar producto procesado
29	40604	Integrado	Verificar especificaciones de integrado
30	40601	Integrado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
31	40601	Integrado	Integrado primer punto a cabeceras
32	40601	Integrado	Validar de acuerdo a especificaciones
33	40601	Integrado	Apilar producto procesado
34	40603	Integrado	Verificar especificaciones de integrado
35	40603	Integrado	Preparar cabecera para su integrado
36	40603	Integrado	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
37	40603	Integrado	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
38	40603	Integrado	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
39	40603	Integrado	Ajustar máquina para realizar las operaciones
40	40603	Integrado	Integrado cerrar cabeceras
41	40603	Integrado	Validar de acuerdo a especificaciones
42	40603	Integrado	Apilar producto procesado

43	40603	Integrado	Traslado al área de pulido
44	40601	Integrado	Integrar laminilla en cabeceras y laterales

Fuente. Propia, Información, proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.6 Área de Lavado

En esta área se realiza el lavado de la estructura y componentes en el cual pasa por un proceso de tres tipos; desengrasante el cual hace que la lámina elimine la grasa que este pueda llevar, pasa por agua para eliminar el desengrasante, no en su totalidad, por ultimo sellado, este último proceso de lavado hace que la lámina este completamente para evitar su oxidación para cuando llegue al área de pintura esta se pueda pintar fácilmente.

Tabla 5.13. operaciones de área de Lavado.

Item	No. Interno	área	Descripción del proceso
1	307	Lavado	Realizar lavado
2	307	Lavado	Colocar material en tina de desengrasante
3	307	Lavado	Colocar material en tina de enjuague
4	307	Lavado	Colocar material en tina de sellado
5	307	Lavado	Coloca material en zona de escurrimiento.
6	307	Lavado	Apilar producto procesado
7	40908	Lavado	Traslado al área de secado

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.7 Área de Pintura

El pintado de los gabinetes y componentes se realiza a través de polvo de pintura electrostática, basada en el principio de funcionamiento de un imán, en el cual dos cargas opuestas se atraen. La pintura es aplicada por equipo de pulverización el cual está diseñado para un uso seguro y con las ultimas especificaciones tecnológicas.

Tabla 5.14. operaciones de área de Pintura.

Item	No. Interno	Área	Descripción del proceso
1	40906	Pintura	Preparar y seleccionar ganchos adecuados al producto

2	40906	Pintura	Verificar especificaciones de pintado
3	40906	Pintura	Validar producto para pintado según especificaciones
4	40906	Pintura	Ajustar máquina para realizar las operaciones
5	40906	Pintura	Realizar colgado
6	40919	Pintura	Realizar pintado superior
7	40919	Pintura	Realizar pintado inferior
8	40919	Pintura	Validar pintura de acuerdo a especificaciones
9	40919	Pintura	Apilar producto procesado
10	40919	Pintura	Traslado a almacén

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.8 Área de Curado por Bacheo

En este proceso se realiza el curado de la pintura a través de hornos de curado con principio de funcionamiento por convección; el cual consiste en calentar el aire a través de quemadores de gas calentando el aire a más de 100° C.

Tabla 5.15 operaciones de área de Curado por bacheo.

Item	No. Interno	Área	Descripción del proceso
1	40908	Curado (bacheo)	Traslado de cabina de pintura hacia horno de bacheo
2	40908	Curado (bacheo)	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)
3	40908	Curado (bacheo)	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)
4	40908	Curado (bacheo)	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30° C.
5	40908	Curado (bacheo)	Realizar descarga e inspeccionar visualmente la pintura
6	40908	Curado (bacheo)	Validar horneado de acuerdo a especificaciones
7	40908	Curado (bacheo)	Apilar producto procesado
8	40908	Curado (bacheo)	Traslado al área de almacén
9	40908	Curado (bacheo)	Almacén temporal

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.9 Área de Armado

En este proceso se colocan todos los componentes al gabinete, tanto de partes como eléctricos, como lo son balastros, tubos, etc. Convirtiendo el gabinete a luminaria.

Tabla 5.16 operaciones de área de Armado.

Item	No. Interno	Área	Descripción del proceso
1	310	Armado	Verificar especificaciones de barrenado
2	310	Armado	Ajustar equipo/máquina para realizar las operaciones
3	310	Armado	Realizar barrenado
4	310	Armado	Validar de acuerdo a las especificaciones
5	310	Armado	Apilar producto procesado
6	310	Armado	Realizar colocación de balastro
7	310	Armado	Validar de acuerdo a las especificaciones
8	310	Armado	Apilar producto procesado
9	310	Armado	Verificar especificaciones de ensamble
10	310	Armado	Realizar colocación de clema
11	310	Armado	Realizar colocación de marco de balastro
12	310	Armado	Realizar cableado y colocación de porta base con puente
13	310	Armado	Realizar cableado y colocación de porta base sin puente
14	310	Armado	Validar de acuerdo a especificaciones
15	310	Armado	Realizar colocación de tubos
16	310	Armado	Realizar prueba eléctrica
17	310	Armado	Realizar colocación de cobre reactor
18	310	Armado	Realiza colocación de marco
19	310	Armado	Validar de acuerdo a especificaciones
20	310	Armado	Apilar producto procesado
21	310	Armado	Realizar colocación de pasa cable
22	310	Armado	Realizar limpieza con trapo
23	310	Armado	Validar de acuerdo a especificaciones
24	310	Armado	Apilar producto procesado
25	310	Armado	Traslado a empaquetado

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.4.10 Área de Empaque

Las luminarias son empaquetadas con base a normas de empaque definidas de manera interna o bien según requerimiento de los clientes. El cual puede ser en caja de cartón o con bolsa de plástico.

Tabla 5.17 operaciones de área de Empaque

Item	No. Interno	Área	Descripción del proceso
1	310	Empaque	Observar y analizar kanban
2	310	Empaque	Verificar especificaciones de empaque
3	310	Empaque	Realizar colocación de polifón
4	310	Empaque	Apilar producto procesado
5	310	Empaque	Realizar colocación de bolsa
6	310	Empaque	Apilar producto procesado
7	310	Empaque	Validar de acuerdo a especificaciones
8	310	Empaque	Traslado al almacén final
9	311	Almacén p.t.	Almacén final

Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

5.5 Estudio de tiempos

Se realizó un estudio de tiempos en el área de corte, trazo, troquelado, doblado, integrado, lavado, pintura, curado, armado y empaque, para poder definir los tiempos estándar que sacamos de cada una de las operaciones que transforman el producto. (Ver Anexo C p. 214)

5.6 Tamaño de muestra

Para calcular el número de réplicas del estudio se utilizó la fórmula del tamaño de muestra con un 5% de error y al 95% de confiabilidad, para así lograr una distribución normal confiable en nuestro estudio de tiempos.

Fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Figura. 5.6 Tamaño de muestra

Donde:

n= Tamaño muestral

N= Tamaño de la población

Z= Valor correspondiente a la distribución de gauss, $Z_{\alpha=0.05} = 1.96$

i= Es el margen de error permitido en la distribución de datos.

p= Prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse ($p = 0.5$), que hace mayor el tamaño muestral.

q= $1 - p$ (si $p = 70\%$, $q = 30\%$)

Datos:

- Población total: $N = 90$
- Grado de confiabilidad (95%): $Z = 1.96$
- Error (5%): $i = 0.05$
- Prevalencia esperada, distribución normal: $p = 0.5$ y $q = 0.5$

Despejando la fórmula obtenemos:

$$n = \frac{113.3272}{5.4104} \quad \text{Muestras totales: } n = 21$$

Por tanto, las muestras que se deben de contemplar para que los datos sean confiables al 95% y tengan una distribución normal equilibrada, se deben de obtener un total de 21 réplicas por cada operación.

5.7 Tiempos estándar

Se creó un formato para la toma de tiempos, una vez creado se prosiguió a hacer el estudio de tiempos (Ver Anexo C, p. 214) considerando para ellos el cálculo de tiempos neto o promedio, factor Calif, tiempo nominal, y tiempo estándar además considerando el 15% de tolerancia para obtener el tiempo estándar para factores como ir al baño, beber

agua, fatiga física, y factores de maquinaria como cambio de troqueles, lubricación, mantenimiento, almacén temporal, etc.

Como resultado arrojaron los siguientes tiempos estándar (resumen) que se presenta en las siguientes tablas:

Tiempos estándar del proceso para modelo de Capfce 2X32 watts cal. 24

Tabla: 5.18 Tiempo estándar de la operación de Corte

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.
5	40201	Corte	Estructura	Realizar corte	11.37
9	40201	Corte	Estructura	Traslado a cizalla mecánica	176.33
11	40203	Corte	Estructura	Ajustar máquina para realizar las operaciones	271.65
13	40201	Corte	Estructura	Realizar corte	8.69
14	40201	Corte	Estructura	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	20.38
16	40201	Corte	Estructura	Traslado al área de trazo	468.38
		Corte	Estructura	Tiempo total	959.80
21	40201	Corte	Cabecera	Realizar corte	14.89
25	40203	Corte	Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones	1.5.
26	40203	Corte	Cabecera	Realizar corte	1.55
27	40203	Corte	Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	12.08
		Corte	Cabecera	Tiempo total	28.52
39	40201	Corte	Cubre reactor	Realizar corte	4.21
		Corte	Cubre reactor	Tiempo total	4.21
45	40201	Corte	Mco. Soporte	Ajustar máquina para realizar las operaciones	78.73
54	40201	Corte	Mco. Soporte	Realizar corte	3.12
55	40201	Corte	Mco. Soporte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	16.70
57	40201	Corte	Mco. Soporte	Traslado al área de trazo	150.77
62	40201	Corte	Mco. Soporte	Realizar despunte a 45°	12.42
63	40201	Corte	Mco. Soporte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	12.73
		Corte	Mco. Soporte	Tiempo total	195.74
76	40201	Corte	Mco. Cabecera	Realizar corte	1.70
77	40201	Corte	Mco. Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	12.73
		Corte	Mco. Cabecera	Tiempo total	14.43
92	40201	Corte	Mco. Lateral	Realizar corte	61.98

93	40201	Corte	Mco. Lateral	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	81.94
98	40201	Corte	Mco. Lateral	Realizar corte	2.44
99	40201	Corte	Mco. Lateral	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	28.12
		Corte	Mco. Lateral	Tiempo total	30.56

Fuente: Autoría Propia, información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.19 Tiempo estándar de la operación de trazo

Item	No. Interno	área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.
1	N/A	Trazo	Estructura	Validar que el material se encuentre a escuadra lado A, extremo izquierdo	0.86
2	N/A	Trazo	Estructura	Formar material y alinear con barras de aluminio lado A, extremo izquierdo	6.69
3	N/A	Trazo	Estructura	Realizar trazo lado A extremo izquierdo	4.49
4	N/A	Trazo	Estructura	Validar dimensiones de trazo lado A, extremo izquierdo con flexómetro	15.43
5	N/A	Trazo	Estructura	Validar que el material se encuentre a escuadra lado A, extremo derecho	1.16
6	N/A	Trazo	Estructura	Formar material y alinear con barras de aluminio lado A, extremo derecho	4.00
7	N/A	Trazo	Estructura	Realizar trazo lado A extremo derecho	2.23
8	N/A	Trazo	Estructura	Validar dimensiones de trazo con flexómetro lado A, extremo derecho	9.35
11		Trazo	Estructura	Tiempo total	44.21
16	N/A	Trazo	Cubre reactor	Formar material y alinear con barras de aluminio	4.01
17	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado A extremo izquierdo	1.21
18	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado A extremo derecho	1.52
19	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado B extremo izquierdo	1.42
20	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado B extremo derecho	1.64
22	N/A	Trazo	Cubre reactor	Apilar producto procesado	1.76
23	N/A	Trazo	Cubre reactor	Traslado al área de troquelado	9.72
		Trazo	Cubre reactor	Tiempo total	21.28
29	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Realizar trazo con plantilla lado izquierdo	6.36
30	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Realizar trazo con plantilla lado derecho	6.27
		Trazo	Mco. Soporte	Tiempo total	12.63
35	N / A	Trazo	Mco. Cabecera	Realizar trazo con escantillón de 1.3 cm.	4.52

		Trazo	Mco. Cabecera	Tiempo total	4.52
39	N/A	Trazo	Mco. Lateral	Realizar trazo con escantillón de 1.3 cm.	1.92
		Trazo	Mco. Lateral	Tiempo total	1.92

Fuente: Autoría Propia, información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.20 Tiempo estándar de la operación de troquelado

Item	No. Inte	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.
11	40401	Troquelado	Estructura	Ajustar máquina para realizar las operaciones	38.74
12	40401	Troquelado	Estructura	Realizar troquelado para ventilación	9.55
13	40401	Troquelado	Estructura	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	6.56
15	40401	Troquelado	Estructura	Traslado de material al área de doblado	2.36
		Troq. Estruct.	Troq. Estruct.	Tiempo total	57.21
18	40402	Troquelado	Cabecera	Realizar montaje de troquel en máquina.	401.82
20	40402	Troquelado	Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones	16.50
21	40402	Troquelado	Cabecera	Realizar troquelado	3.89
22	40402	Troquelado	Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	8.57
		Troquelado	Cabecera	Tiempo total	430.78
27	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar montaje de troquel en máquina.	213.69
28	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar pruebas de troquelado para validar su centrado y/o ajuste.	13.22
30	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar troquelado	6.39
		Troquelado	Cubre reactor	Tiempo total	233.30
37	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Realizar montaje de troquel en máquina.	296.94
38	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Ajustar máquina para realizar las operaciones	18.90
39	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Realizar troquelado	3.25
40	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	9.61
		Troquelado	Ref. Conduit	Tiempo total	328.70
49	40401	Troquelado	Paloma	Realizar troquelado	2.18
		Troquelado	Paloma	Tiempo total	2.18
55	40401	Troquelado	Porta base	Realizar troquelado de 32 w	7.18
66	40401	Troquelado	Porta base	Realizar perforación con multipulzón	5.06
		Troquelado	Porta base	Tiempo total	12.24
2	40502	Doblado	Estructura	Ajustar topes de dado	211.73
3	40502	Doblado	Estructura	Realizar pruebas de ángulo de doblado	36.02
4	40502	Doblado	Estructura	Realizar 1er. doblado a 90°	15.44
5	40502	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones	28.32
10	40501	Doblado	Estructura	Ajustar topes de dado	33.49
11	40501	Doblado	Estructura	Validar ángulo de doblado	28.24

12	40501	Doblado	Estructura	Realizar 2do. Y 3er. doblado a 90°	15.42
13	40501	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones	31.56
16	40501	Doblado	Estructura	Ajustar máquina para realizar 4to. Y 5to. Doblez a 45°	31.19
17	40501	Doblado	Estructura	Realizar 4to. Y 5to. a 45°	16.13
18	40501	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones	10.54
		Doblado	Estructura	Tiempo total	458.080

Fuente: Autoría Propia, información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.21 Tiempo estándar de la operación de doblado e integrado

Item	No. Inte	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.
22	40506	Doblado	Cabecera	Realizar 1ro. Y 2do. doblado a 90°	18.22
27	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 3er. Y 4to. doblado a 90°	20.00
31	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 5to. Doblez a 90°	22.32
34	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 6to. Y 7mo. Doblez a 90°	28.45
		Doblado	Cabecera	Tiempo total	88.990
38	40505	Doblado	Cubre reactor	Realizar doblado a 90° y 45°	21.33
		Doblado	Cubre reactor	Tiempo total	21.330
56	40502	Doblado	Mco. Soporte	Realizar doblado a 90°	51.76
60	40502	Doblado	Mco. Soporte	Realizar 3er tope y aplastado	9.44
		Doblado	Mco. Soporte	Tiempo total	61.200
63	40504	Doblado	Mco. Cabecera	Realizar doblado a 90°	19.73
		Doblado	Mco. Cabecera	Tiempo total	19.730
70	40504	Doblado	Mco. Lateral	Realizar doblado a 90°	51.76
		Doblado	Mco. Lateral	Tiempo total	51.760
76	40505	Doblado	Paloma	Realizar doblado	3.62
		Doblado	Paloma	Tiempo total	3.620
80		Doblado	Suj. Cubre reactor	Realizar doblado	6.83
		Doblado	Suj. Cubre reactor	Tiempo total	6.830
4	40604	Integrado	Ref. Conduit	Integrado de refuerzo conduit	22.10
		Integrado	Ref. Conduit	Tiempo total	22.10
8	40604	Integrado	Ref. de balastro	Integrado de refuerzo de balastro	15.88
		Integrado	Ref. de balastro	Tiempo total	15.88
12	40604	Integrado	Suj. Porta base	Integrado de sujetor de la porta base	26.67
		Integrado	Suj. Porta base	Tiempo total	26.67
16	40604	Integrado	Suj. Cubre reactor	Integrado de sujetor para cubre reactor	25.89
		Integrado	Suj. Cubre reactor	Tiempo total	25.89
17	40604	Integrado	Cabeceras	Integrado de cabeceras manualmente	12.21
18	40604	Integrado	Cabeceras	Preparar cabecera para su integrado	9.71
19	40601	Integrado	Cabeceras	Integrado primer punto a cabeceras	23.11
20	40603	Integrado	Cabeceras	Preparar cabecera para su integrado	35.84
21	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de primera cabecera a estructura	6.05
22	40601	Integrado	Cabeceras	Preparado de cabecera 1er. Punto	4.81

23	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de 1er punto cabecera 1	11.45
24	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de segunda cabecera a estructura	6.16
25	40601	Integrado	Cabeceras	Preparado de cabecera 1er. Punto	4.90
26	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de 1er punto cabecera 2	11.65
28	40603	Integrado	Cabeceras	Integrado cerrar cabeceras	29.25
		Integrado	Cabeceras	Tiempo total	155.140

Fuente: Autoría Propia, información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.22 Tiempo estándar de la operación integrado

Item	No. Inte	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.
37	40601	Integrado	Laminilla	Integrar laminilla en cabeceras y laterales	32.73
		Integrado	Laminilla	Tiempo total	32.73
42	40601	Integrado	Suj. Porta base	Realizar integrado de sujetores	26.67
		Integrado	Suj. Porta base	Tiempo total	26.67
46	40601	Integrado	Suj. Cubre reactor	Realizar integrado de sujetores	25.89
		Integrado	Suj. Cubre reactor	Tiempo total	25.89
1	308	Lavado	Estructura	Colocación de gabinetes a tina desengrasante	5.82
2	308	Lavado	Estructura	Desengrasante de gabinetes (18 pzas.)	655.50
3	308	Lavado	Estructura	Traslado de desengrasante, enjuague y tina de sellado	22.53
4	308	Lavado	Estructura	sellado	655.50
5	308	Lavado	Estructura	Salida de tina de sellado a escurrimiento	10.77
6	308	Lavado	Estructura	Escurrecimiento	1311.00
7	308	Lavado	Estructura	Traslado al área de secado	19.95
		Lavado	Estructura	Tiempo total	2681.07
10	N/A	Lavado	Cubre reactor	Realizar agrupado de las piezas	6.82
		Lavado	Cubre reactor	Tiempo total	6.82
20	307	Lavado	Marco	Realizar agrupado de 5 piezas	24.45
21	307	Lavado	Marco	Colocación de agrupado a tina desengrasante	5.04
22	307	Lavado	Marco	Desengrasante de lote de 90 piezas	655.50
23	307	Lavado	Marco	Traslado de enjuague a tina de sellado	17.42
24	307	Lavado	Marco	sellado	655.50
25	307	Lavado	Marco	Salida de tina de sellado a escurrimiento	8.00
26	307	Lavado	Marco	Escurrecimiento	481.79
28	307	Lavado	Marco	Traslado al área de secado	13.64
		Lavado	Marco	Tiempo total	1861.340
32	307	Lavado	Paloma	Colocar paloma en recipiente perforado (tina de 30 X 30 cm.)	655.50
33	307	Lavado	Paloma	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones de agrupado	655.50
		Lavado	Paloma	Tiempo total	

37	307	Lavado	Porta base	Colocación de agrupado a tina desengrasante	2.91
38	307	Lavado	Porta base	Realizar desengrasado de material	458.85
39	307	Lavado	Porta base	Traslado de enjuague a tina de sellado	16.58
40	307	Lavado	Porta base	sellado	458.85
41	307	Lavado	Porta base	Salida de tina de sellado a escurrimiento	6.37
42	307	Lavado	Porta base	Escurrimiento	327.75
46	307	Lavado	Porta base	Realizar secado	655.5
		Lavado	Porta base	Tiempo total	1926.81

Fuente: Autoría Propia, información proporcionada por Corporativo FLO

Ver complemento de tablas tiempo estándar (Ver Anexo D p. 218)

Se obtuvieron los tiempos de ciclo de cada una de las áreas involucradas mostrados a continuación.

Tabla: 5.23 Tiempos estándar (seg)

ÁREA	T.E (Seg.)	T.E. (Min.)
CORTE	1457.07	24.28
TRAZO	88.16	1.46
TROQUELADO	1064.10	17.73
DOBLADO	711.540	11.85
INTEGRADO	295.67	4.92
LAVADO	8986.63	149.67
SECADO	1311	21.85
PREPARADO	19.24	0.32
LIMPIEZA	192.2	3.20
PINTURA	600.69	10.01
CURADO	7522.31	125.37
SOLDADURA	68.83	1.14
PULIDO	25.66	0.42
ARMADO	223.43	3.72
EMPAQUE	123.13	2.05
TOTAL	22689.66	378.16

SEG	MIN	HRS
22689.66	378.16	6.30

A continuación, se muestra el tiempo disponible por área, el desempeño que tiene el operador es muy importante en una empresa, ya que es el que le da la calidad al producto.

5.8 Tiempo disponible por área

CORTE

	TIEMPO DISPONIBLE =	TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS
T.T.=	(1 turno)	T.M.= (1 turno)
	8 horas	Comida 30 minutos
	480 minutos	Pausa p/sanitario 10 minutos
	28800 segundos	Entrega de guantes 5 segundos
		Limpieza de sanitarios 15 minutos
T.D.=	25200 segundos	3600 segundos
	420 minutos	
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL
	Disponibilidad=	87%

TRAZO

	TIEMPO DISPONIBLE =	TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS
T.T.=	(1 turno)	T.MUERTO = (1 turno)
	8 horas	Comida 30 minutos
	480 minutos	Pausa p/sanitario 10 minutos
	28800 segundos	Entrega de guantes 5 minutos
		2700 segundos
T.D.=	26100 segundos	
	435 minutos	
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL
	Disponibilidad=	90%

TROQUELADO

	TIEMPO DISPONIBLE =	TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS
T.T.=	(1 turno) 8 horas 480 minutos 28800 segundos	T.M.= (1 turno) Comida 30 minutos Pausa p/sanitario 10 minutos Entrega de guantes 5 minutos
T.D.=	26100 segundos 435 minutos	2700 segundos
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL
	Disponibilidad=	90%

DOBLADO

	TIEMPO DISPONIBLE =	TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS
T.T.=	(1 turno) 8 horas 480 minutos 28800 segundos	T.M.= (1 turno) Comida 30 minutos Pausa p/sanitario 10 minutos Entrega de guantes 5 minutos
T.D.=	26100 segundos 435 minutos	2700 segundos
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL
	Disponibilidad=	90%

INTEGRADO

	TIEMPO DISPONIBLE =	TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS
T.T.=	(1 turno)	T.M.= (1 turno)
	8 horas	Comida 30 minutos
	480 minutos	Pausa p/sanitario 10 minutos
	28800 segundos	Entrega de guantes 5 minutos
T.D.=	26100 segundos 435 minutos	2700 segundos
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL
	Disponibilidad=	90%

LAVADO

	TIEMPO DISPONIBLE =	TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS
T.T.=	(1 turno)	T.M.= (1 turno)
	8 horas	Comida 30 minutos
	480 minutos	Pausa p/sanitario 10 minutos
	28800 segundos	Entrega de guantes 5 minutos
T.D.=	26100 segundos 435 minutos	2700 segundos
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL
	Disponibilidad=	90%

CURADO

TIEMPO DISPONIBLE =		TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS	
T.T.=	(1 turno)	T.M.=	(1 turno)
	8 horas	Comida	30 minutos
	480 minutos	Pausa p/sanitario	10 minutos
	28800 segundos		
T.D.=	26400 segundos	2400	segundos
	440 minutos		
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL	
	Disponibilidad=	91%	

PINTURA

TIEMPO DISPONIBLE =		TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS	
T.T.=	(1 turno)	T.M.=	(1 turno)
	8 horas	Comida	30 minutos
	480 minutos	Pausa p/sanitario	10 minutos
	28800 segundos	Entrega de EPP para pintar	10 minutos
T.D.=	25800 segundos	3000	segundos
	430 minutos		
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL	
	Disponibilidad=	89%	

ARMADO

TIEMPO DISPONIBLE =		TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS	
T.T.=	(1 turno)	T.M.=	(1 turno)
	8 horas	Comida	30 minutos
	480 minutos	Pausa p/sanitario	10 minutos
	28800 segundos	Entrega de material	10 minutos
T.D.=	26400 segundos	2400	segundos
	440 minutos		
	DISPONIBILIDAD =	(TIEMPO TOTAL - TIEMPOS MUERTOS) / TIEMPO TOTAL	
	Disponibilidad=	91%	

5.10 VSM (Value Stream Mapping)

El VSM es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas de la misma manera se tomaron tiempos de cada proceso, para la fabricación luminaria.

Antes de realizar el VSM se obtuvieron datos clave como son los tiempos ciclos de cada una de las áreas, los tiempos de cambio que se generan desde que se toma la última pieza hasta que llega una nueva, el tiempo disponible que se tiene en cada área considerando los tiempos muertos por paros programados, los porcentajes de disponibilidad, así como los flujos de información entre empresa-proveedor y empresa-cliente.

En el VSM debe:

- Identificar el proceso donde se encuentra el cuello de botella
- Identificar dónde se desperdician productos
- Identificar dónde se desperdician recursos (tanto hombres como máquinas)
- Identificar las soluciones adecuadas para eliminarlos.

Con los tiempos estándar y tiempos ciclos antes obtenidos se construyó el mapa de flujo de valor de la empresa, donde se identificaron áreas donde podrían mejorar aplicando las herramientas de lean Manufacturing.

VALUE STREAM MAPPING

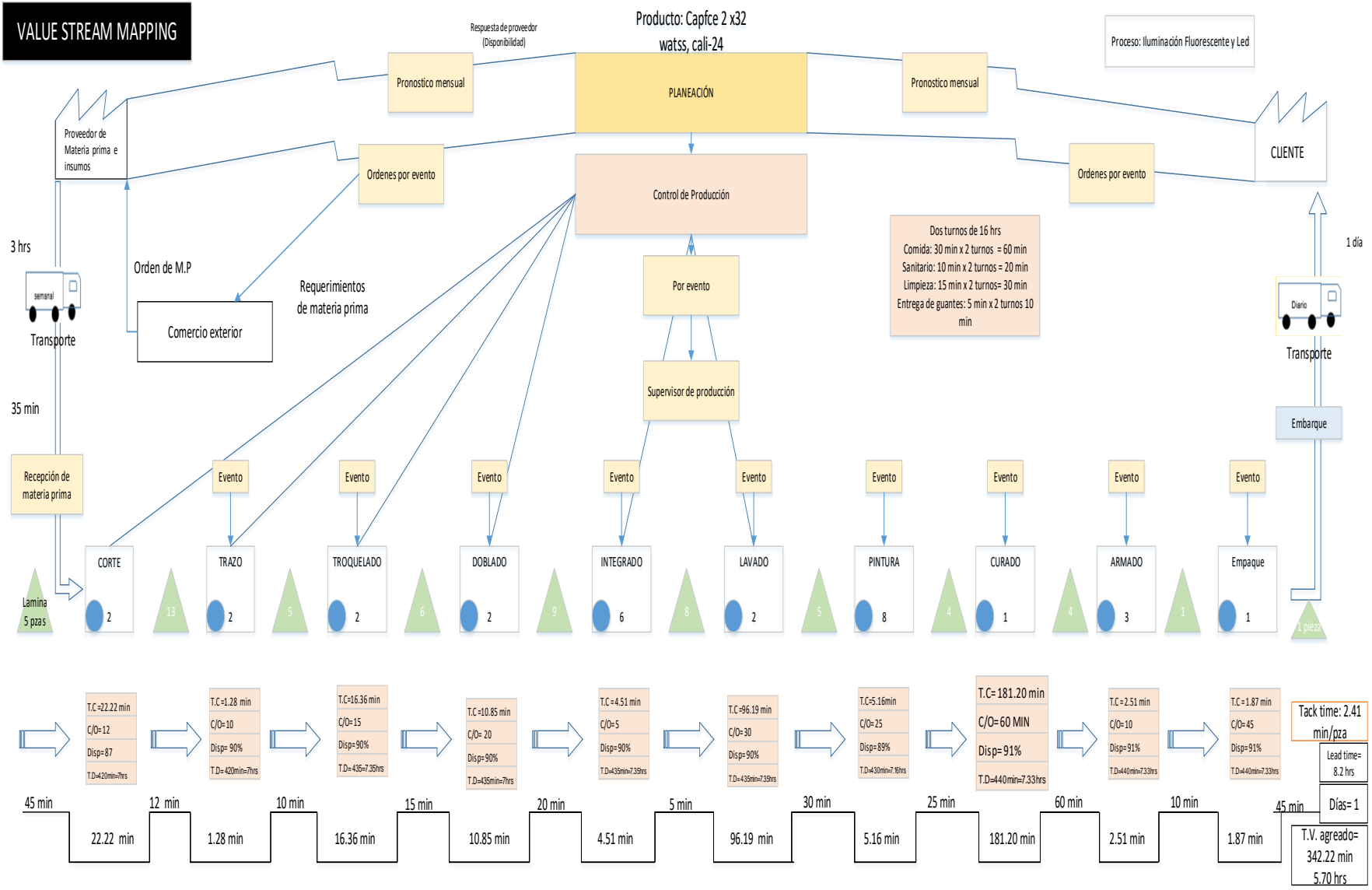


Figura 5. 7 Mapa de flujo de valor de la empresa. Fuente. Propia , información proporcionada por Corporativo FLO

Con el diagrama de flujo de valor se puede identificar las oportunidades de mejora en los principales desperdicios que tiene actualmente la empresa, el takt time de la empresa se calculó con la siguiente fórmula:

$$TAKT TIME = \frac{(Tiempo disponible)}{Volúmen requerido del cliente}$$

$$TAKT TIME = \frac{855 \text{ minutos}}{355 \text{ piezas}} = 2.41 \text{ min./pza.}$$

Por lo tanto, actualmente es de 2.41 min. / pza.

De acuerdo al mapeo del flujo de valor y en base a los tiempos ciclos, se creó la siguiente tabla:

Tabla 5.24 Tiempos ciclo vs Takt time

Áreas	Tiempo ciclo		Takt Time	
Corte	22.22	min.	2.41	min./ pzas.
Trazo	1.2883	min.	2.41	min./ pzas.
Troquelado	16.181	min.	2.41	min./ pzas.
Doblado	10.85	min.	2.41	min./ pzas.
Integrado	4.51	min.	2.41	min./ pzas.
Lavado	137.09	min.	2.41	min./ pzas.
Secado	20	min.	2.41	min./ pzas.
Preparado	0.294	min.	2.41	min./ pzas.
Limpieza	2.935	min.	2.41	min./ pzas.
Pintura	9.16	min.	2.41	min./ pzas.
Curado	114.76	min.	2.41	min./ pzas.
Soldadura	1.05	min	2.41	min./ pzas.
Pulido	0.39	min	2.41	min./ pzas.
Armado	3.41	min.	2.41	min./ pzas.
Empaque	1.8767	min.	2.41	min./ pzas.

Fuente: Autoría. Propia, información proporciona de Corporativo FLO

Seg	Min	Hrs
20765.64	346.09	5.768

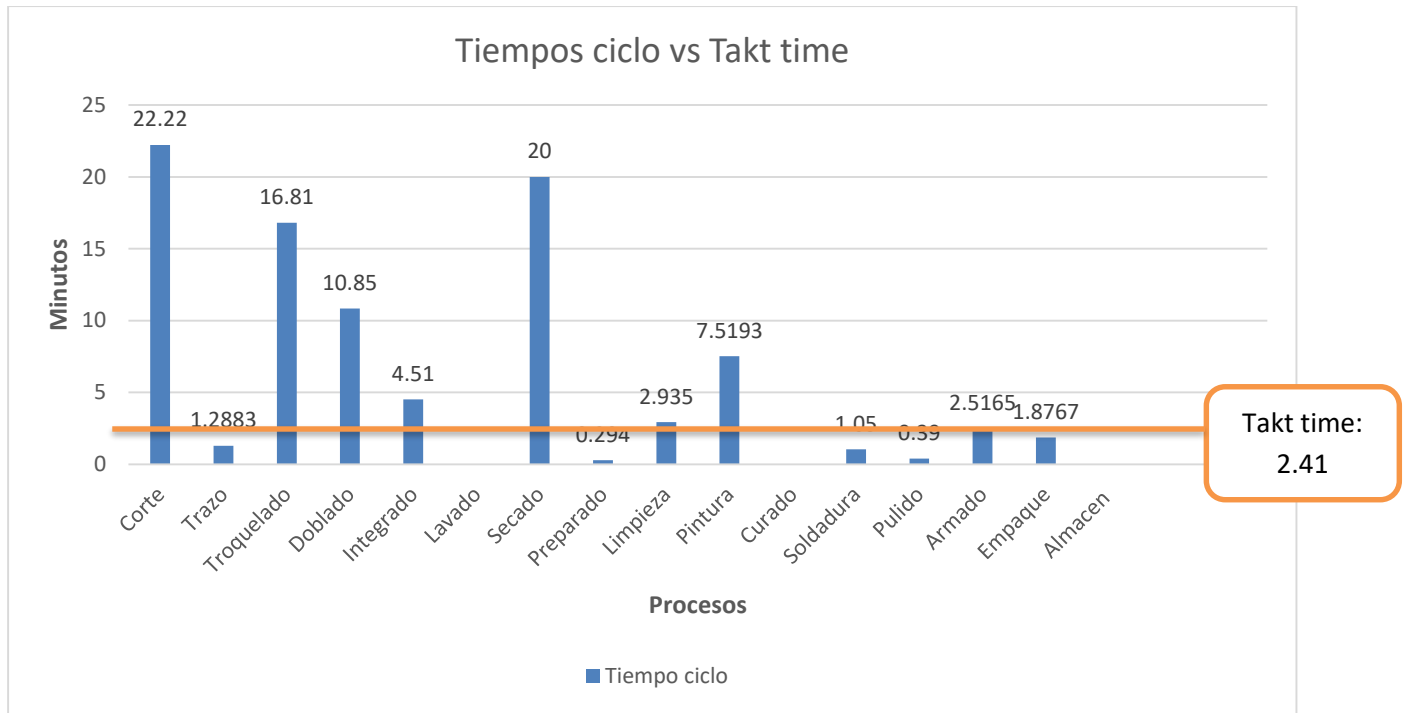


Figura: 5.8 Tiempos ciclo vs. Takt time Fuente: Autoría. Propia, información proporcionada de Corporativo FLO

Como se puede observar en la gráfica anterior según los datos que arroja el VSM nuestro objetivo sería disminuir el tiempo ciclo del área de corte, troquelado, doblado, integrado, limpieza, armado, ya que hasta el momento tanto el área de trazo y empaque estarían trabajando equilibradamente, por lo que las mejoras estarían ligadas a disminuir el tiempo de ciclo de producción de gabinetes, ya que las áreas de lavado, secado y curado, los tiempos están determinados en función a la calidad de la pintura y no pueden ser modificados.

Se realizaron propuestas para mejorar el flujo en la línea de producción, así como para tener a punto la maquinaria y equipo necesarios para su correcto funcionamiento.

Además de la aplicación de la metodología de las 5's para crear una cultura de orden, limpieza y disciplina que perdure en toda la organización.

Con los tiempos estándar y tiempos ciclos antes obtenidos se construyó el mapa de flujo de valor de la empresa, donde se identificaron áreas donde podrían mejorar aplicando las herramientas de lean Manufacturing como lo muestra el mapa de valor:

5.11 Balanceo de líneas

Con base al análisis y evaluación del VSM se hizo una evaluación a detalle de la línea de producción de gabinetes, para determinar si es necesario realizar un balance de línea, para eliminar posibles cuellos de botella.

En primer lugar, se identificaron las operaciones y los operarios que la conforman, dicha información fue recabada en la matriz de personal como las actividades que conforman el proceso, presentado anteriormente y se ve en la siguiente tabla: (Ver Tabla 5.25 Tiempo estándar vs takt time p. 128)

Con una matriz de operadores identificamos cuantos son los que están en cada proceso, que operadores son titulares y que operadores son suplentes (Ver Tabla 5.30 matriz de operadores p. 133).



Tiempos de proceso estándar para modelo de Capfce 2X32 watts cal. 24

Tabla: 5.25 Tiempo estándar vs takt time de corte

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.	Operario	Takt time
5	40201	Corte	Estructura	Realizar corte	11.37		150.0
	40201	Corte	Estructura	Traslado a cizalla mecánica	176.33		150.0
11	40203	Corte	Estructura	Ajustar máquina para realizar las operaciones	271.65	A,T	150.0
13	40201	Corte	Estructura	Realizar corte	8.69		150.0
14	40201	Corte	Estructura	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	20.38		150.0
16	40201	Corte	Estructura	Traslado al área de trazo	468.38		150.0
		Corte	Estructura	Tiempo total	959.80		150.0
21	40201	Corte	Cabecera	Realizar corte	14.89		150.0
25	40203	Corte	Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones	1.5	A,T	150.0
26	40203	Corte	Cabecera	Realizar corte	1.55		150.0
27	40203	Corte	Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	12.08		150.0
		Corte	Cabecera	Tiempo total	28.52		150.0
39	40201	Corte	Cubre reactor	Realizar corte	4.21	A,T	150.0
		Corte	Cubre reactor	Tiempo total	4.21		150.0
45	40201	Corte	Mco. Soporte	Ajustar máquina para realizar las operaciones	78.73		150.0
54	40201	Corte	Mco. Soporte	Realizar corte	3.12	A,T	150.0
55	40201	Corte	Mco. Soporte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	16.70		150.0
57	40201	Corte	Mco. Soporte	Traslado al área de trazo	150.77		150.0
62	40201	Corte	Mco. Soporte	Realizar despunte a 45°	12.42		150.0
63	40201	Corte	Mco. Soporte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	12.73		150.0
		Corte	Mco. Soporte	Tiempo total	195.74		150.0
76	40201	Corte	Mco. Cabecera	Realizar corte	1.70	A,T	150.0
77	40201	Corte	Mco. Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	12.73		150.0
		Corte	Mco. Cabecera	Tiempo total	14.43		150.0
92	40201	Corte	Mco. Lateral	Realizar corte	61.98		150.0
93	40201	Corte	Mco. Lateral	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	81.94	A,T	150.0
98	40201	Corte	Mco. Lateral	Realizar corte	2.44		150.0
99	40201	Corte	Mco. Lateral	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	28.12		150.0
		Corte	Mco. Lateral	Tiempo total	30.56		150.0

Fuente. Propia, Fuente: Autoría información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.26 Tiempo estándar vs takt time de trazo

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.	Operario	Takt time
1	N/A	Trazo	Estructura	Validar que el material se encuentre a escuadra lado A, extremo izquierdo	0.86	C	150.0
2	N/A	Trazo	Estructura	Formar material y alinear con barras de aluminio lado A, extremo izquierdo	6.69		150.0
3	N/A	Trazo	Estructura	Realizar trazo lado A extremo izquierdo	4.49		150.0
4	N/A	Trazo	Estructura	Validar dimensiones de trazo lado A, extremo izquierdo con flexómetro	15.43	B	150.0
5	N/A	Trazo	Estructura	Validar que el material se encuentre a escuadra lado A, extremo derecho	1.16		150.0
6	N/A	Trazo	Estructura	Formar material y alinear con barras de aluminio lado A, extremo derecho	4.00		150.0
7	N/A	Trazo	Estructura	Realizar trazo lado A extremo derecho	2.23		150.0
8	N/A	Trazo	Estructura	Validar dimensiones de trazo con flexómetro lado A, extremo derecho	9.35		150.0
11		Trazo	Estructura	Tiempo total	44.21		150.0
16	N/A	Trazo	Cubre reactor	Formar material y alinear con barras de aluminio	4.01	B	150.0
17	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado A extremo izquierdo	1.21		150.0
18	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado A extremo derecho	1.52		150.0
19	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado B extremo izquierdo	1.42		150.0
20	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado B extremo derecho	1.64		150.0
22	N/A	Trazo	Cubre reactor	Apilar producto procesado	1.76		150.0
23	N/A	Trazo	Cubre reactor	Traslado al área de troquelado	9.72		150.0
		Trazo	Cubre reactor	Tiempo total	21.28		150.0
29	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Realizar trazo con plantilla lado izquierdo	6.36	B	150.0
30	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Realizar trazo con plantilla lado derecho	6.27		150.0
34		Trazo	Mco. Soporte	Tiempo total	12.63		150.0
35	N / A	Trazo	Mco. Cabecera	Realizar trazo con escantillón de 1.3 cm.	4.52	C	150.0
		Trazo	Mco. Cabecera	Tiempo total	4.52		150.0
39	N/A	Trazo	Mco. Lateral	Realizar trazo con escantillón de 1.3 cm.	1.92	B	150.0
		Trazo	Mco. Lateral	Tiempo total	1.92		150.0

Fuente. Propia, Fuente: Autoría información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.27 Tiempo estándar vs takt time de troquelado

Item	No Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.	Operario	Takt time
11	40401	Troquelado	Estructura	Ajustar máquina para realizar las operaciones	38.74		150.0
12	40401	Troquelado	Estructura	Realizar troquelado para ventilación	9.55		150.0
13	40401	Troquelado	Estructura	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	6.56		150.0
15	40401	Troquelado	Estructura	Traslado de material al área de doblado	2.36	D,E	150.0
		Troq. Estruct.	Troq. Estruct.	Tiempo total	57.21		150.0
18	40402	Troquelado	Cabecera	Realizar montaje de troquel en máquina.	401.82	E	150.0
20	40402	Troquelado	Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones	16.50		150.0
21	40402	Troquelado	Cabecera	Realizar troquelado	3.89		150.0
22	40402	Troquelado	Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	8.57		150.0
		Troquelado	Cabecera	Tiempo total	430.78		150.0
27	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar montaje de troquel en máquina.	213.69	D	150.0
28	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar pruebas de troquelado para validar su centrado y/o ajuste.	13.22		150.0
30	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar troquelado	6.39		150.0
		Troquelado	Cubre reactor	Tiempo total	233.30		150.0
37	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Realizar montaje de troquel en máquina.	296.94	D	150.0
38	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Ajustar máquina para realizar las operaciones	18.90		150.0
39	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Realizar troquelado	3.25		150.0
40	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones	9.61		150.0
		Troquelado	Ref. Conduit	Tiempo total	328.70		150.0
49	40401	Troquelado	Paloma	Realizar troquelado	2.18	D	150.0
		Troquelado	Paloma	Tiempo total	2.18		150.0
55	40401	Troquelado	Porta base	Realizar troquelado de 32 w	7.18	D	150.0
66	40401	Troquelado	Porta base	Realizar perforación con multipulzón	5.06		150.0
		Troquelado	Porta base	Tiempo total	12.24		150.0
2	40502	Doblado	Estructura	Ajustar topes de dado	211.73	F,E	150.0
3	40502	Doblado	Estructura	Realizar pruebas de ángulo de doblado	36.02		150.0
4	40502	Doblado	Estructura	Realizar 1er. doblado a 90°	15.44		150.0
5	40502	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones	28.32		150.0
10	40501	Doblado	Estructura	Ajustar topes de dado	33.49		150.0
11	40501	Doblado	Estructura	Validar ángulo de doblado	28.24		150.0
12	40501	Doblado	Estructura	Realizar 2do. Y 3er. doblado a 90°	15.42		150.0
13	40501	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones	31.56		150.0
16	40501	Doblado	Estructura	Ajustar máquina para realizar 4to. Y 5to. Doblez a 45°	31.19		150.0
17	40501	Doblado	Estructura	Realizar 4to. Y 5to. a 45°	16.13		150.0
18	40501	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones	10.54		150.0
		Doblado	Estructura	Tiempo total	458.080		150.0

Fuente: Autoría Propia, información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.28 Tiempo estándar vs takt time de doblado e integrado

Item	No Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.	Operario	Takt time
22	40506	Doblado	Cabecera	Realizar 1ro. Y 2do. doblado a 90°	18.22	G	150.0
27	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 3er. Y 4to. doblado a 90°	20.00	S	150.0
31	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 5to. Doblez a 90°	22.32		150.0
34	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 6to. Y 7mo. Doblez a 90°	28.45		150.0
		Doblado	Cabecera	Tiempo total	88.990		150.0
38	40505	Doblado	Cubre reactor	Realizar doblado a 90° y 45°	21.33	E,Q	150.0
		Doblado	Cubre reactor	Tiempo total	21.330		150.0
56	40502	Doblado	Mco. Soporte	Realizar doblado a 90°	51.76	E,F	150.0
60	40502	Doblado	Mco. Soporte	Realizar 3er tope y aplastado	9.44		150.0
		Doblado	Mco. Soporte	Tiempo total	61.200		150.0
63	40504	Doblado	Mco. Cabecera	Realizar doblado a 90°	19.73	U	150.0
67		Doblado	Mco. Cabecera	Tiempo total	19.730		150.0
70	40504	Doblado	Mco. Lateral	Realizar doblado a 90°	51.76	E,F	150.0
		Doblado	Mco. Lateral	Tiempo total	51.760		150.0
76	40505	Doblado	Paloma	Realizar doblado	3.62	U	150.0
		Doblado	Paloma	Tiempo total	3.620		150.0
80		Doblado	Suj. Cubre reactor	Realizar doblado	6.83	V	150.0
		Doblado	Suj. Cubre reactor	Tiempo total	6.830		150.0
4	40604	Integrado	Ref. Conduit	Integrado de refuerzo conduit	22.10	L	150.0
		Integrado	Ref. Conduit	Tiempo total	22.10		150.0
8	40604	Integrado	Ref. de balastro	Integrado de refuerzo de balastro	15.88	L	150.0
		Integrado	Ref. de balastro	Tiempo total	15.88		150.0
12	40604	Integrado	Suj. Porta base	Integrado de sujetor de la porta base	26.67	K	150.0
		Integrado	Suj. Porta base	Tiempo total	26.67		150.0
16	40604	Integrado	Suj. Cubre reactor	Integrado de sujetor para cubre reactor	25.89	K	150.0
		Integrado	Suj. Cubre reactor	Tiempo total	25.89		150.0
17	40604	Integrado	Cabeceras	Integrado de cabeceras manualmente	12.21	O	150.0
18	40604	Integrado	Cabeceras	Preparar cabecera para su integrado	9.71		150.0
19	40601	Integrado	Cabeceras	Integrado primer punto a cabeceras	23.11	H,A2	150.0
20	40603	Integrado	Cabeceras	Preparar cabecera para su integrado	35.84	I	150.0
21	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de primera cabecera a estructura	6.05	K	150.0
22	40601	Integrado	Cabeceras	Preparado de cabecera 1er. Punto	4.81		150.0
23	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de 1er punto cabecera 1	11.45		150.0
24	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de segunda cabecera a estructura	6.16	J	150.0
25	40601	Integrado	Cabeceras	Preparado de cabecera 1er. Punto	4.90	K	150.0
26	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de 1er punto cabecera 2	11.65		150.0
28	40603	Integrado	Cabeceras	Integrado cerrar cabeceras	29.25		150.0
		Integrado	Cabeceras	Tiempo total	155.140		150.0

Fuente: Autoría Propia, información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.29 Tiempo estándar vs takt time de integrado y lavado

Item	No Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.	Operario	Takt time
37	40601	Integrado	Laminilla	Integrar laminilla en cabeceras y laterales	32.73	I	150.0
		Integrado	Laminilla	Tiempo total	32.73		150.0
42	40601	Integrado	Suj. Porta base	Realizar integrado de sujetores	26.67	N	150.0
		Integrado	Suj. Porta base	Tiempo total	26.67		150.0
46	40601	Integrado	Suj. Cubre reactor	Realizar integrado de sujetores	25.89	N	150.0
		Integrado	Suj. Cubre reactor	Tiempo total	25.89		150.0
1	308	Lavado	Estructura	Colocación de gabinetes a tina desengrasante	5.82	Ñ,O	150.0
2	308	Lavado	Estructura	Desengrasante de gabinetes (18 pzas.)	655.50		150.0
3	308	Lavado	Estructura	Traslado de desengrasante, enjuague y tina de sellado	22.53		150.0
4	308	Lavado	Estructura	sellado	655.50		150.0
5	308	Lavado	Estructura	Salida de tina de sellado a escurrimiento	10.77		150.0
6	308	Lavado	Estructura	Escurrimiento	1311.00		150.0
7	308	Lavado	Estructura	Traslado al área de secado	19.95		150.0
		Lavado	Estructura	Tiempo total	2681.07		
10	N/A	Lavado	Cubre reactor	Realizar agrupado de las piezas	6.82	Ñ.O	150.0
		Lavado	Cubre reactor	Tiempo total	6.82		150.0
20	307	Lavado	Marco	Realizar agrupado de 5 piezas	24.45	Ñ,O	150.0
21	307	Lavado	Marco	Colocación de agrupado a tina desengrasante	5.04		150.0
22	307	Lavado	Marco	Desengrasante de lote de 90 piezas	655.50		150.0
23	307	Lavado	Marco	Traslado de enjuague a tina de sellado	17.42		150.0
24	307	Lavado	Marco	sellado	655.50		150.0
25	307	Lavado	Marco	Salida de tina de sellado a escurrimiento	8.00		150.0
26	307	Lavado	Marco	Escurrimiento	481.79		150.0
28	307	Lavado	Marco	Traslado al área de secado	13.64		150.0
		Lavado	Marco	Tiempo total	1861.340		150.0
32	307	Lavado	Paloma	Colocar paloma en recipiente perforado (tina de 30 X 30 cm.)			150.0
33	307	Lavado	Paloma	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones de agrupado			150.0
		Lavado	Paloma	Tiempo total			150.0
37	307	Lavado	Porta base	Colocación de agrupado a tina desengrasante	2.91	Ñ	150.0
38	307	Lavado	Porta base	Realizar desengrasado de material	458.85		150.0
39	307	Lavado	Porta base	Traslado de enjuague a tina de sellado	16.58		150.0
40	307	Lavado	Porta base	sellado	458.85		150.0
41	307	Lavado	Porta base	Salida de tina de sellado a escurrimiento	6.37		150.0
42	307	Lavado	Porta base	Escurrimiento	327.75		150.0
46	307	Lavado	Porta base	Realizar secado	655.5		150.0
		Lavado	Porta base	Tiempo total	1926.81		

Fuente: Autoría Propia, información proporcionada por Corporativo FLO

Tabla: 5.30 Matriz de Habilidades por proceso



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

Emisión: Marzo / 11 / 2019

Sustituye: A ninguna

Item	Nombre	Puesto	Observaciones	Turno	Cantidad de operados	Corte	Trazo	Troquelado	Doblado manual	Doblado semiaut.	Integrado	Lavado	Soldadura por autog.	Pintura	Curado	Colgado	Cadena	Descargar material	Fluidor	Pulido	Preparado	Armado	Empaque	Cantidad de multihabilidad	
A	Cipriano Pérez	Cortador	Titular	1ro.	1	T																		1	
B	Columba Roldán	Trazador	Titular	1ro.	1		T									S									2
C	Anahí Juárez	Trazador	Titular	2do.	1		T									S		S					S	S	5
D	Saul Tepepa	Troquelador	Titular	1ro.	1			T	S	S				S											4
E	Ramiro Juárez	Troquelador	Titular	1ro.	1	S		T	S	T				T						S					6
F	Fabian Xochipa	Doblador	Titular	1ro.	1	S		S	T	T				T	T					S			S		8
G	Eloy Xochipa	Doblador	Titular	2do.	1	S			T	T				T						S	S				6
H	Silvia Flores	Punteador	Titular	1ro.	1						T					S		S					S	S	5
I	Ma. Felix Juárez	Punteador	Titular	1ro.	1						T	S				S		S					S	S	6
J	Zenaida Lezama	Punteador	Titular	1ro.	1						T	S				S		S					S	S	6
K	Antonia Mora	Punteador	Titular	2do.	1						T					S	S	S					S	S	6
L	Claudia Islas	Punteador	Titular	2do.	1						T					S		S					S	S	5
N	Claudia Vázquez	Punteador	Titular	2do.	1						T					S		S					S	S	5
M	Andrea Sánchez	Lavado	Titular	1ro.	1							T				S		S					S	S	5
O	Victoria Sánchez	Lavado	Titular	2do.	1							T				S	S						S	S	5
P	Octavio Sánchez	Soldadura por autog.	Titular	1ro.	1				S	S			T	S											4
Q	Roman Vega	Pintor	Titular	2do.	1				S					T					S	T	S				5
R	Ramon Vázquez	Pintor	Titular	2do.	1									T					S		S				3
S	Gustavo Córdova	Pintor	Titular	2do.	1				S	S				T					S	S	S				6
T	Hugo Vázquez	Comodin	1ro.	1					S	S							S		S	T	S	S			7
U	Jaime Herrera	Comodin	2do.	1					S								S		T						3
V	Gerardo Sánchez	Comodin	1ro.	1					S	S									S						3
W	Jesús Morales	Sup. de producción	Titular	Mixto	1	S			S	S						T									4
X	Lourdes Torres	Sup. de almacén	Titular	1ro.	1																		T	T	2
Y	Ma. De los Angeles Torres	Almacén	Titular	2do.	1																		T	T	2
Z	Karina Rodríguez	Almacén	Titular	1ro.	1																		T	T	2
A2	Ana Gabriela Torres	Almacén	Comodin	1ro.	1											S							S	S	3
Total de personal operativo					27	5	2	3	11	9	6	4	1	8	2	11	4	8	6	6	5	15	13		

Nomenclatura utilizada:

- T Significa personal titular en el proceso.
- S Significa personal suplente en el proceso.
- Comodin Significa personal que no es titular en ningún proceso

Fuente. Autoría información proporcionada por Corporativo FLO

Ver complemento de tablas (ANEXO E: Tiempos estándar vs tatk time p. 221)

Con la información anterior se logró construir la gráfica del tiempo ciclo de cada una de las operaciones vs. El takt time, también calculado anteriormente con un valor de 150 seg. /pza.

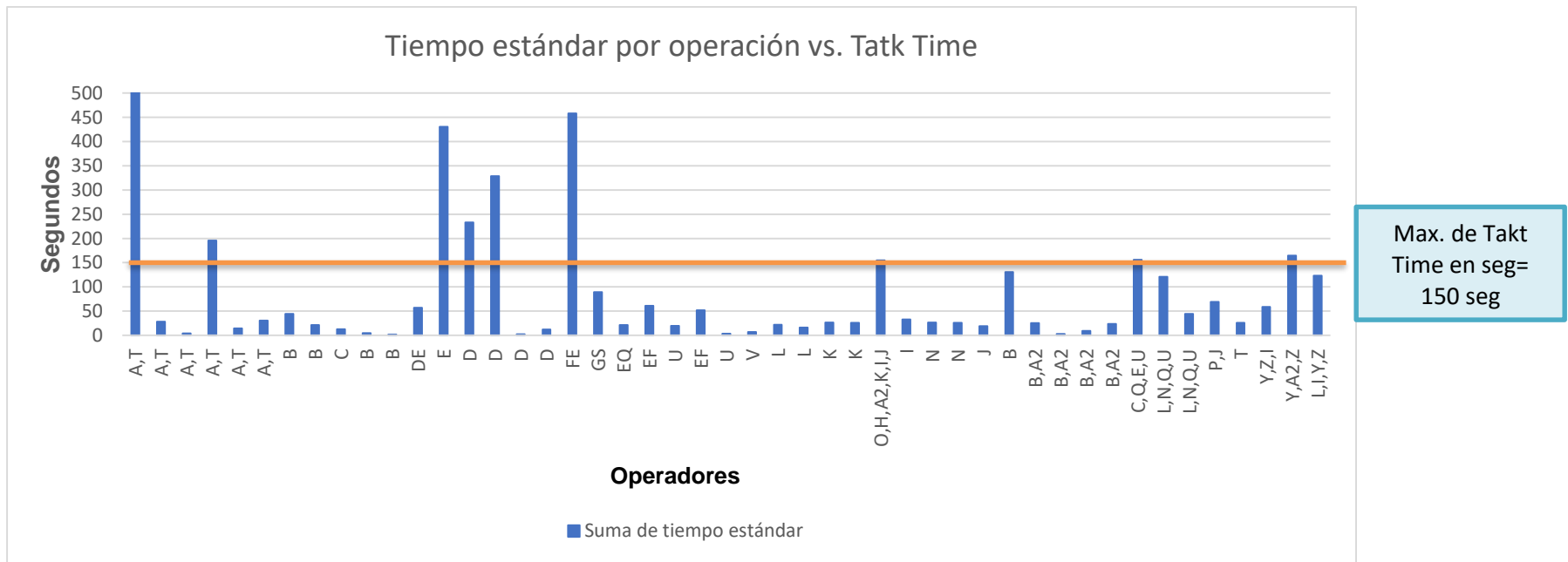


Figura: 5.10 Tiempo ciclo vs. Takt time de las operaciones de la línea de gabinetes (Actual)

Tabla 5.31 Datos del análisis del balanceo actual

No.	Descripción		Datos
1	Tiempo disponible	51300	segundos
2	Demanda del cliente	355	pzas. diarias
3	Tiempo takt (segundos)	150	seg./pza.
4	Tiempo takt (minutos)	2.5	min./pza.
5	Tiempo ciclo total (segundos)	20765.64	segundos
6	Tiempo ciclo total (minutos)	346.09	minutos
7	No. De operarios requeridos	29	operarios
8	No. De operarios real	27	operarios
9	Eficiencia del balanceo	107%	eficiencia

Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Como se puede observar, en la gráfica anterior, algunas de las operaciones están por encima del takt time, y algunas otras están muy cerca de él, lo que significa que el proceso puede generar cuellos de botella que al final puede perjudicar en la producción ya que se trata de una línea de ensamble.

Así también en la tabla anterior se muestran los datos de los operadores que se requieren y con los que actualmente cuenta la empresa, teniendo una eficiencia en el balanceo de 107% por lo que se está tomando parte del segundo turno a los trabajadores con sus actividades, por ello decidimos balancear los puestos de trabajo debido a que existen cuellos de botella.

A continuación, se presenta la propuesta para efectuar un balanceo de líneas en la línea de producción repartiendo las actividades u operaciones con los operadores que son suplentes y que más tienen actividades, haciendo que las operaciones estén por debajo de la línea del takt time.

El balanceo se realizó de acuerdo a la disposición de las operaciones y actividades que se realizan, ya que la empresa está limitada a cierta cantidad de máquinas como de operadores, por lo que se optó por los siguientes movimientos:

- a) Se requiere desarrollar un titular más en el área de corte, en el segundo turno ya que solo cuenta con un solo titular en corte, el operador A solo es ayudado por un suplente T, necesita al operador V el cual hará los traslados de corte a trazo con la técnica de apoyo para disminuir tiempos de traslado. Con la finalidad de prever lesiones o posibles accidentes.
- b) En el proceso de troquelado el operador D tendrá que compartir el proceso con el operador U con en el previo análisis de un SMED, que bien puede anticipar el montaje de troqueles, realizado por una persona diferente al Troquelador o bien que se mejore el tiempo del montaje, ya que esta su tiempo por arriba del takt time.
- c) Desarrollar al operador T, U, V para un puesto titular en el área de doblado así estos operadores que son suplentes y son ocupados en otras áreas también, podrán tener su propio puesto, solo cuando sea necesario podrán apoyar las demás áreas.
- d) Colocar una nueva persona para el proceso de soldadura quien haría las piezas restantes de los marcos en el segundo turno.

- e) En el proceso de doblado semi automático se necesita el apoyo del operador U, con el previo análisis de un SMED para colocar el dado. Y así disminuir los tiempos de colocación del dado.

Con estos movimientos, se podrá disminuir el tiempo ciclo de algunas operaciones que estaban generando un cuello de botella, por lo cual, se obtuvieron resultados positivos como lo muestra la siguiente gráfica:



Figura: 5.11 Tiempo ciclo vs. Takt time de las operaciones de la línea de gabinetes

Como se puede apreciar, ya ninguna actividad estaría por encima del tiempo takt, así que teóricamente se eliminarían los cuellos de botella existentes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados que se obtendrían:

Tabla 5.32 Número de operarios requeridos para el proceso de producción

No.	Descripción		Datos
1	No. De operarios requeridos	33	operarios
2	No. De operarios real	27	operarios
3	Eficiencia del balanceo	122%	eficiencia

Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Como podemos observar en la tabla 5.32, la eficiencia del balanceo aumentó debido que antes teníamos 27 operadores reales, de acuerdo a que necesitamos más personal en el área de producción, ya que se necesita a seis operadores más en la línea de ensamble con el balanceo, para que apoyen en algunas operaciones, ya que algunos operadores no tienen un puesto titular, además debido que en corte y soldadura solo tienen un titular, debido a el ausentismo se colocaran dos más por si existe alguna ausencia durante algún día de producción. Tomando estos dos de los seis que se requieren.

Si se implementa el balanceo se tendrá un aumento en la eficiencia del balanceo por lo que aumentará de 107% a 122%, esto quiere decir que se tendrá (un 15 % más) ocupada al personal, y no se desaprovechará el tiempo productivo. Con esto podremos eliminar el segundo turno ya que la eficiencia esta sobrada.

Así también, cabe mencionar que, el aumento de los operadores se acomodaría en el primer turno ya que actualmente le hace falta personal, por lo que no se tomaría la decisión de dar de baja al personal, sino reacomodarlos y darles un puesto titular, para así aprovechar de la mejor manera los recursos.

Con la ayuda de las siguientes herramientas de lean Manufacturing podremos bajar los tiempos más elevados que se encuentran en producción.

Con el apoyo de una hoja de instrucción de operaciones se analizarán las actividades que se necesitan hacer, con el apoyo de un SMED reduciremos los tiempos de montaje, ya que en el balanceo de líneas este proceso está elevado. Y se presentan a continuación las hojas de operaciones, ya que realizo una por cada proceso comenzando por el área de corte:

5.12 Hoja de instrucción de operaciones

Se realizó una hoja de instrucción de operaciones, para mejorar el proceso de corte, así como encontrar que actividades son las que se realizan y cuáles no, para poder identificar las actividades para analizar los tiempos de operación de ellas. (Ver Anexo G p. 226).

Se dio a conocer que en el área de corte existe una problemática, donde los topes de corte no son sujetados correctamente, esto se debe, que son sujetados por pinzas de presión lo cual puede ocasionar que a la hora de cortar estas dejen de sujetar y puedan realizar cortes fuera de tolerancias.

El traslado del material de un área a otra sea correctamente, ya que los operadores que realizan esta dicha actividad no cuentan con un traslado correcto lo cual se recomienda un vehículo fluidor el cual pueda transportar el material.

Al realizar el traslado inadecuado, pueden sufrir lesiones, ya que no es lo indicado para trasladar el material.

Algunas propuestas de mejora serían:

- Que los topes pueden ser mejorados por unos topes maquinados y con una sujeción que garantice que el tope no se mueva y sea más rápido de ajustar.
- Se requiere diseñar un carro fluidor de material, para prevenir daños al operador.

Hoja de instrucción de operaciones de corte



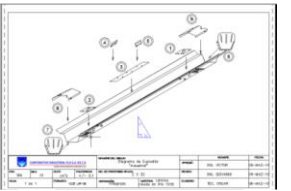



Hoja de desglose del trabajo "Instrucción de Operaciones"		
 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. <small>GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED</small>		121F-JIM-04 Rev. 0
Fecha: 07/01/2018 Area: Corte	Lider: Ing. Abel Vásquez Operación: Proceso de corte	Realizado por: Miguel Palacios V. Revisión: Ing. J. Víctor López
Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 1 	SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales	
Paso: 2 	Cortador verifica el requerimiento en formato 124F-JP-01.	1).- Que el requerimiento no este de acuerdo al formato 124F-JP-01.
Paso: 3 	Verifica especificaciones de corte en 122F-JIP-06	1).- Que las especificaciones no esten actualizadas o a ultimo nivel de revisión según el producto a fabricar.
Paso: 4 	referencia cuchilla inferior y tope de corte. Ajustar longitud de corte con barra longitudinal.	1).- Que los seguros de la barra de ajuste longitudinal no hayan sido apretados correctamente y esto nos genere una variación de longitud de corte.
Paso: 5 	Ajusta longitud de corte con tope.	1).- Que los topes de corte no hayan sido sujetados correctamente debido a que se sujetan con las pinzas de presión
	Energiza interruptor de cuchillas.	1).- Que el operador no se asegure de haber subido correctamente el interruptor y las cuchillas no hagan un buen contacto y esto genere brincos de corriente y sobrecalentamientos de los conductores.

Figura 5.12 Hoja de instrucción de corte. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada.

Corporativo FLO.

Hoja de instrucción de operaciones Trazo

Para el area de trazo se necesitan actualizar las plantillas para tener un mejor control de ellas, con la aplicación de la herramienta de las 5'S podremos organizar las plantillas por producto. Con ayuda de un catalogo de productos podremos verificar que plantilla es la que vamos a utilizar para trazar. Al fluir el material al siguiente proceso se hace inadecuado porque los operadores pueden sufrir daños por cargar cosas pesadas lo que se recomienda es utilizar una herramienta la cual pueda trasportar el material con facilidad.






Hoja de desglose de trabajo "Instrucción de Operaciones"		
 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. <small>GABINETES PARA ILUMINACION FLUORESCENTE Y LED</small>		121F-JIM-04 Rev. 0
Fecha: 07/01/2019 Area: Trazo	Lider: Ing. Abel Vásquez Operación: Proceso de Trazo	Realizado por: Miguel Palacios V. Revisión: Ing. J. Víctor López
Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 6 	SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro. CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares. TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales.	1).- Plantilla equivocada 2).- Falta de plantillas 3).- Desgaste de plantillas 4).- Plantillas que no esten actualizadas nivel.
Paso: 7 	Tomar la plantilla correspondiente de su anaquel previamente identificado.	1).- Plantilla equivocada 2).- Falta de plantillas Plantilla no incorporada al catalogo 3).- Plantillas que no esten actualizadas nivel.
Paso: 8 	Antes de utilizar cualquier plantilla, asegurar que tenga su código y que este dada de alta en el catalogo.	1).- Falta de plantillas 2).- Plantilla no incorporada al catalogo
Paso: 9 	Al término del trazo fluir material al siguiente proceso.	1).- Que el material no sea trasladado con los medios adecuados y sufra daños 2).- Que el personal sufra lesiones por no utilizar el equipo de seguridad. 3).- Que el operador no cuente con equipo de seguridad.

Figura 5.13 Hoja de instrucción trazo. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo

Hoja de instrucción de operaciones de troquelado

En el área de troquelado, de acuerdo al análisis del balanceo de líneas nos indica que el área de troquelado los tiempos están elevados, esto se debe por el montaje de troqueles, con el apoyo de un SMED podremos disminuir los tiempos de montaje ya que con las hojas de instrucción de operaciones no contempla los montajes ya con la mejora realizada según el SMED.



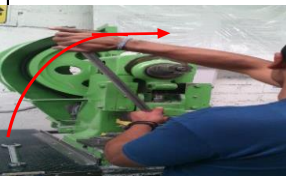


Hoja de desglose de trabajo "Instrucción de Operaciones"		
 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. <small>GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED</small>		121F-JIM-04 Rev. 0
Fecha: 08/01/2019 Area: Troquelado	Lider: Ing. Abel Vásquez Operación: Cambio y ajuste de troquel	Realizado por: Miguel Palacios V. Revisión: Ing. J. Víctor López
Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 1 	SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro. CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares. TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales.	1).- Que sufra daños el operador por no desenergizar la máquina. 2).- Que no sufra daños el troquel por exceso de presión. 3).- Que sufra daños la máquina por exceso de presión.
Paso: 2 	Afloja los dos tornillos que sujetan la media luna con llave allen de 1/2" y/o con llave española de 3/8".	1).- Que sufran daños los tornillos de sujeción por no utilizar la herramienta adecuada para su fin.
Paso: 3 	Afloja los dos tornillos que sujetan las anclas hacerlo con llave española de 3/4".	1).- Que sufra daño el troquel por no retirarlo de la forma adecuada.
Paso: 4 	Retirar el troquel de la máquina.	1).- Resguardar el troquel para su próximo cambio y evitar que sufra daños durante su almacenamiento.

Figura 5.14 Hoja de instrucción de troquelado. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada.

Corporativo FLO.

Hoja de instrucción de operaciones de Doblado

Se recabaron las siguientes descripciones de las actividades para tener un mejor control del proceso, ya que algunos dobleces son inadecuados, porque los angulos estan pintados con plumon o tienen colocada un cinta de masking tape esto hace que los angulos no sean los correctos y hace un proceso ineficiente.







Hoja de desglose del trabajo "Instrucción de Operaciones"		
 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. <small>GABINETES PARA ILUMINACION FLUORESCENTE Y LED</small>		121F-JIM-04 Rev. 0
Fecha: 08/01/2019 Area: Doblado Manual	Lider: Ing. Abel Vásquez Operación: Doblado manual	Realizado por: Miguel Palacios V. Revisión: Ing. J. Víctor López
Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 1 	Verifica el requerimiento a doblar en formato 124F-JP-01.	1).- Requerimiento no conforme contra lo solicitado por el cliente.
Paso: 2 	Abastece el material del proceso anterior para su doblado.	1).- Que el material no sea trasladado con los medios adecuados y sufra daños. 2).- Que el personal sufra lesiones por no utilizar el equipo de seguridad. 3).- Que el operador no cuente con equipo de seguridad.
Paso: 3 	Verifica especificaciones de corte en formato 122F-JIP-06	1).- Especificaciones de corte no actualizadas a ultimo nivelde revisión.
Paso: 4 	Identifica angulo a doblar en máquina según corresponda.	1).- Doblado incorrecto por marcas de angulo de doblado no visibles. 2).- Doblado incorrecto por falta de identificación del angulo de doblado.
Paso: 5 	Abre el delantal con palanca de apertura y coloca material dentro de este.	1).- Daños al material por no abrir el delantal de tal manera que permita el paso del material.

Figura 5.15 Hoja de instrucción de doblado. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada.

Corporativo FLO.

Hoja de instrucción de operaciones de Integrado

Para el montaje de los electrodos, se requiere, analizar adecuadamente los tiempos de montaje, ya que esto es una problemática, de la misma manera se requiere que cuando se suelda, se requiera hacer los puntos indicados referido al catalogo, algunos sueldados son incorrectos y esto hace que se despeguen las piezas. Se necesitara mejorar el proceso.







Hoja de desglose del trabajo "Instrucción de Operaciones"		
 121F-JIM-04 Rev. 0		
Fecha: 08/01/2019 Area: Integrado	Lider: Ing. Abel Vásquez Operación: Integrado	Realizado por: Miguel Palacios V. Revisión: Ing. J. Víctor López
Pasos principales	Puntos clave a seguir SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro. CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares. TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales.	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 6 	Utilizar su plantilla correspondiente antes de iniciar el proceso de integrado de acuerdo con el numero interno.	1).- Que los componentes integrados no sean colocados según las especificaciones de integrado.
Paso: 7 	Antes de realizar cualquier ajuste o cambio de electrodos, se debe asegurar que la máquina esté desenergizada, para evitar cualquier daño al operador.	1).- Que el operador o la máquina no sufra daños por una descarga eléctrica.
Paso: 8 Prueba de soldadura 	Tomar material de pruebas para realizar muestras de soldadura y asegurar la calidad de la soldadura.	1).- Que el material de proceso no cumpla contra criterios de aceptación definidos. 2).- Que no se genere desperdicio de material.
Paso: 9 	Realizar el cambio de los electrodos aflojando los tornillos que los sujetan utilizando una llave astreada de 9/16". Asegurar que la máquina se encuentre desenergizada antes de realizar cualquier cambio.	1).- Que el operador o la máquina no sufra daños por una descarga eléctrica. 2).- Que no existan tiempos muertos por cambio de electrodos. 3).- Que no sufran daños los tornillos de sujeción de los electrodos.
Paso: 10 	Colocar electrodo superior e inferior en los brazos de la máquina. Asegurandolos correctamente apretando los tornillo de sujeción.	1).- Que los electrodos no sufran daños durante el proceso de integrado. 2).- Que no existan soldaduras con falta de consistencia.

Figura 5.16 Hoja de instrucción de integrado. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada.

Corporativo FLO

Hoja de instrucción de operaciones de Pintura

En pintura la problemática que se tienen es la siguiente: Pistolas esten tapadas y esto haga que hagan un mal pintado, esto es por que no tienen una buena limpieza al final de cada jornada. Con el programa de mantenimiento, la hoja de instrucción de operaciones ayudaran a evitar daños en las pistolas ya que se requiere tener un control de esto.






Hoja de desglose del trabajo "Instrucción de Operaciones"		
 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. <small>GABINETES PARA ILUMINACION FLUORESCENTE Y LED</small>		121F-JIM-04 Rev. 0
Fecha: <u>10/01/2019</u> Area: <u>Pintura</u>	Lider: <u>Ing. Abel Vásquez</u> Operación: <u>Pintura</u>	Realizado por: <u>Miguel Palacios V.</u> Revisión: <u>Ing. J. Víctor López</u>
Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
	SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro. CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares. TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales.	
Paso: 15 	A la salida de la cabina de pintura valida que el pintado cumpla contra criterios de aceptación formato 122F-JIP-03. y lo registra en los formatos correspondientes con las frecuencias correspondientes.	1).- Que el material pintado y curado no sea revisado y el producto salga despintado o bien crudo.
Paso: 16 	A la salida del horno continuo valida que el material pintado cumpla contra criterios de aceptación según formato 122F-JIP-03.	1).- Que el material pintado y curado no sea revisado y el producto salga despintado o bien crudo.
Paso: 17 	Fluye el material pintado al almacén de producto terminado.	1).- Que el material no sea trasladado con los medios y en las cantidades apropiadas para su manejo y pueda caerse y sufrir daños. 2).- Que el personal de descarga de material no cuente con el equipo de seguridad adecuado y pueda sufrir lesiones físicas.
Paso: 18 	Ubicar el material pintado en almacén de producto terminado. Según normas de empaque y almacenamiento que apliquen.	1).- Que no existan normas de almacenamiento en el almacén par un correcto acomodo de material 2).- Que al no ser acomodado el material pueda caerse y sufrir daños.

Figura 5.17 Hoja de instrucción de pintura. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada.

Corporativo FLO.

Con el apoyo de un SMED podremos disminuir los tiempos de montaje de troquelado y se presenta a continuación las etapas para aplicar esta herramienta.

5.13 SMED

Para la aplicación del SMED se crean grupos de trabajo con el personal implicado en el manejo de las máquinas y en su cambio de utillaje y se les plantea unas reuniones de trabajo en las se van definiendo las mejoras a implantar en el modo de cambio.

Para la técnica de SMED necesitamos las siguientes etapas para aplicar la mejora al montaje de troqueles en la empresa Corporativo FLO.

Primera etapa: Observar el montaje de troquel de estructura, este montaje es el que salió más elevado y se requiere analizar para disminuir los tiempos.

Esta etapa tiene dos fases:

1. Observar el proceso de cambio de moldes, útiles, herramientas. Para hacer un primer estudio piloto SMED en los troqueles, podemos elegir el cambio de producto con cierta importancia en cuanto a duración del cambio de formato por la diversidad, con el fin de observar el mayor número posible de fenómenos o actividades.
2. Descomponer el proceso en operaciones elementales señalando sobre un documento preparado al efecto: – el número de la operación – la descripción cronológica de las operaciones – la cuantificación de los tiempos de cada operación.

La anotación de las operaciones sucesivas se puede hacer:

1. Observando y cronometrando sobre el terreno.
2. Filmando un vídeo y descomponiendo después, en trabajo en grupo, las diferentes operaciones (hoy más recomendado). En esta etapa se busca: – distinguir entre operaciones internas y externas – identificar de la manera más precisa posible todos los acontecimientos del cambio.

Se tomó un video al operador Ramiro Juárez para recabar los siguientes datos de los cuales se encuentran en la Figura siguiente: (Ver Figura 5.18. p. 149)

Transformación de ajustes internos en externos

Dentro de los cambios tenemos también las tareas repetitivas o que no agregan valor en sí, para esto podemos acondicionar los equipos siempre y cuando sea necesario.

Es fundamental aquí realizar un detallado listado cronológico de las operaciones que se realizan durante la máquina parada. Para ello es aconsejable el seguimiento de las operaciones en por lo menos 10 lotes distintos.

Para ello es necesario determinar:

1. La naturaleza de las operaciones:

- preparación de utillaje, de herramientas, de piezas, de máquinas
- desmontajes
- montajes

Para la toma de tiempos, y recolección de actividades, utilizamos la siguiente tabla de observación SMED.



Figura 5.18 Troquel desmontado. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.

GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

FICHA DE OBSERVACION SMED

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO

MÁQUINA	REFERENCIA ANTERIOR		REFERENCIA NUEVA	Fechas:		Página No:	1/
No.	Actividad	Tiempo	Operación interna/externa	Herramientas	Distancia (mts)	Observaciones/Mudas	

Figura 5.19 Ficha de observación SMED. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO



FICHA DE OBSERVACION SMED

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO

MÁQUINA	REFERENCIA ANTERIOR	Tiempo	REFERENCIA NUEVA		Fechas:14 de mayo del 2019		Página No: 1
No.	Actividad	seg	Op. Interna	Op. Externa	Herramientas	Distancia (mts)	Observaciones/Mudas
1	Colocarse guantes	10 seg					
2	Montar troquel	10 seg					
3	Colocar	16 seg					
4	Colocar tornillos	20 seg					
5	Ir por llaves allen	6.4 seg			Llaves allen		llevar mas herramientas en ese traslado
6	Ajustar tornillos de sujecion	24 seg					
7	ajustar base	1.2 seg					
8	Ir por flexometro	5.4 seg			Flexometro		
9	ajustar troquel a base	31.2 seg					
10	Ajustar a presion tornillos sujecion	22.2 seg					
11	Ir por unas cosas para circulos??	36.6 seg					
12	Ir por llave española 6/16	3.6 seg			llave española 6/16		
13	Apoyarse de ella para colocar soportes	13.8 seg					Utilizar otro utensilio y no dañar la llave
14	Ir por llave española 3/8	3.6 seg			llave española 3/8		
15	Ajustar base de troquel tuerca	36 seg					
16	utilizar flexo para medir altura	3 seg			flexometro		
17	Ajustar flecha con llave	6 seg			llave española		
18	utilizar flexo para medir altura	3.6 seg			flexometro		
19	Ajustar flecha con llave	4.8 seg			llave española 3/8		
20	utilizar flexo para medir altura	2.4 seg					
21	Ir por tornillos sujetores de troquel	4.2 seg					
22	colocar los tornillos suj de troquel	8.4 seg					
23	Apretar tornillos suj de troquel	39 seg					
24	Ir por llave española 1/2	4.2 seg			llave española 1/2		
25	Apretar tornillos suj de troquel con llave de 1/2	55.2 seg			llave española 1/2		
26	subir flecha para ajustar	8.4 seg					
27	utilizar flexo para medir altura	3 seg			flexometro		
28	Ajustar flecha con llave de 1/2	5.4 seg			llave española 1/2		

Figura 5.20 Ficha de observación SMED. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.



FICHA DE OBSERVACION SMED

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO

MÁQUINA	REFERENCIA ANTERIOR	Tiempo	REFERENCIA NUEVA	Fechas: 14 de mayo del 2019		Página No: 2
No.	Actividad	seg	Operación interna/externa	Herramientas	Distancia (mts)	Observaciones/Mudas
29	utilizar flexo para medir altura	4.2 seg		Flexometro		
30	Ajustar flecha con llave española 1/2	3 seg		Llave española 1/2		
31	Ajustar flecha con llave española 3/8	29.4 seg		Llave española 3/8	1.05 mtrs	
32	encender troquel	3.6 seg				
33	verificar troquelado	12.6 seg				
34	Ajustar flecha con llave española 3/8 y 1/2	7.2 seg		Llave española 3/8 y 1/2		
35	verificar troquelado	33.6 seg				
36	esperar 5 seg y apagar troquel	9.6 seg			1.05 mtrs	
37	llevar llaves españolas a su estante	7.2 seg			2.15 mtrs	
38	llevar llaves allen y flexometro a estante	6.6 seg			2.15 mtrs	
39	DESMONTAR TROQUEL					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

Figura 5.21 Ficha de observación SMED. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.

GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

FICHA DE OBSERVACION SMED

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO

MÁQUINA	REFERENCIA ANTERIOR	Tiempo	REFERENCIA NUEVA		Fechas:14 de mayo del 2019		Página No: 1
No.	Actividad	seg	Op. Interna	Op. Externa	Herramientas	Distancia (mts)	Observaciones/Mudas
1	Colocarse guantes	10 seg		X			
2	Montar troquel	10 seg	X				
3	Colocar	16 seg	X				
4	Colocar tornillos	20 seg	X				
5	Ir por llaves allen	6.4 seg		X	Llaves allen		llevar mas herramientas en ese traslado
6	Ajustar tornillos de sujeccion	24 seg	X				
7	ajustar base	1.2 seg		X			
8	Ir por flexometro	5.4 seg		X	Flexometro		
9	ajustar troquel a base	31.2 seg	X				
10	Ajustar a presion tornillos sujeccion	22.2 seg	X				
11	Ir por bases para aumentar la altura	36.6 seg		X			
12	Ir por llave española 6/16	3.6 seg		X	llave española 6/16		
13	Apoyarse de ella para colocar soportes	13.8 seg		X			Utilizar otro utensilio y no dañar la llave
14	Ir por llave española 3/8	3.6 seg		X	llave española 3/8		
15	Ajustar base de troquel tuerca	36 seg	X				
16	utilizar flexo para medir altura	3 seg	X		flexometro		
17	Ajustar flecha con llave	6 seg	X		llave española		
18	utilizar flexo para medir altura	3.6 seg	X		flexometro		
19	Ajustar flecha con llave	4.8 seg	X		llave española 3/8		
20	utilizar flexo para medir altura	2.4 seg	X				
21	Ir por tornillos sujetores de troquel	4.2 seg		X			
22	colocar los tornillos suj de troquel	8.4 seg	X				
23	Apretar tornillos suj de troquel	39 seg	X				
24	Ir por llave española 1/2	4.2 seg		X	llave española 1/2		
25	Apretar tornillos suj de troquel con llave de 1/2	55.2 seg	X		llave española 1/2		
26	subir flecha para ajustar	8.4 seg		X			
27	utilizar flexo para medir altura	3 seg	X		flexometro		
28	Ajustar flecha con llave de 1/2	5.4 seg	X		llave española 1/2		



FICHA DE OBSERVACION SMED

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO

MÁQUINA	REFERENCIA ANTERIOR	Tiempo	REFERENCIA NUEVA	Fechas: 14 de mayo del 2019		Página No: 2
No.	Actividad	seg	Operación interna/externa	Herramientas	Distancia (mts)	Observaciones/Mudas
29	utilizar flexo para medir altura	4.2 seg	X	Flexometro		
30	Ajustar flecha con llave española 1/2	3 seg	X	Llave española 1/2		
31	Ajustar flecha con llave española 3/8	29.4 seg	X	Llave española 3/8	1.05 mtrs	
32	encender troquel	3.6 seg	X			
33	verificar troquelado	12.6 seg	X			
34	Ajustar flecha con llave española 3/8 y 1/2	7.2 seg	X	Llave española 3/8 y 1/2		
35	verificar troquelado	33.6 seg	X			
36	esperar 5 seg y apagar troquel	9.6 seg	X		1.05 mtrs	
37	llevar llaves españolas a su estante	7.2 seg	X		2.15 mtrs	
38	llevar llaves allen y flexometro a estante	6.6 seg	X		2.15 mtrs	
39	DESMONTAR TROQUEL					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
TOTAL: 498.6 seg			8.31 min			

Figura 5.22 Ficha de observación SMED. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Claves para el éxito del SMED

Éstas pueden ser algunas:

1. Información adecuada sobre el método SMED como herramienta de progreso.
2. Implicación de todos los estamentos de la empresa relacionados con el taller a mejorar.
3. Constituir un grupo de trabajo multidisciplinar que trabaje en transversalidad y corresponsabilidad, estableciendo normas de funcionamiento del grupo. Definir reparto de funciones y responsabilidades.
4. Impartir la formación necesaria a los integrantes de dicho grupo sobre la metodología SMED y resolución de problemas.
5. Establecer un programa de reuniones de análisis y seguimiento.
6. Establecer criterios de priorización y analizar resultados finales.
7. Gestionar y conseguir las inversiones necesarias para llevar a cabo las mejoras encontradas.
8. Trabajar con rigor en su aplicación.

De esta forma, se plantea a los trabajadores el desafío de lograr una fuerte reducción del tiempo de cambio, y a medida que estos trabajadores van colaborando, hacen suyas las propuestas y los logros, por lo que en su momento son quienes mejor defienden el nuevo modo de trabajo. Por lo tanto, se planteó el cambio de actividades internas y externas, así como checar las actividades de montaje de troquelado, y tiempos.

Los tiempos invertidos en preparación y cambio de una máquina son uno de los factores claves para un fabricante de clase mundial. La reducción de los tiempos de cambio de partes permite la minimización en el tamaño de los lotes, haciendo posible con ello la disminución de los inventarios en proceso y producto terminado.

Todas estas mejoras en los tiempos de ciclo permiten dar a la empresa una respuesta más rápida a los clientes, disminuyendo la necesidad de mantener inventarios de productos terminados.

SMED se puede aplicar en cualquier empresa de manufactura donde el fin común sea reducir tiempos y evitar desperdicios. Cabe mencionar que se deben transformar los ajustes internos a externos para evitar tiempos muertos y mayor producción, algunos objetivos del SMED es reducir los movimientos de los operadores con la ayuda de otro personal, por el cambio de maquinaria que pudiera realizarse.

Para llevar todo esto acabo necesitamos de un programa de mantenimiento semestral en el cual nos apoyemos para realizar esta herramienta, ya que cuenta con sus programas preventivos de mantenimiento. Se presenta a continuación el programa de mantenimiento de la empresa. Con base a esto se tiene que dar seguimiento para evitar paros de emergencia, y retrasar con tiempo el pedido.

5.14 Plan de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es esencial para todas las empresas ya que ayudan a tener un correcto funcionamiento de los equipos, evitando paros innecesarios por averías, o en su defecto realizar el menor número de mantenimientos correctivos.

5.14.1 Programa de mantenimiento

Se propone el desarrollo y ejecución de un plan semestral de mantenimiento preventivo enfocado en gran medida a la verificación y cambio de refacciones, ya que la parte de revisión se encuentra controlada por parte del área de mantenimiento por el Ing. De mantenimiento donde hace la inspección diaria y se ejecuta la revisión general de toda la maquinaria.

El plan de mantenimiento para verificación y cambio de refacción se centra principalmente en aspectos clave de las refacciones, así como el consumo de estas mismas que pueden ser; semanal, mensual, o hasta anual, es por ello, que se propone tener un control, al momento de ejecutar el mantenimiento preventivo, checar si es necesario cambiar piezas o solo darle un mantenimiento a dicha maquinaria.

En primer lugar, se realizó una tabla de costos por mantenimiento preventivo de la maquinaria y horas a utilizar en dicha operación. (Ver Anexo H p. 231).

Los precios de los costos por mantenimiento fueron otorgados por parte de la empresa, ya que cuentan con precios de mantenimientos anteriores.

Hoy por hoy la empresa cuenta con un protocolo de mantenimiento preventivo para las máquinas la cual es ejecutada por el ingeniero de mantenimiento y el técnico, con el fin de llevar a cabo el programa de mantenimiento para la maquinaria y que esté presente en la línea de troquelado, integrado y doblado semiautomático, como referencia y para que los trabajadores lo tengan presente en cualquier momento.

De éste modo, se podrá estandarizar como parte de mantenimiento la limpieza diaria en la línea de integrado, doblado semiautomático y troquelado.

Tabla: 5.33 Programa de mantenimiento preventivo



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED


EMISIÓN: Enero / 2019

DURACIÓN DEL PROGRAMA: Enero / 2019 a Sept. / 2019

Item	Equipo	No. De Serie	Modelo	No. Interno	JUL. 2019		AGTO. 2019		SEPT. 2019		ENE. 2019		FEB. 2019		MZO. 2019		ABR. 2019		MAY. 2019		JUN. 2019		
					1a QNA.	2a QNA.	1a QNA.	2a QNA.	1a QNA.	2a QNA.	1a QNA.	2a QNA.	1a QNA.	2a QNA.	1a QNA.	2a QNA.	1a QNA.	2a QNA.	1a QNA.	2a QNA.	1a QNA.	2a QNA.	
1	Troqueladora de pedal	S/N	S/N	40401	■											■							
2	Troqueladora de pedal	AA993	S/N	40402	■											■							
3	Troqueladora de pedal	S/N	S/N	40403	■											■							
4	Troqueladora de pedal	S/N	S/N	40404	■											■							
5	Troqueladora de pedal	S/N	S/N	40405	■											■							
6	Punteadora mecánica	S/N	15 KVA	40601		■											■						
7	Punteadora mecánica	S/N	20 KVA	40602		■											■						
8	Punteadora mecánica	118	15 KVA	40603		■											■						
9	Punteadora mecánica	634	15 KVA	40604		■											■						
10	Taladro de banco	S/N	4-13	40605		■											■						
11	Dobladora estandar	S/N	00 4	40504			■											■					
12	Dobladora estandar	S/N	S/N	40505			■											■					
13	Dobladora estandar	S/N	S/N	40503			■											■					
14	Dobladora estandar	S/N	S/N	40506			■											■					
15	Dobladora estandar	S/N	S/N	40507			■											■					
16	Prensa plegadora mecánica	99298	PDM-3050	40502				■											■				
17	Prensa plegadora mecánica	2019	PDM-2550	40501				■												■			
18	Guillotina mecánica acc. Pedal	S/N	S/N	40203					■												■		
19	Guillotina mecánica acc. Eléct. 2 Pedales	S/N	GMN-3002	40201					■													■	
20	Guillotina mecánica acc. Pedal neumático	S/N	S/N	40202					■														■

21	Cab. De Succión o plenum	S/N	S/N	40912															
22	Cab. De Succión o plenum	S/N	S/N	40911															
23	Cab. De Succión o plenum	S/N	S/N	40910															
24	Unidad de control E-COAT master	17-191	ECMU	40919															
25	Unidad de control E-COAT master	17-288	ECMU	40920															
26	Unidad de control E-COAT master	17-186	ECMU	40921															
27	Unidad de control E-COAT master	17-160	ECMU	40922															
28	Pistola de pintura 1	S/N	CORONA	41091904															
29	Pistola de pintura 2	S/N	CORONA	41092004															
30	Pistola de pintura 3	S/N	CORONA	41092104															
31	Pistola de pintura 4	S/N	CORONA	41092204															
32	Control de sistema continuo	S/N	S/N	40905															
33	Módulo Duplex pintura negra	S/N	S/N	40903															
34	Horno de curado continuo.	S/N	S/N	40907															
35	Compresor de guillotina	I-200	I-200	40204															
36	*** Compresor 1	P1741	500	40914															
37	*** Compresor 2	P1732	500	40915															
38	Sist. De arrastre sistema continuo	S/N	S/N	40906															
39	Horno de secado por bacheo	S/N	S/N	40908															
40	Horno de secado por bacheo	S/N	S/N	40909															
41	Elevador con polipasto	EMS0/ N1BMFE	S/N	401101															

 Significa mantenimiento preventivo

 Significa maquinaria o equipo critico para el proceso

Fuente: Autoría. Propia. Información proporcionada Corporativo FLO

Como se puede apreciar se identificó cada tipo de maquinaria con el tipo de verificación que se le debe de dar, se identificó a cada tipo de maquinaria con su nivel crítico, para dar prioridad a aquellas que requieran más atención, se menciona la cantidad de máquinas y finalmente el programa semestral, cada celda representa semestralmente el mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable.

Ventajas

- Si el equipo está preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económica.

Desventajas

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

5.14.2 Programa de inspección y verificación de mantenimiento

Se tiene una hoja de inspección y verificación de cada maquinaria para saber cuál es su requerimiento de mantenimiento así mismo cuenta con especificaciones de mantenimiento. Esta carta de inspección y verificación puede ser utilizada para cualquier maquinaria, se derivan las actividades que se pueden realizar y de la misma manera en tiempo y forma se pueden establecer, de acuerdo al programa de mantenimiento preventivo, es utilizada esta carta de inspección.

Partes a inspeccionar como indicaciones de cómo deben hacerse de acuerdo a formato de mantenimiento establecido, en tiempo y forma.

Es una guía para proporcionar mantenimiento preventivo basado en el manual de operación de cada equipo, o bien contra la experiencia del personal. Esto con la finalidad de no omitir ninguna parte para su inspección.

Esta carta puede ser enriquecida con la estadística de los problemas originados durante un cierto periodo de tiempo; para con ello prever fallas y averías en las máquinas a futuro.

CARTA DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN TROQUELADORA



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

ITEM	PARTES A INSPECCIONAR	L	LU	A	C	V	OBSERVACIONES				
1	Husillo de ajuste de alturas.	*	*	*	*	*	Limpiar y lubricar con grasa Castrol EPL1 el husillo de ajuste de alturas.				
2	Mecanismo de frenado	*	*	*	*	*	Limpiar y lubricar con grasa Castrol EPL1 el mecanismo de frenado, Verificar que no presenten desgaste o fracturas. En caso de presentarlo reemplazarlos.				
3	Flecha de transmisión	*	*	*	*	*	Limpiar y lubricar con grasa Castrol EPL1 la flecha de transmisión y los soportes de esta, verificando que no exista desgaste o fracturas en ellos. En caso de existir desvestar y/o cambiar la pieza en caso de ser necesario.				
4	Guías y ram	*	*	*	*	*	Limpiar y lubricar con grasa castrol EPL1, guías y ram. Verificar que no exista desgaste o fracturas en ellas. En caso de existir rectificarlas o reemplazarlas.				
5	Estructura de la máquina	*					Realizar limpieza a toda la máquina con trapo industrial y solvente desengrasante.				
6	Resortes de pedal			*	*	*	Verificar que los resortes del mecanismo de pedal y muela de frenado no esten vencidos o rotos en caso de estarlo reemplazarlos.				
7	Motor eléctrico y conexiones eléctricas.			*	*	*	Revisar que el motor no presente calentamientos o ruidos extraños en caso de presentarlos eliminarlos. Verificar que sus bandas y polea no presenten desgaste, en caso de presentarlo cambiarlas. Verificar que todas sus conexiones no existan cables flojos, reapretar sus conexiones.				
8	Volante			*	*	*	Limpiar y lubricar los rodamientos del volante y verificar que giren libremente sin apretarse. Revisar que no presente fisuras o fracturas en el alojamiento del dedo alimentador y baleros, si lo presenta rectificar estos.				
NOMENCLATURA UTILIZADA		L	Limpieza	LU	Lubricación	A	Ajuste	C	Cambio	V	Verificación

127F-JM-01 Rev. 0

Figura: 5.23 Hoja de inspección y verificación de maquinaria. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

<p style="text-align: center;">CARTA DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DOBLADORAS PDM 2050/3050</p>  <p style="text-align: center;">CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. <small>GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED</small></p>								
ITEM	PARTES A INSPECCIONAR	L	LU	A	C	V	OBSERVACIONES	
1	Sistema de transmisión de engranes		*		*	*	Verificar que el sistema de transmisión de engranes tenga la cantidad de aceite necesaria, que cubra el sinfín y la parte inferior del engrane. En caso de que le falte colocarle aceite de transmisión.	
3	Sistema de embrague de frenado	*		*	*	*	Realizar limpieza a sistema de embrague de frenado y verificar que los roletes no presenten daños. En caso de presentarlo reemplazarlos.	
4	Flecha de volante	*	*			*	Realizar limpieza y lubricación a flecha de volante y verificar que el sinfín no presente desgaste o fracturas.	
5	Dado inferior			*		*	Verificar estado físico de dado inferior, asegurando que se encuentre alineado contra cizalla de doblado.	
6	Sistema de embrague de frenado	*		*		*	Realizar limpieza y ajuste a sistema de frenado y verificar que la balata no presente desgastes.	
7	Botones de paro y arranque			*	*	*	Verificar que los botones de paro y arranque funcionen correctamente y que no exista daños en ellos. Reapretar las conexiones eléctricas asegurando que no existan cables flojos.	
8	Resortes de mecanismo de embrague			*	*	*	Verificar que los resortes del mecanismo de embrague no estén vencidos o rotos en caso de estarlo reemplazarlos.	
9	Resortes de dado				*	*	Verificar que el estado físico de los resortes del dado inferior no estén vencidos o dañados. En caso de estarlo reemplazarlos.	
10	Puntos de inyección de grasa			*	*	*	Lubricar todos los puntos de inyección de lubricación con grasa Castrol EPL2.	
11	Motorreductores		*	*		*	Verificar que los motorreductores del sistema de engranes funcionen correctamente. Y que no presenten sobrecalentamientos. Colocar aceite para reductores preferentemente Castrol HYPOY BD 140.	
12	Motor de volante			*		*	Verificar que el motor del volante no presente calentamientos y que su sistema de transmisión de bandas se encuentre alineado correctamente contra el motor.	
13	Bandas y poleas			*	*	*	Verificar que las bandas y poleas del volante no presenten desgaste o daños en caso de presentarlo reemplazarlas. Asegurar que las bandas tengan una deflexión de 10 a 20 mm.	
14	Balatas de frenado			*	*	*	Revisar que las balatas realicen el frenado correcto y que no presenten desgaste. En caso de no hacerlo ajustarlas y si presentan desgaste reemplazarlas.	
15	Baleros de volante			*	*	*	Verificar que los baleros del volante funcionen correctamente y que no presenten daños. En caso de presentarlo reemplazarlos.	
16	Resortes de mecanismo de frenado			*	*	*	Verificar que los resortes del mecanismo de frenado no estén vencidos o mal ajustados en caso de presentarlo reemplazarlos o ajustarlos.	
17	Conexiones eléctricas			*		*	Verificar que todas sus conexiones eléctricas se encuentren en buen estado. En caso de que exista algún daño corregirlas o mejorarlas.	
NOMENCLATURA UTILIZADA		L	Limpieza					
		LU	Lubricación					
		A	Ajuste					
		C	Cambio					
		V	Verificación					

127F-JM-01 Rev. 0

Figura: 5.24 Hoja de inspección y verificación de maquinaria. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

CARTA DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN							
CIZALLA ELECTRICA							
		CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. <small>GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED</small>					
ITEM	PARTES A INSPECCIONAR	L	LU	A	C	V	OBSERVACIONES
1	Navajas de corte			*	*	*	Revisar estado físico de navajas validando que el corte de la lámina con calibre 29 y Calibre 22 lo haga contra criterios de aceptación. En caso de no hacerlo solicitar su afilado con proveedor externo.
2	Estructura de la cizalla	*					Realizar limpieza a toda la máquina con trapo industrial y solvente desengrasante.
3	Guías Verticales	*	*				Limpiar y lubricar con grasa Castrol EPL1 las guías verticales. Asegurar que no exista fricción entre ellas es decir que se deslicen libremente sin apretarse.
4	Mecanismo de pedal			*	*	*	Verificar que los resortes del mecanismo de pedal y las cortinas no estén vencidos o rotos en caso de estarlo reemplazarlos.
5	Barra de tope de medición			*	*	*	Limpiar y lubricar con grasa Castrol EPL1 la barra de tope de medición. Asegurando que se deslice libremente sobre la cremallera.
6	Mecanismo de embrague			*	*	*	Verificar que los resortes del mecanismo de embrague no estén vencidos o rotos en caso de estarlo reemplazarlos.
7	Sistema de frenado			*	*	*	Verificar estado físico de las balatas validar que frenen correctamente y que no presenten acumulación de grasa o desgaste. En caso de presentar reemplazarlas.
8	Motor de accionamiento			*	*	*	Verificar que el motor no presente ruidos extraños. En caso de presentarlos revisar estado físico de rodamientos. Revisar condiciones físicas de poleas y bandas dejar deflexión de 10 a 20 mm., reemplazarlas en caso de estar dañadas.
9	Tornillería en general			*	*		Reapretar tornillería en general verificando su estado físico, en caso de encontrar tornillos flojos reapretarlos y barridos o dañados reemplazarlos.
10	Arrancador eléctrico			*	*		Verificar que los botones de paro y arranque funcionen correctamente y que no exista daños en ellos. Reapretar las conexiones eléctricas asegurando que no existan cables flojos.
11	Mecanismo de transmisión de engranes	*	*	*	*	*	Limpiar y lubricar con grasa Valvoline 400 el mecanismo de engranes de transmisión y embrague, verificando que no exista daño en alguno de ellos, en caso de presentarlo reemplazarlo. Limpiar, lubricar y verificar que los rodamientos no presenten daños o cascabeleo en caso de tenerlo reemplazarlos.
12	Resortes de mecanismo de embrague de transmisión.	*	*	*	*	*	Limpiar, lubricar y verificar condiciones físicas de los resortes del mecanismo de embrague de transmisión. Asegurando que no existan resortes dañados y vencidos. En caso de estarlo reemplazarlos.
NOMENCLATURA UTILIZADA		L Limpieza LU Lubricación A Ajuste C Cambio V Verificación					

127F-JM-01 Rev. 0

Figura: 5.25 Hoja de inspección y verificación de maquinaria. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

Como se puede observar en cada uno de los formatos anteriores, se propone identificar a cada máquina con la que cuenta hasta el día de hoy la empresa, así como definir el tipo de mantenimiento que se le dará a la maquinaria que el operario debe realizar a final de turno para poder mantener limpia su máquina, para que se utilice correctamente en el siguiente turno.

Beneficios de la implementación de los formatos de inspección de programación de mantenimiento semestral por máquina:

- Estandarizar cada estación de trabajo por tipo, modelo, No. De serie de cada máquina.
- Control y registro de la limpieza semestral de todas las máquinas.
- Programación de tareas por operador.
- Instrucción de cómo ejecutar el mantenimiento apoyado de cartas de inspección y verificación, para evitar un mantenimiento incorrecto de los equipos.

5.14.3 Plan de mantenimiento preventivo ficha técnica

Se propone el desarrollo y ejecución de un plan semestral de mantenimiento preventivo enfocado en gran medida a la verificación y cambio de refacciones, ya que la parte de revisión se encuentra controlada por parte del área de mantenimiento por el Ing. De mantenimiento donde hace la inspección diaria y se ejecuta la revisión general de toda la maquinaria.

El plan de mantenimiento para verificación y cambio de refacción se centra principalmente en aspectos clave de las refacciones, así como el consumo de estas mismas que pueden ser; semanal, mensual, o hasta anual, es por ello, que se propone tener un control, al momento de ejecutar el mantenimiento preventivo, checar si es necesario cambiar piezas o solo darle un mantenimiento a dicha maquinaria.

En primer lugar, se realizó una tabla de costos por mantenimiento preventivo de la maquinaria y horas a utilizar en dicha operación. (Ver Anexo H p. 231).

Los precios de los costos por mantenimiento fueron otorgados por parte de la empresa, ya que cuentan con precios de mantenimientos anteriores.

REPORTE DE MANTENIMIENTO	
Máquina: Tubería de red neumatica	Responsable: Fabian Xochipa / Ramiro Juárez
No. Interno: 309	Realizo: Miguel Palacios Vázquez
No. De serie: N / A	Revisó: Abel Vázquez J.
Fecha: 03 / Abril / 2019	Tipo de mantenimiento:
	Preventivo <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
CONDICIONES ANTES DEL MANTENIMIENTO	CONDICIONES DESPUES DEL MANTENIMIENTO
Se programa limpieza a red neumatica debido a que las pisto- las de pintura presentan demasiasadas fallas por falta de aire y exceso de humedad al realizar las purgas de drenado.	Se realiza limpieza a toda la tubería neumática con trapo industrial y diesel. Se cambia la T dañada por una nueva. Se pinta toda la tubería respetando los colores asignados por las normas de seguridad.
Se encuentra toda la tubería de red neumatica de agua contami- nada con grasa, en la red de alimentación principal se encon- tró la mayor cantidad de agua contaminada, en la tubería de 3/4 ", se encontró una T fisurada en su cuerda.	Se eliminan fugas de aire existentes colocando teflon en todas las cuerdas y reapretando todas las conexiones. Se pinta toda la tuberia de la red.
Toda la tubería en su exterior presenta exceso de polvo.	Se realiza limpieza a toda la tubería neumática con trapo industrial elimi- nando el polvo. Debido al alto indice de fallas presentadas en el proceso de pintura se recomienda colocar un secador de aire para evitar humedad en la red neumática y preveer daños en los equipos de pintura.
Refacciones utilizadas	Costo de las refacciones en pesos / usd
3 kg. De trapo industrial	\$300.00
5 lts. de diesel	\$150.00
5 rollos de teflon	\$50.00
1 lt. De pintura	\$180.00
Hrs. Hombre utilizadas	Vo. Bo. Producción
26.0	Jesús Morales Vázquez

127F-JM-02 Rev. 0

Figura: 5.27 Ficha técnica de reporte de mantenimiento. Ejemplo. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

5.15 5´S

Para la propuesta de implementación de 5´S la empresa ya cuenta con la Primera S´ Ordenar, pero como tal no tiene implementadas las demás, esto lleva a que esta tenga una mala organización de herramientas, algunas áreas no tengan limpieza, y mucho menos clasifiquen los utensilios de trabajo como son; ganchos para colgado, lo que necesitan para la implementación de esta herramienta, es un control de ellas, para identificar qué impacto le darán a la empresa. (Ver Anexo I pág. 234).

A continuación, se muestran los formatos donde se evaluó la primera S´ hasta la tercera S´:

- 1 Clasificar (Seiri)


 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.							5´S		
							Zona 5´S auditada	Area Producción	
							Area auditada	Pintura	
							Persona Auditada	X	
							Auditor	x	
							Fecha	08/04/2019	
							08/05/2019		
Etapa	Criterios a Auditar	¿El criterio esta presente?	2da revisión		Nivel de importancia	Nivel de cumplimiento inicial	Comentarios /Aclaraciones		
		1	SI				Inicial	Final	
		0	NO						
1´S Separar y Organizar	1.1	Clasificación de ganchos/colgado	0	0	0%	10%	0%		
	1.2								
	1.3								
	1.4								
	1.5								
	1.6								
	1.7								
	1.8								
	1.9								
Relevancia 30%	% Cumplimiento 1´S								
	% Aportación Total 5´S								
							Firma de la persona auditada _____		
							Firma del auditor _____		

Figura: 5.28 Clasificar. Fuente. Autoría. Propia. Información proporcionada Corporativo FLO

- 2 Orden (Seiton)


 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.							5'S	
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED							08/05/2019	
							Zona 5'S auditada	Area Producción
							Area auditada	
							Persona Auditada	X
							Auditor	x
							Fecha	08/04/2019
Etapa	Criterios a Auditar	¿El criterio esta presente?		2da revisión	Nivel de importancia	Nivel de cumplimiento inicial	Comentarios / Aclaraciones	
		1	SI				Inicial	Final
		0	NO					
2'S Ordenar	1.1	0	0	0%	10%	0%		
	1.2							
	1.3							
	1.4							
	1.5							
	1.6							
	1.7							
	1.8							
	1.9							
Relevancia 30%	% Cumplimiento 2'S							
	% Aportación Total 5'S							
							Firma de la persona auditada _____	
							Firma del auditor _____	

Figura: 5.29 Ordenar. Fuente. Autoría. Propia. Información proporcionada Corporativo FLO

- 3 Limpieza (Seiso)


 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.							5'S	
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED							08/05/2019	
							Zona 5'S auditada	Area Producción
							Area auditada	
							Persona Auditada	X
							Auditor	x
							Fecha	08/04/2019
Etapa	Criterios a Auditar	¿El criterio esta presente?		2da revisión	Nivel de importancia	Nivel de cumplimiento inicial	Comentarios / Aclaraciones	
		1	SI				Inicial	Final
		0	NO					
3'S Limpieza	1.1	0	0	0%	10%	0%		
	1.2							
	1.3							
	1.4							
	1.5							
	1.6							
	1.7							
	1.8							
	1.9							
Relevancia 30%	% Cumplimiento 3'S							
	% Aportación Total 5'S							
							Firma de la persona auditada _____	
							Firma del auditor _____	

Figura: 5.30 Limpieza. Fuente. Autoría. Propia. Información proporcionada Corporativo FLO



- Primera S´ (Seiri) Clasificar

Tabla: 5.34 Antes y Después

Foto de Tablero de Herramientas (antes)	Objetivo	Foto de Tablero de Herramientas (después)	Beneficios
	<ul style="list-style-type: none"> -Clasificar -Organizar -Arreglar apropiadamente 		<p>Se clasifican los productos de cierta manera en la cual no estén todos mal acomodados.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clasificar las herramientas - Colocar en su lugar correcto - Tener un mejor control de ellas



Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Tabla: 5.35 Antes y Después máquinas punteadoras

Foto de maquinaria de integrado (antes)	Objetivo	Foto de maquinaria de integrado (después)	Beneficios
	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificar - Organizar 		<p>Se identifica la maquinaria para tener un mejor control de ellas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación del selector de amperaje para utilizar el correcto según indicado en su carta de operaciones. - -


Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Tabla: 5.36 Antes y Después troqueles y ficheros

Foto de Troqueles (antes)	Objetivo	Foto de troqueles (después)	Beneficios
	<ul style="list-style-type: none"> -Clasificar -Organizar -Arreglar apropiadamente 		<p>Se clasifican los troqueles por código y de acuerdo a la capacidad de toneladas de la máquina a utilizar de acuerdo a formato de Troquelador. Así como los ficheros donde guardan las plantillas para troquelar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clasificar piezas para troquelar - Colocar en su lugar correcto - Fácil de encontrar

Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Tabla: 5.37 Antes y Después plantillas para troquelar

Foto de Plantillas (antes)	Objetivo	Foto de Plantillas (después)	Beneficios
	<ul style="list-style-type: none"> -Clasificar -Organizar -Arreglar apropiadamente 		<p>Se clasifican las plantillas según troquel a utilizar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clasificar plantillas para troquelar según familia de gabinetes - Colocar en su anaquel de ubicación correcto previamente identificado - Fácil de encontrar

Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Es importante saber que no es fácil cambiar la forma de trabajo de una persona y aun menos de un operador, pero lo más difícil es mantener ese cambio.

Con la implementación de las 5'S la empresa tendrá un gran cambio en la forma de trabajar con la que comúnmente estaban trabajando. Esto ayudará a que tengan una cultura organizacional que va desde los operadores hasta los administrativos.

Debido a que estamos enfocados en el área de producción, porque este lugar es clave para la producción de gabinetes.

Los beneficios son el resultado del esfuerzo continuo para alcanzar el objetivo del proyecto, beneficios que se pueden cuantificar y otros que por su defecto se pueden sentir, ver y percibir, ya que permiten un mejor desempeño en los operadores y que con ello activan resultados favorables para la empresa.



Ordenamos las herramientas en orden el cual sea más fácil de tomarlas y encontrarlas ya que no tenían un orden adecuado, así mismo se les dio un número de área a los troqueladores como su código, para saber en los formatos cual es su capacidad, de sueldado, posteriormente se le dio seguimiento a las plantillas que tenían.

Algunos beneficios que podemos obtener al implementar esta herramienta son:

- Reducir el tiempo para efectuar la búsqueda de alguna herramienta.
- La limpieza y el orden en el área de producción, generando un ambiente más adecuado.
- Clasificar los ganchos para tener un mejor control de ellos.

- Segunda S´ (Seiton) Orden

Tabla: 5.38 Antes y Después de ganchos de colgado

Foto de Cajas con ganchos (antes)	Objetivo	Foto de Cajas con ganchos (después)	Beneficios
	<ul style="list-style-type: none"> -Organización -Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta. -Puedo conseguirlo con mayor facilidad si está a la vista. 		<ul style="list-style-type: none"> -Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo. - Los ganchos están ordenados de acuerdo a su código. -Facilitan el acceso rápido de encontrar los ganchos



Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Tabla: 5.39 Antes y Después

Foto de (antes)	Objetivo	Foto de (después)	Beneficios
	<ul style="list-style-type: none"> -Organización -Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta. -Puedo conseguirlo con mayor facilidad si está a la vista. 		<ul style="list-style-type: none"> -Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo. -Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial. -Se libera espacio -El ambiente de trabajo es más agradable y seguro

Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Tabla: 5.40 Antes y Después

Foto de ganchos para colgado y garrafones de agua (antes)	Objetivo	Foto de ganchos para colgado y garrafones de agua (después)	Beneficios
	<ul style="list-style-type: none"> -Organización -Colocar nombre de ganchos para fluir material a horno de bacheo -Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta. -Puedo conseguirlo con mayor facilidad si está a la vista. 		<ul style="list-style-type: none"> -Facilitan el acceso rápido de encontrar los ganchos -Tienen un mejor orden, ya que se encontraban tirados y no tenían un lugar estable.

Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Se clasifican los ganchos de acuerdo al uso de ellos, así también se le dio un código, se colocan sus códigos de acuerdo al formato que ya tienen, se colocó en caja su código y anaquel, para una mejor identificación de ellos, se colocó una etiqueta en el contenedor de basura para identificar que solo es para metales, del desperdicio generado.



Así mismo consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar. En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía

Algunos beneficios que podremos obtener al implementar esta herramienta son:

- Nos ayuda a encontrar fácilmente objetos o documentos, economizando tiempo y movimiento.
- Facilita el regresar a su lugar los objetos que hemos utilizado.
- Ayuda a identificar cuándo falta algo.
- Da una mejor apariencia.
- Hacer el flujo de producción estable y fácil de trabajar, esto con el fin de evitar retrocesos y además organizar un buen rol de trabajo para eliminar los tiempos de demora.
- Establecer procedimientos e instrucciones que faciliten la ejecución de las operaciones.
- Establecer sistemas de control visual que permitan tanto a nivel del personal de la empresa como a nivel externo, ubicar fácilmente los lugares y los objetos, así como también entender los procesos productivos y los procedimientos existentes.

- Tercera S´(Seiso) Limpieza

Tabla: 5.41 Antes y Después

Foto de área de ganchos para colgado (antes)	Objetivo	Foto de Foto de área de ganchos para colgado (después)	Beneficio
	<ul style="list-style-type: none"> -Evita pérdidas y daños materiales y productos. -Es fundamental para el cuidado del producto. -Mejora la calidad del producto. 		<ul style="list-style-type: none"> -Se libera espacio -El ambiente de trabajo es más agradable y seguro -La limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad



Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Tabla: 5.42 Antes y Después

Foto de bote de desperdicios (antes)	Objetivo	Foto de bote de desperdicios(después)	Beneficio
	<ul style="list-style-type: none"> -Evita pérdidas y daños materiales y productos. -Es fundamental para el cuidado del producto. -Mejora la calidad del producto. -Integrar la limpieza como parte del trabajo diario. -Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo. -Identificación de desperdicios 		<ul style="list-style-type: none"> -La limpieza conduce a un aumento significativo de la Productividad. -La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Tabla: 5.43 Antes y Después

Foto de compresores delimitar área (antes)	objetivo	Foto de compresores delimitación de área--(después)	Beneficio
	<ul style="list-style-type: none"> -Evita pérdidas y daños materiales y productos y maquinaria -Es fundamental para el cuidado del producto. -Mejora la calidad del producto. - Cuidar la maquinaria -El trabajo de limpieza genera conocimiento sobre el equipo 		<ul style="list-style-type: none"> -Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes. -Mejora el bienestar físico y mental del trabajador. -Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.

Fuente: Autoría. Propia. Información Proporcionada Corporativo FLO

Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y localizado lo que sí necesitamos, estamos en condiciones de realizar una súper-limpieza de la sección. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y de la comodidad alcanzada con esta mejora.

Se desarrollará en los trabajadores un sentimiento de orgullo por la limpieza y ordenada que tienen su sección de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a resultar evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, elementos con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, elementos deformados, rotos, etc. Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevarnos a un fallo del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.

Beneficios que podremos obtener al aplicar esta herramienta son:

- Reducción de fuentes que originan suciedad
- Mantiene las condiciones necesarias para el cuidado de las herramientas, equipo, maquinaria, mobiliario, instalaciones y otros materiales
- Entorno visualmente agradable
- Creación y mantenimiento de condiciones seguras para realizar el trabajo
- Mejora el control visual de elementos de trabajo
- Crea las bases para incorporar nuevas metodologías de mejoramiento continuo
- Es aplicable en cualquier tipo de trabajo: manufactura o de servicio
- Participación en equipo

5.16 Ergonomía de transporte

Se quiere disminuir los tiempos de traslado de material del área de corte a trazo, de trazo a troquelado, de troquelado ha doblado semi automático, esto reducirá los tiempos y mejora la calidad del proceso, de tal manera disminuirá los riesgos a los operadores, que puedan sufrir lesiones o provocar accidentes.

Vehículo fluidor para transportar material de un proceso a otro.

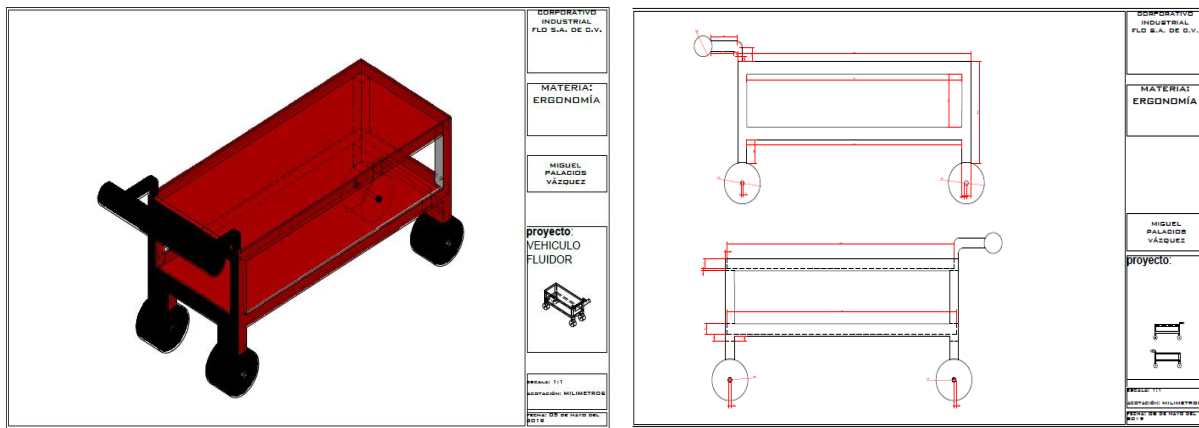


Figura 5.31 Transporte de material. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

Se planea reducir los espacios ocupados por las mesas de trabajo de corte, troquelado y doblado semi-automático implementando 3 vehículos de carga fluidores de material, los cuales integraran las actividades que se desempeñan en cada uno de los procesos.

Tomando en cuenta que tenemos un área de 12.24 m² con las mesas, ya que estas ocupan demasiado espacio, y es complicado transitar cargando el material, y esto es un riesgo para el operador. Por eso se propone implementar este vehiculó para reducir los espacios, ya que colocando 3 vehículos de carga fluidor de material aumentaremos el espacio a 12.14 m² esto nos ayudara a transitar de una mejor manera por los pasillos, como disminuir los riesgos al operador.

Resultados

Como resultado se espera que si se decide aplicar el proyecto le traería los siguientes resultados.

✓ ABC

Si se aplica el análisis ABC se encontrará cual es el producto que más utilidad le deja a la empresa, conociendo los volúmenes de ventas con el apoyo de los historiales 2017 y 2018 de ventas, se estaría aceptando la H1 alternativa y se rechazaría la H0 nula.

✓ VSM

Con la aplicación del VSM se identificaron cuellos de botella, conociendo que los tiempos se encuentran elevados, y se estaría aceptando la H1 alternativa y se rechazaría la H0 nula.

✓ Balanceo de línea:

Si se aplica un balanceo de líneas la empresa podrá aumentar 15% de tiempo productivo de los trabajadores y se aceptará la H1 alternativa eliminado un turno ya que esta sobre explotando las actividades en los operadores, y se rechazaría la H0 nula. Así como equilibrar las operaciones de modo que estén dentro del ritmo de producción o takt time, de modo que como consecuencia habría un aumento de producción ya que se eliminarían los cuellos de botella de la línea lo que generaría un flujo continuo.

✓ 5'S

Se lograría crear una cultura de orden, limpieza y disciplina en la empresa que perdure, se aceptaría la H1 alternativa y se rechazaría la H0 nula por medio de la generación de ayuda visual y la entrega a tiempo de producto e información, así como tener mejor controlados los ganchos de una manera que se organicen y selección en su anaquel correcto.

Así como la disminución del tiempo de entrega de guantes, se disminuirán 5 min de los cuales son 10 min por turno aproximadamente, así como también la limpieza del baño que estaba por 15 min se reducirán 5 min por día, lo que repercute directamente al indicador OEE, y se estaría aceptando la H1 alternativa y se rechazaría la H0 nula.

Finalmente, con cada uno de éstas propuestas se analizó como se optimizaría la línea y mejoraría la empresa, mediante un segundo análisis OEE mostrado a continuación.

OEE (Overall Equipment Effectiveness)			
Tiempo de operación total:	57600	Seg. Disponibles	Operación total: 2 turnos= 15.0 hrs. 16.0 hrs. X 60 = 960 min. X 60 = 57600 seg.
Tiempos programados:	5400	Seg. Disponibles	Paros programados
			30 min. X turno comida 60
Tiempo disponible:	52200	Seg. Disponibles	10 min. X turno Sanitario 20
			10 min. Limpieza de sanitarios 10
Velocidad de operación real:	175	Seg. / pieza	5 min. X turno entrega de guantes 0
Velocidad de operación esperada:	147	Seg. / pieza	Total 90
Piezas buenas:	311	Piezas	Promedio de pzas. X día 163
Piezas totales.	327	Piezas	Demanda diaria esperada 355
			Prom. Pzas. Buenas X día 311
			Prom. Pzas. totales X día 327
NIVELES OEE			
DISPONIBILIDAD	91%	Tiempo de operación total- Downtimes/ Tiempo de operación total	
RENDIMIENTO	84%	Velocidad esperada de la línea / Velocidad real	
CALIDAD	95%	Piezas buenas / Producción total	
OVERALL OEE	72.40%	Disponibilidad X Rendimiento X Calidad	

Mejora aplicada con 5'S

Mejora aplicada

Figura 5.32 Análisis OEE esperado. Fuente. Autoría, Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

Como resultado se obtendría una mejora en el indicador OEE de 71.41% a 72.40%, teniendo un aumento significativo de 0.99% lo que estaría siendo aceptable conforme la escala de calificación de OEE, siendo competitividad a una buena en el sector.

El beneficio económico que tendrá la empresa en el OEE al aumentar su rendimiento llevándolo del 84% al 95 % se presenta a continuación:

OEE (Overall Equipment Effectiveness)				
Tiempo de operación total:	57600	Seg. Totales	Operación total: 2 turnos= 16.0 hrs.	
			16.0 hrs. X 60 = 960 min. X 60 = 57600 seg.	
Tiempos programados:	6300	Seg. Programados	Paros programados	
			30 min. X turno comida	60
Tiempo disponible:	51300	Seg. Disponibles	10 min. X turno Sanitario	20
			15 min. Limpieza	15
Velocidad de operación real:	172	Seg. / pieza	de sanitarios	
			5 min. X turno entrega	10
Velocidad de operación esperada:	145	Seg. / pieza	de guantes	
			Total	105
Piezas buenas:	311	Piezas	Promedio de pzas. X día	163.6
			Demanda diaria esperada	355
Piezas totales.	327	Piezas	Prom. Pzas. Buenas X día	311
			Prom. Pzas. totales X día	327
NIVELES OEE				
DISPONIBILIDAD	89%	Tiempo de operación total- Downtimes/ Tiempo de operación total		
RENDIMIENTO	84%	Velocidad esperada de la línea / Velocidad real		
CALIDAD	95%	Piezas buenas / Producción total		
OVERALL OEE	71.41%	Disponibilidad X Rendimiento X Calidad		

Aumentar el rendimiento a 95% se obtendrán mejores ganancias.

Se hizo el siguiente análisis de costos donde se muestran las mejoras monetarias que se obtendrían mejorando el rendimiento de un 84% al llevarlo a 95%.

Se tomó el precio mediante fuentes de internet del producto Capfce 2X32 calibre 24-32 watts de 6 diferentes proveedores

- \$757 empresa IGESA
- \$655 empresa corporativo FLO
- \$867 empresa ARGOS
- \$888 empresa TAMEX
- \$610 empresa Eléctrica Silva villa
- \$680 empresa Jocer Havells (Feilo)

Se tomó como precio unitario la cantidad de \$757.00 pesos ya que este se encuentra intermedio del más bajo que es de \$610.00 pesos y el más alto que es de \$888.00 pesos.

Tabla: 5.44 OEE actual vs OEE futuro

P.U. \$ 756		OEE Actual	OEE Futuro		
		71.41%	85%		
KPI.s					
Real T. Total/T. de operación T		DISPONIBILIDAD	89%		
145/172	Velocidad lineal/velocidad real	RENDIMIENTO	84%	95%	
311/327	Piezas Ok/ Piezas totales	CALIDAD	95%		
<p style="text-align: center;">Formula del OEE: (Disponibilidad)(Rendimiento)(Calidad)</p>					

Fuente: Autoría. Propia

Tenemos que el rendimiento tiene una velocidad lineal de (145 piezas) lo cual el multiplicar por el costo unitario, las ganancias por día son: $(145) (\$756) = \$109,620$ x día. A continuación, se presentan las ganancias por día, por semana y por mes:

Tabla: 5.45 Ganancias velocidad lineal

Piezas	Precio Unitario		
145	\$756.00		
		X día	\$109,620
		X semana	\$657,720
		X mes	\$2,630,880

Fuente: Autoría. Propia

Tenemos una demanda diaria esperada de 355 piezas al llevarla hasta el 95% las ganancias son mejores y se presentan a continuación $(355) (.95) =$ se obtendrían 337 piezas esperadas, estas piezas al multiplicarlas por el costo unitario se obtendrán las siguientes ganancias de: $(337) (\$756.00)$ al llevar el rendimiento al 95%. A continuación, se presentan las ganancias por día, por semana y por mes:

Tabla: 5.46 Ganancias Piezas esperadas

Piezas	Precio Unitario		
337	\$756.00		
		X día	\$254,772
		X semana	\$1,528,632
		X mes	\$6,114,528

Fuente: Autoría. Propia

Como se puede observar se obtendrán ganancias de \$3,483,648.00 pesos mensuales, lo que se llevara al aumentar el rendimiento del OEE que se tenía actual es de 84% y queremos llevarlo al 95% esto representa la importancia de aplicar dichas herramientas.

✓ SMED:

Si se aplica el SMED en el área de troquelados, se aceptaría la H1 alternativa disminuyendo los tiempos de montaje, y se rechazaría la H0 nula. Colocar un ayudante para los montajes, de cuales se identificó que se requieren 6 operadores más.

También se podría implementar en el área de doblado, en el ajuste de los dados, para disminuir su tiempo de ajuste, en el área de corte podremos disminuir los tiempos de ajuste de topes esta herramienta ayudara para aumentar la productividad y disminuir los tiempos elevados que demostró el balanceo de líneas.

✓ Mantenimiento preventivo

Con la aplicación tanto de los formatos de limpieza diaria de maquinaria, se estaría aceptando la H1 alternativa y se estaría rechazando la H0 nula.

Se aplicaría el mantenimiento preventivo para la verificación y cambio de refacción se lograría implementar algunos de los principales pilares del TPM como son:

- Aplicación del auto-mantenimiento.
- Aplicación del mantenimiento programado.
- Mejora de estándares y disposición de maquinaria.
- Mejorar la formación por una buena gestión de competencias sobre los puestos de trabajo.

✓ Vehículo Fluidor de material

Con el apoyo del vehículo de carga fluidor de material disminuirán los riesgos a los operadores se estaría aceptando la H1 alternativa y se estaría rechazando la H0 nula, ya que anteriormente, cargaban el material de un área a otra, y esto podría causarles algún daño físico corporal, así también con el apoyo de esta técnica, se disminuirán los tiempos de traslado, por otro lado, quitando las mesas grandes y colocando los carros fluidores de material aumentaremos el espacio del área.

Recomendaciones y conclusiones

Conclusiones:

Uno de los principales problemas que se encuentra en la empresa es que el personal solo hace su trabajo por cumplir, y no les importa sacar la producción, pero de igual manera no se enfocan en un método de trabajo el cual pueda facilitar las operaciones de trabajo, por lo que se requiere trabajar mucho con la mentalidad de las personas relacionándolas con los métodos de mejora propuestos en este proyecto, generando un compromiso desde la alta dirección hasta los operarios.

Es por eso que las propuestas que se plantearon en la empresa la ayuden o beneficien, maximizando sus indicadores y minimizando despilfarros que afecten la economía de la empresa, además de ayudarlos a posicionarse de una mejor manera ante un mercado tan competitivo como el de hoy en día. Aumentando su producción, mejorando los tiempos de entrega, como sus inventarios para un mejor control de sus productos.

Recomendaciones:

- Desarrollar operadores titulares, en el área de corte y soldadura ya que solo cuentan con un personal capacitado en el primer turno.
- Dar seguimientos a las herramientas propuestas en la empresa, para evaluar si realmente cumplen con los propósitos de cada técnica de trabajo.
- Crear círculos de calidad entre dueño operadores donde se cree un buen trabajo para el beneficio de todos.
- Realizar auditorías internas a todos los departamentos para encontrar oportunidades de mejora, no olvidando que debe prevalecer la mejora continua en todos los procesos.
- Promover rutinas de relajamiento, para ayudar al operador en ser más productivo.

Anexos

ANEXO A: Análisis ABC

Tabla: Anexo A. Clasificación de productos 80-20

Producto	Unidades	% Individual	% Acumulado	Clasificación	
Canaleta de 32 watts	14733	23.07%	23.07%	A	80%
Capfce 2X32 w. cal. 24	11173	17.50%	40.57%		
Capfce 2X32 w. cal. 22	5994	9.39%	49.96%		
Canaleta de 60 watts	5970	9.35%	59.31%		
Caja 30 X30 cm.	5090	7.97%	67.28%		
Cajón de sobreponer 2X32 w.	4332	6.78%	74.06%		
Lujo Classic 2X32 w.	2637	4.13%	78.19%	B	15%
Canaleta de 30 watts	1757	2.75%	80.95%		
Capfce 2X20 w. cal. 24	1519	2.38%	83.32%		
Cajón de sobreponer c / mco. Abat. 2X32 .	1002	1.57%	84.89%		
Canaleta de 28 watts	960	1.50%	86.40%		
High bay 4X54 w.	944	1.48%	87.88%		
Canaleta de 17 watts	840	1.32%	89.19%		
High bay 6X54 w.	674	1.06%	90.25%		
Cajón de sobreponer 2X20 w. c/mco	640	1.00%	91.25%		
Cajón de sobreponer 2X32 w. c / mco.	548	0.86%	92.11%		
Industrial 2X60 w.	494	0.77%	92.88%		
High bay 6X32 w.	418	0.65%	93.54%		
Empotrar rejilla lineal 3X9 w.	410	0.64%	94.18%		
Canal cuadrado 1X32 w. c / ref.	401	0.63%	94.81%		
Cajón rejilla lineal 3X14 w.	353	0.55%	95.36%	C	5%
Cajón rejilla lineal 3X20 w.	308	0.48%	95.84%		
Cajón mco. Abatible 2X32 w.	230	0.36%	96.20%		
Empotrar rejilla lineal 2X9 w.	188	0.29%	96.50%		
Capfce 2X20 w. cal. 24	176	0.28%	96.77%		
Lujo bajo peralte 2X9 w.	164	0.26%	97.03%		
Cajón de sobreponer 4X32 w.	150	0.23%	97.26%		
Canal cuadrado 6X20 w.	141	0.22%	97.48%		
Caja marco abatible 30 X30 cm.	131	0.21%	97.69%		
Lujo Classic 2X20 w.	127	0.20%	97.89%		
Industrial 2X32 w.	109	0.17%	98.06%		
Empotrar rejilla rejilla parab. 2X32 w.	102	0.16%	98.22%		
Canal cuadrado 1X60 w. c / ref.	100	0.16%	98.37%		
Canal cuadrado 2X60 w. c / ref.	100	0.16%	98.53%		
Cajón c / ventanas lat. 2X20 w.	99	0.16%	98.69%		
A prueba de polvo y agua 2X20 w.	90	0.14%	98.83%		
Industrial Slim 2X20 w.	81	0.13%	98.95%		
Caja convexa 30 X30 cm.	73	0.11%	99.07%		
Linea continua 2X54 w.	65	0.10%	99.17%		
Cajón de sobreponer 2X60 w.	63	0.10%	99.27%		
Empotrar rejilla rejilla parab. 3X9 w.	53	0.08%	99.35%		
High bay 4X32 w. sin marco	51	0.08%	99.43%		
Industrial 2X30 w.	47	0.07%	99.51%		
Empotrar sin bisel 2X32 w.	40	0.06%	99.57%		
Capfce 2X60 w. cal. 28	38	0.06%	99.63%		
Industrial Slim 2X36 w.	36	0.06%	99.68%		
Lujo bajo peralte 2X32 w.	32	0.05%	99.73%		
A prueba de polvo y agua 2X32 w.	32	0.05%	99.78%		
Empotrar bisel fijo 30 X30 cm.	30	0.05%	99.83%		
Lujo Classic 2X60 w.	24	0.04%	99.87%		
Cajón Curvalume 2X32 w.	22	0.03%	99.90%		
A prueba de polvo y agua 2X54 w.	21	0.03%	99.94%		
Cajón rejilla lineal 3X9 w.	12	0.02%	99.95%		
Industrial 1X32 w.	8	0.01%	99.97%		
Industrial 1X60 w.	7	0.01%	99.98%		
Linea continua 1X54 w.	6	0.01%	99.99%		
High bay 8X20 w.	5	0.01%	100.00%		
Mini Industrial 2X54 w.	3	0.00%	100.00%		

Descripción de clasificación de 80-20

ANEXO B: Actividades, descripción del proceso

Proceso de corte para Capfce 2X32 watts cal-24

Tabla: Anexo B. 1 Descripción de actividades de corte

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
		Corte	Estructura	Tiempo total
17	40201	Corte	Cabecera	Verificar dimensiones de corte
18	40201	Corte	Cabecera	Ajustar topes de corte de la máquina
19	40201	Corte	Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones
20	40201	Corte	Cabecera	Tomar lámina de su rack de ubicación
21	40201	Corte	Cabecera	Realizar corte
22	40201	Corte	Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
23	40201	Corte	Cabecera	Apilar producto procesado
24	40201	Corte	Cabecera	Verificar dimensiones de corte
25	40201	Corte	Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones
26	40201	Corte	Cabecera	Realizar corte
27	40201	Corte	Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
28	40201	Corte	Cabecera	Apilar producto procesado
29	40201	Corte	Cabecera	Traslado al área de troquelado
		Corte	Cabecera	Tiempo total
30	40201	Corte	Cubre reactor	Verificar dimensiones de corte
31	40201	Corte	Cubre reactor	Ajustar topes de corte de la máquina
32	40201	Corte	Cubre reactor	Ajustar máquina para realizar las operaciones
33	40201	Corte	Cubre reactor	Tomar lámina de su rack de ubicación
34	40201	Corte	Cubre reactor	Realizar corte
35	40201	Corte	Cubre reactor	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
36	40201	Corte	Cubre reactor	Apilar producto procesado
37	40201	Corte	Cubre reactor	Verificar dimensiones de corte
38	40201	Corte	Cubre reactor	Ajustar máquina para realizar las operaciones
39	40201	Corte	Cubre reactor	Realizar corte
40	40201	Corte	Cubre reactor	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
41	40201	Corte	Cubre reactor	Apilar producto procesado
42	40201	Corte	Cubre reactor	Traslado al área de trazo
		Corte	Cubre reactor	Tiempo total
43	40201	Corte	Mco. Soporte	Verificar dimensiones de corte
44	40201	Corte	Mco. Soporte	Ajustar topes de corte de la máquina
45	40201	Corte	Mco. Soporte	Ajustar máquina para realizar las operaciones

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
46	40201	Corte	Mco. Soporte	Tomar lámina de su rack de ubicación
47	40201	Corte	Mco. Soporte	Realizar corte
48	40201	Corte	Mco. Soporte	Ajustar topes de corte de la máquina
49	40201	Corte	Mco. Soporte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
50	40201	Corte	Mco. Soporte	Cortar lote de producción requerida.
51	40201	Corte	Mco. Soporte	Apilar producto procesado
52	40201	Corte	Mco. Soporte	Verificar dimensiones de corte
53	40201	Corte	Mco. Soporte	Ajustar máquina para realizar las operaciones
54	40201	Corte	Mco. Soporte	Realizar corte
55	40201	Corte	Mco. Soporte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
56	40201	Corte	Mco. Soporte	Apilar producto procesado
57	40201	Corte	Mco. Soporte	Traslado al área de trazo
58	40203	Corte	Mco. Soporte	Verificar dimensiones de despunte
59	40203	Corte	Mco. Soporte	Trazar líneas de apoyo a 45°
60	40203	Corte	Mco. Soporte	Ajustar tope de despunte a 45°
61	40201	Corte	Mco. Soporte	Ajustar máquina para realizar las operaciones
62	40201	Corte	Mco. Soporte	Realizar despunte a 45°
63	40201	Corte	Mco. Soporte	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
64	40201	Corte	Mco. Soporte	Apilar producto procesado
		Corte	Mco. Soporte	Tiempo total

Tabla: Anexo B. Descripción de actividades de corte

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
65	40201	Corte	Mco. Cabecera	Verificar dimensiones de corte
66		Corte	Mco. Cabecera	Ajustar topes de corte de la máquina
67	40201	Corte	Mco. Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones
68		Corte	Mco. Cabecera	Tomar lámina de su rack de ubicación
69	40201	Corte	Mco. Cabecera	Realizar corte
70		Corte	Mco. Cabecera	Ajustar topes de corte de la máquina
71	40201	Corte	Mco. Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
72		Corte	Mco. Cabecera	Cortar lote de producción requerida.
73	40201	Corte	Mco. Cabecera	Apilar producto procesado
74	40201	Corte	Mco. Cabecera	Verificar dimensiones de corte
75	40201	Corte	Mco. Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones
76	40201	Corte	Mco. Cabecera	Realizar corte
77	40201	Corte	Mco. Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
78	40201	Corte	Mco. Cabecera	Apilar producto procesado
79	40201	Corte	Mco. Cabecera	Traslado al área de trazo
80	40203	Corte	Mco. Cabecera	Verificar dimensiones de despunte
81	40203	Corte	Mco. Cabecera	Trazar líneas de apoyo a 45°
82	40203	Corte	Mco. Cabecera	Ajustar tope de despunte a 45°
83	40201	Corte	Mco. Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones
84	40201	Corte	Mco. Cabecera	Realizar despunte a 45°
85	40201	Corte	Mco. Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
86	40201	Corte	Mco. Cabecera	Apilar producto procesado
87	40201	Corte	Mco. Cabecera	Traslado al área de doblado
		Corte	Mco. Cabecera	Tiempo total
88	40201	Corte	Mco. Lateral	Verificar dimensiones de corte
89	40201	Corte	Mco. Lateral	Ajustar topes de corte de la máquina
90	40201	Corte	Mco. Lateral	Ajustar máquina para realizar las operaciones
91	40201	Corte	Mco. Lateral	Tomar lámina de su rack de ubicación
92	40201	Corte	Mco. Lateral	Realizar corte
93	40201	Corte	Mco. Lateral	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
94	40201	Corte	Mco. Lateral	Cortar lote de producción requerida.
95	40201	Corte	Mco. Lateral	Apilar producto procesado
96	40201	Corte	Mco. Lateral	Verificar dimensiones de corte

97	40201	Corte	Mco. Lateral	Ajustar máquina para realizar las operaciones
98	40201	Corte	Mco. Lateral	Realizar corte
99	40201	Corte	Mco. Lateral	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
100	40201	Corte	Mco. Lateral	Apilar producto procesado
101	40201	Corte	Mco. Lateral	Traslado al área de trazo
102	40203	Corte	Mco. Lateral	Trazar líneas de apoyo a 45°
103	40203	Corte	Mco. Lateral	Ajustar tope de despunte a 45°
104	40203	Corte	Mco. Lateral	Ajustar máquina para realizar las operaciones
105	40203	Corte	Mco. Lateral	Realizar despunte a 45°
106	40203	Corte	Mco. Lateral	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
107	40201	Corte	Mco. Lateral	Apilar producto procesado
108	40201	Corte	Mco. Lateral	Traslado al área de doblado
		Corte	Mco. Lateral	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 1 Descripción de actividades de corte

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
109	40201	Corte	Ref. Conduit	Verificar dimensiones de corte
110	40201	Corte	Ref. Conduit	Ajustar topes de corte de la máquina
111	40201	Corte	Ref. Conduit	Ajustar máquina para realizar las operaciones
112	40201	Corte	Ref. Conduit	Tomar lámina de su rack de ubicación
113	40201	Corte	Ref. Conduit	Realizar corte
114	40201	Corte	Ref. Conduit	Ajustar topes de corte de la máquina
115	40201	Corte	Ref. Conduit	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
116	40201	Corte	Ref. Conduit	Cortar lote de producción requerida.
117	40201	Corte	Ref. Conduit	Apilar producto procesado
118	40201	Corte	Ref. Conduit	Verificar dimensiones de corte
119	40201	Corte	Ref. Conduit	Ajustar máquina para realizar las operaciones
120	40201	Corte	Ref. Conduit	Realizar corte
121	40201	Corte	Ref. Conduit	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
122	40201	Corte	Ref. Conduit	Apilar producto procesado
123	40201	Corte	Ref. Conduit	Traslado al área de troquelado

		Corte ref. C.	Corte ref. C.	Tiempo total
124	40201	Corte	Paloma	Verificar dimensiones de corte
125	40201	Corte	Paloma	Ajustar topes de corte de la máquina
126	40201	Corte	Paloma	Ajustar máquina para realizar las operaciones
127	40201	Corte	Paloma	Tomar lámina de su rack de ubicación
128	40201	Corte	Paloma	Realizar corte
129	40201	Corte	Paloma	Ajustar topes de corte de la máquina
130	40201	Corte	Paloma	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
131	40201	Corte	Paloma	Cortar lote de producción requerida.
132	40201	Corte	Paloma	Apilar producto procesado
133	40201	Corte	Paloma	Traslado al área de troquelado
		Corte	Paloma	Tiempo total
134	40201	Corte	Laminilla	Verificar dimensiones de corte
135	40201	Corte	Laminilla	Ajustar topes de corte de la máquina
136	40201	Corte	Laminilla	Ajustar máquina para realizar las operaciones
137	40201	Corte	Laminilla	Tomar lámina de su rack de ubicación
138	40201	Corte	Laminilla	Realizar corte
139	40201	Corte	Laminilla	Ajustar topes de corte de la máquina
140	40201	Corte	Laminilla	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
141		Corte	Laminilla	Cortar lote de producción requerida.
142	40201	Corte	Laminilla	Apilar producto procesado
143	40201	Corte	Laminilla	Verificar dimensiones de corte
144	40203	Corte	Laminilla	Ajustar máquina/equipo para realizar las operaciones
145	40203	Corte	Laminilla	Realiza corte
146	40203	Corte	Laminilla	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
147	40203	Corte	Laminilla	Apilar producto procesado
148	40203	Corte	Laminilla	Traslado al área de integrado
		Corte	Laminilla	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 1 Descripción de actividades de corte

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
49	40201	Corte	Suj. De p.b.	Verificar dimensiones de corte
150	40201	Corte	Suj. De p.b.	Ajustar topes de corte de la máquina
151	40201	Corte	Suj. De p.b.	Ajustar máquina para realizar las operaciones
152	40201	Corte	Suj. De p.b.	Tomar lámina de su rack de ubicación
153	40201	Corte	Suj. De p.b.	Realizar corte
154	40201	Corte	Suj. De p.b.	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
155	40201	Corte	Suj. De p.b.	Cortar lote de producción requerida.
156	40201	Corte	Suj. De p.b.	Apilar producto procesado
157	40201	Corte	Suj. De p.b.	Verificar dimensiones de corte
158	40203	Corte	Suj. De p.b.	Ajustar máquina/equipo para realizar las operaciones
159	40203	Corte	Suj. De p.b.	Realiza corte
160	40203	Corte	Suj. De p.b.	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
161	40203	Corte	Suj. De p.b.	Apilar producto procesado
162	40203	Corte	Suj. De p.b.	Traslado al área de doblado
		Corte	Suj. De p.b.	Tiempo total
163	40201	Corte	Suj. De c.r.	Verificar dimensiones de corte
164	40201	Corte	Suj. De c.r.	Ajustar topes de corte de la máquina
165	40201	Corte	Suj. De c.r.	Ajustar máquina para realizar las operaciones
166	40201	Corte	Suj. De c.r.	Tomar lámina de su rack de ubicación
167	40201	Corte	Suj. De c.r.	Realizar corte
168	40201	Corte	Suj. De c.r.	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
169	40201	Corte	Suj. De c.r.	Cortar lote de producción requerida.
170	40201	Corte	Suj. De c.r.	Apilar producto procesado
171	40201	Corte	Suj. De c.r.	Verificar dimensiones de corte
172	40203	Corte	Suj. De c.r.	Ajustar máquina/equipo para realizar las operaciones
173	40203	Corte	Suj. De c.r.	Realizar corte
174	40203	Corte	Suj. De c.r.	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
175	40203	Corte	Suj. De c.r.	Apilar producto procesado
176	40203	Corte	Suj. De c.r.	Traslado al área de trazo

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
		Corte	Suj. De c.r.	Tiempo total
177	40201	Corte	Ref. balastro	Verificar dimensiones de corte
178	40201	Corte	Ref. balastro	Ajustar topes de corte de la máquina
179	40201	Corte	Ref. balastro	Ajustar máquina para realizar las operaciones
180	40201	Corte	Ref. balastro	Tomar lámina de su rack de ubicación
181	40201	Corte	Ref. balastro	Realizar corte
182	40201	Corte	Ref. balastro	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
183	40201	Corte	Ref. balastro	Cortar lote de producción requerida.
184	40201	Corte	Ref. balastro	Apilar producto procesado
185	40203	Corte	Ref. balastro	Verificar dimensiones de corte
186	40203	Corte	Ref. balastro	Ajustar máquina/equipo para realizar las operaciones
187	40203	Corte	Ref. balastro	Realizar corte
188	40203	Corte	Ref. balastro	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
189	40203	Corte	Ref. balastro	Apilar producto procesado
190	40203	Corte	Ref. balastro	Traslado al área de integrado
		Corte	Ref. balastro	Tiempo total
191	40201	Corte	Porta base	Verificar dimensiones de corte
192	40201	Corte	Porta base	Ajustar máquina para realizar las operaciones
193	40201	Corte	Porta base	Realizar corte
194	40201	Corte	Porta base	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
195	40201	Corte	Porta base	Apilar producto procesado
196	40201	Corte	Porta base	Verificar dimensiones de corte
197	40201	Corte	Porta base	Ajustar máquina para realizar las operaciones
198	40201	Corte	Porta base	Realizar corte
199	40201	Corte	Porta base	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
200	40201	Corte	Porta base	Apilar producto procesado
201	40201	Corte	Porta base	Traslado al área de troquelado
		Corte	Porta base	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 2 Descripción de actividades de Trazo

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	N/A	Trazo	Estructura	Validar que el material se encuentre a escuadra lado A, extremo izquierdo
2	N/A	Trazo	Estructura	Formar material y alinear con barras de aluminio lado A, extremo izquierdo
3	N/A	Trazo	Estructura	Realizar trazo lado A extremo izquierdo
4	N/A	Trazo	Estructura	Validar dimensiones de trazo lado A, extremo izquierdo con flexómetro
5	N/A	Trazo	Estructura	Validar que el material se encuentre a escuadra lado A, extremo derecho
6	N/A	Trazo	Estructura	Formar material y alinear con barras de aluminio lado A, extremo derecho
7	N/A	Trazo	Estructura	Realizar trazo lado A extremo derecho
8	N/A	Trazo	Estructura	Validar dimensiones de trazo con flexómetro lado A, extremo derecho
9	N/A	Trazo	Estructura	Apilar producto procesado
10	N/A	Trazo	Estructura	Traslado al área de troquelado
11		Trazo	Estructura	Tiempo total
12	N/A	Trazo	Cubre reactor	Validar orden de corte según bitácora
13	N/A	Trazo	Cubre reactor	Verificar dimensiones de trazo
14	N/A	Trazo	Cubre reactor	Validar orden de corte según bitácora
15	N/A	Trazo	Cubre reactor	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar (si requiere).
16	N/A	Trazo	Cubre reactor	Formar material y alinear con barras de aluminio
17	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado A extremo izquierdo
18	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado A extremo derecho
19	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado B extremo izquierdo
20	N/A	Trazo	Cubre reactor	Realizar trazo lado B extremo derecho
21	N/A	Trazo	Cubre reactor	Validar dimensiones de trazo con flexómetro
22	N/A	Trazo	Cubre reactor	Apilar producto procesado
23	N/A	Trazo	Cubre reactor	Traslado al área de troquelado
		Trazo	Cubre reactor	Tiempo total
24	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Verificar dimensiones de trazo
25	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Validar orden de corte según bitácora
26	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar (si requiere).
27	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Validar que el material se encuentre a escuadra
28	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Formar material y alinear con barras de aluminio
29	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Realizar trazo con plantilla lado izquierdo
30	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Realizar trazo con plantilla lado derecho

31	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Validar dimensiones de trazo con flexómetro
32	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Apilar producto procesado
33	N/A	Trazo	Mco. Soporte	Traslado al área de corte
		Trazo	Mco. Soporte	Tiempo total
35	N / A	Trazo	Mco. Cabecera	Realizar trazo con escantillón de 1.3 cm.
36	N / A	Trazo	Mco. Cabecera	Traslado al área de doblado
		Trazo	Mco. Cabecera	Tiempo total
37	N/A	Trazo	Mco. Lateral	Verificar dimensiones de trazo
38	N/A	Trazo	Mco. Lateral	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar (si requiere).
39	N/A	Trazo	Mco. Lateral	Realizar trazo con escantillón de 1.3 cm.
40	N/A	Trazo	Mco. Lateral	Validar dimensiones de trazo con flexómetro
41	N/A	Trazo	Mco. Lateral	Apilar producto procesado
42	N/A	Trazo	Mco. Lateral	Traslado al área de corte
		Trazo	Mco. Lateral	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 3 Descripción de actividades de Troquelado

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	40401	Troquelado	Estructura	Verificar dimensiones de troquelado
2	40401	Troquelado	Estructura	Verificar en catálogo de plantillas la cual se va a utilizar (si requiere). Y tomar su plantilla.
3	40401	Troquelado	Estructura	Verificar troquel a utilizar según cargas de trabajo.
4	40401	Troquelado	Estructura	Realizar montaje de troquel en máquina.
5	40401	Troquelado	Estructura	Realizar pruebas de troquelado para validar su centrado y/o ajuste.
6	40401	Troquelado	Estructura	Ajustar máquina para realizar las operaciones
7	40401	Troquelado	Estructura	Realizar troquelado de 40 w.
8	40401	Troquelado	Estructura	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
9	40401	Troquelado	Estructura	Apilar producto procesado
10	40401	Troquelado	Estructura	Verificar dimensiones de troquelado para ventilación
11	40401	Troquelado	Estructura	Ajustar máquina para realizar las operaciones
12	40401	Troquelado	Estructura	Realizar troquelado para ventilación
13	40401	Troquelado	Estructura	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
14	40401	Troquelado	Estructura	Apilar producto procesado
15	40401	Troquelado	Estructura	Traslado de material al área de doblado
		Troq. Estruct.	Troq. Estruct.	Tiempo total

16	40402	Troquelado	Cabecera	Verificar dimensiones de troquelado
17	40402	Troquelado	Cabecera	Verificar troquel a utilizar según cargas de trabajo.
18	40402	Troquelado	Cabecera	Realizar montaje de troquel en máquina.
19	40402	Troquelado	Cabecera	Realizar pruebas de troquelado para validar su centrado y/o ajuste.
20	40402	Troquelado	Cabecera	Ajustar máquina para realizar las operaciones
21	40402	Troquelado	Cabecera	Realizar troquelado
22	40402	Troquelado	Cabecera	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
23	40402	Troquelado	Cabecera	Apilar producto procesado
24	40402	Troquelado	Cabecera	Traslado de material al área de doblado
		Troquelado	Cabecera	Tiempo total
25	40201	Troquelado	Cubre reactor	Verificar dimensiones de troquelado
26	40201	Troquelado	Cubre reactor	Verificar troquel a utilizar según cargas de trabajo.
27	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar montaje de troquel en máquina.
28	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar pruebas de troquelado para validar su centrado y/o ajuste.
29	40201	Troquelado	Cubre reactor	Ajustar máquina para realizar las operaciones
30	40201	Troquelado	Cubre reactor	Realizar troquelado
31	40201	Troquelado	Cubre reactor	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
32	40201	Troquelado	Cubre reactor	Apilar producto procesado
		Troquelado	Cubre reactor	Tiempo total
33	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Verificar dimensiones de troquelado
34	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Validar orden de corte según bitácora
35	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar (si requiere).
36	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Verificar troquel a utilizar según cargas de trabajo.
37	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Realizar montaje de troquel en máquina.
38	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Ajustar máquina para realizar las operaciones
39	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Realizar troquelado
40	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
41	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Apilar producto procesado
42	40401	Troquelado	Ref. Conduit	Traslado al área de integrado
		Troquelado	Ref. Conduit	Tiempo total
43	40401	Troquelado	Paloma	Verifica dimensiones de troquelado
44	40401	Troquelado	Paloma	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar (si requiere).
45	40401	Troquelado	Paloma	Verificar troquel a utilizar según cargas de trabajo.

46	40401	Troquelado	Paloma	Realizar montaje de troquel en máquina.
47	40401	Troquelado	Paloma	Realizar pruebas de troquelado para validar su centrado y/o ajuste.
48	40401	Troquelado	Paloma	Ajustar máquina para realizar las operaciones
49	40401	Troquelado	Paloma	Realizar troquelado
50	40401	Troquelado	Paloma	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
51	40401	Troquelado	Paloma	Apilar producto procesado
52	40401	Troquelado	Paloma	Traslado al área de doblado
		Troquelado	Paloma	Tiempo total
53	40401	Troquelado	Porta base	Verificar dimensiones de troquelado
54	40401	Troquelado	Porta base	Ajustar máquina para realizar las operaciones
55	40401	Troquelado	Porta base	Realizar troquelado de 32 w
56	40401	Troquelado	Porta base	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
57	40401	Troquelado	Porta base	Apilar producto procesado
58	40401	Troquelado	Porta base	Verificar dimensiones de troquelado
59	40403	Troquelado	Porta base	Ajustar máquina para realizar las operaciones
60	40403	Troquelado	Porta base	Realizar corte lateral
61	40403	Troquelado	Porta base	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
62	40403	Troquelado	Porta base	Apilar producto procesado
63	40403	Troquelado	Porta base	Traslado a troqueladora 40401
64	40401	Troquelado	Porta base	Verificar dimensiones de troquelado
65	40401	Troquelado	Porta base	Ajustar máquina para realizar las operaciones
66	40401	Troquelado	Porta base	Realizar perforación con multipulzón
67	40401	Troquelado	Porta base	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
68	40401	Troquelado	Porta base	Apilar producto procesado
69	40401	Troquelado	Porta base	Traslado de material al área de doblado
		Troquelado	Porta base	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 4 Descripción de actividades de Doblado e integrado

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	40502	Doblado	Estructura	Verificar especificaciones de doblado
2	40502	Doblado	Estructura	Ajustar topes de dado
3	40502	Doblado	Estructura	Realizar pruebas de ángulo de doblado
4	40502	Doblado	Estructura	Realizar 1er. doblado a 90°
5	40502	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones
6	40502	Doblado	Estructura	Apilar producto procesado
7	40502	Doblado	Estructura	Verificar especificaciones de doblado
8	40502	Doblado	Estructura	Fluir material a dobladora 40501
9	40501	Doblado	Estructura	Ajustar máquina para realizar las operaciones
10	40501	Doblado	Estructura	Ajustar topes de dado
11	40501	Doblado	Estructura	Validar ángulo de doblado
12	40501	Doblado	Estructura	Realizar 2do. Y 3er. doblado a 90°
13	40501	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones
14	40501	Doblado	Estructura	Apilar producto procesado
15	40501	Doblado	Estructura	Verificar especificaciones de doblado
16	40501	Doblado	Estructura	Ajustar máquina para realizar 4to. Y 5to. Doblez a 45°
17	40501	Doblado	Estructura	Realizar 4to. Y 5to. a 45°
18	40501	Doblado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones
19	40501	Doblado	Estructura	Apilar producto procesado
20	40501	Doblado	Estructura	Traslado al área de integrado
		Doblado	Estructura	Tiempo total
21	40506	Doblado	Cabecera	Verificar especificaciones de doblado
22	40506	Doblado	Cabecera	Realizar 1ro. Y 2do. doblado a 90°
23	40506	Doblado	Cabecera	Validar de acuerdo a especificaciones
24	40506	Doblado	Cabecera	Apilar producto procesado
25	40506	Doblado	Cabecera	Verificar especificaciones de doblado
26	40506	Doblado	Cabecera	Fluir material a dobladora 40507
27	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 3er. Y 4to. doblado a 90°
28	40507	Doblado	Cabecera	Validar de acuerdo a especificaciones
29	40507	Doblado	Cabecera	Apilar producto procesado
30	40507	Doblado	Cabecera	Verificar especificaciones de doblado
31	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 5to. Doblez a 90°
32	40507	Doblado	Cabecera	Validar de acuerdo a especificaciones
33	40507	Doblado	Cabecera	Apilar producto procesado
34	40507	Doblado	Cabecera	Realizar 6to. Y 7mo. Doblez a 90°
35	40507	Doblado	Cabecera	Validar de acuerdo a especificaciones
36	40507	Doblado	Cabecera	Apilar producto procesado
		Doblado	Cabecera	Tiempo total

37	40505	Doblado	Cubre reactor	Verificar especificaciones de doblado
38	40505	Doblado	Cubre reactor	Realizar doblado a 90° y 45°
39	40505	Doblado	Cubre reactor	Validar de acuerdo a especificaciones
40	40505	Doblado	Cubre reactor	Apilar producto procesado
		Doblado	Cubre reactor	Tiempo total
41	40502	Doblado	Mco. Soporte	Verificar especificaciones de doblado
42	40502	Doblado	Mco. Soporte	Ajustar topes de dado
43	40502	Doblado	Mco. Soporte	Ajustar máquina para realizar las operaciones
44	40502	Doblado	Mco. Soporte	Realizar 1er. Tope y aplastado
45	40502	Doblado	Mco. Soporte	Validar de acuerdo a especificaciones
46	40502	Doblado	Mco. Soporte	Apilar producto procesado
47	40502	Doblado	Mco. Soporte	Verificar especificaciones de doblado
48	40502	Doblado	Mco. Soporte	Ajustar topes de dado
49	40502	Doblado	Mco. Soporte	Ajustar máquina para realizar las operaciones
50	40502	Doblado	Mco. Soporte	Realizar 1er. y 2do. tope y aplastado
51	40502	Doblado	Mco. Soporte	Verificar especificaciones de doblado
52	40502	Doblado	Mco. Soporte	Apilar producto procesado
53	40502	Doblado	Mco. Soporte	Verificar especificaciones de doblado
54	40502	Doblado	Mco. Soporte	Ajustar topes de dado
55	40502	Doblado	Mco. Soporte	Ajustar máquina para realizar las operaciones
56	40502	Doblado	Mco. Soporte	Realizar doblez a 90°
57	40502	Doblado	Mco. Soporte	Verificar especificaciones de doblado
58	40502	Doblado	Mco. Soporte	Apilar producto procesado
59	40502	Doblado	Mco. Soporte	Ajuste de topes
60	40502	Doblado	Mco. Soporte	Realizar 3er tope y aplastado
61	40502	Doblado	Mco. Soporte	validar de acuerdo a especificaciones
62	40502	Doblado	Mco. Soporte	Traslado al área de soldadura
		Doblado	Mco. Soporte	Tiempo total
63	40504	Doblado	Mco. Cabecera	Realizar doblez a 90°
64	40504	Doblado	Mco. Cabecera	Validar de acuerdo a especificaciones
65	40504	Doblado	Mco. Cabecera	Apilar producto procesado
66	40504	Doblado	Mco. Cabecera	Traslado al área de soldadura
		Doblado	Mco. Cabecera	Tiempo total
68	40504	Doblado	Mco. Lateral	Verificar especificaciones de doblado
69	40504	Doblado	Mco. Lateral	Ajustar máquina para realizar las operaciones
70	40504	Doblado	Mco. Lateral	Realizar doblez a 90°
71	40504	Doblado	Mco. Lateral	Validar de acuerdo a especificaciones
72	40504	Doblado	Mco. Lateral	Apilar producto procesado
73	40504	Doblado	Mco. Lateral	Traslado al área de soldadura
		Doblado	Mco. Lateral	Tiempo total
74	40505	Doblado	Paloma	Verificar especificaciones de doblado

75	40505	Doblado	Paloma	Ajustar máquina para realizar las operaciones
76	40505	Doblado	Paloma	Realizar doblado
77	40505	Doblado	Paloma	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
		Doblado	Paloma	Tiempo total
78	40505	Doblado	Suj. Cobre reactor	Verificar especificaciones de doblado
79	40505	Doblado	Suj. Cobre reactor	Ajustar equipo/ máquina para realizar las operaciones
80	40505	Doblado	Suj. Cobre reactor	Realizar doblado
81	40505	Doblado	Suj. Cobre reactor	Validar de acuerdo a especificaciones
		Doblado	Suj. Cobre reactor	Tiempo total
82	40505	Doblado	Porta base	Verificar especificaciones de doblado
83	40505	Doblado	Porta base	Ajustar máquina para realizar las operaciones
84	40505	Doblado	Porta base	Realizar doblez a 90°
85	40505	Doblado	Porta base	Validar de acuerdo a especificaciones
86	40505	Doblado	Porta base	Apilar producto procesado
87	40505	Doblado	Porta base	Traslado al área de troquelado
88	40505	Doblado	Porta base	Verificar dimensiones de troquelado
89	40505	Doblado	Porta base	Ajustar equipo para realizar las operaciones
90	40505	Doblado	Porta base	Traslado al área de troquelado
		Doblado	Porta base	Tiempo total
1	40604	Integrado	Ref. Conduit	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
2	40604	Integrado	Ref. Conduit	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
3	40604	Integrado	Ref. Conduit	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
4	40604	Integrado	Ref. Conduit	Integrado de refuerzo conduit
		Integrado	Ref. Conduit	Tiempo total
5	40604	Integrado	Ref. de balastro	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
6	40604	Integrado	Ref. de balastro	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
7	40604	Integrado	Ref. de balastro	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
8	40604	Integrado	Ref. de balastro	Integrado de refuerzo de balastro
		Integrado	Ref. de balastro	Tiempo total
9	40604	Integrado	Suj. Porta base	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
10	40604	Integrado	Suj. Porta base	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
11	40604	Integrado	Suj. Porta base	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
12	40604	Integrado	Suj. Porta base	Integrado de sujetor de la porta base
		Integrado	Suj. Porta base	Tiempo total
13	40604	Integrado	Suj. Cobre reactor	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
14	40604	Integrado	Suj. Cobre reactor	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
15	40604	Integrado	Suj. Cobre reactor	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
16	40604	Integrado	Suj. Cobre reactor	Integrado de sujetor para cobre reactor
		Integrado	Suj. Cobre reactor	Tiempo total
17	40604	Integrado	Cabeceras	Integrado de cabeceras manualmente
18	40604	Integrado	Cabeceras	Preparar cabecera para su integrado

20	40603	Integrado	Cabeceras	Preparar cabecera para su integrado
21	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de primera cabecera a estructura
22	40601	Integrado	Cabeceras	Preparado de cabecera 1er. Punto
23	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de 1er punto cabecera 1
24	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de segunda cabecera a estructura
25	40601	Integrado	Cabeceras	Preparado de cabecera 1er. Punto
26	40601	Integrado	Cabeceras	Colocación de 1er punto cabecera 2
27	40603	Integrado	Cabeceras	Ajustar máquina para realizar las operaciones
28	40603	Integrado	Cabeceras	Integrado cerrar cabeceras
29	40603	Integrado	Cabeceras	Validar de acuerdo a especificaciones
30	40603	Integrado	Cabeceras	Apilar producto procesado
31	40603	Integrado	Cabeceras	Traslado al área de pulido
		Integrado	Cabeceras	Tiempo total
32	40203	Integrado	Laminilla	Seleccionar laminilla a integrar de acuerdo a especificaciones
33	40601	Integrado	Laminilla	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
34	40601	Integrado	Laminilla	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
35	40601	Integrado	Laminilla	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
36	40601	Integrado	Laminilla	Ajustar máquina para realizar las operaciones
37	40601	Integrado	Laminilla	Integrar laminilla en cabeceras y laterales
38	40601	Integrado	Laminilla	Apilar producto procesado
		Integrado	Laminilla	Tiempo total
39	40601	Integrado	Suj. Porta base	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
40	40601	Integrado	Suj. Porta base	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
41	40601	Integrado	Suj. Porta base	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
42	40601	Integrado	Suj. Porta base	Realizar integrado de sujetores
		Integrado	Suj. Porta base	Tiempo total
43	40601	Integrado	Suj. Cubre reactor	Verificar en catálogo de plantillas plantilla a utilizar.
44	40601	Integrado	Suj. Cubre reactor	Tomar plantillas a utilizar de su anaquel de ubicación
45	40601	Integrado	Suj. Cubre reactor	Realizar pruebas de soldadura con material de pruebas
46	40601	Integrado	Suj. Cubre reactor	Realizar integrado de sujetores
		Integrado	Suj. Cubre reactor	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 5 Descripción de actividades de Lavado

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	308	Lavado	Estructura	Colocación de gabinetes a tina desengrasante
2	308	Lavado	Estructura	Desengrasante de gabinetes (18 pzas.)
3	308	Lavado	Estructura	Traslado de desengrasante, enjuague y tina de sellado
4	308	Lavado	Estructura	sellado
5	308	Lavado	Estructura	Salida de tina de sellado a escurrimiento
6	308	Lavado	Estructura	Escurrimiento
7	308	Lavado	Estructura	Traslado al área de secado
		Lavado	Estructura	Tiempo total
8	N/A	Lavado	Cubre reactor	Traslado al área de lavado
9	N/A	Lavado	Cubre reactor	Verificar especificaciones de agrupado
10	N/A	Lavado	Cubre reactor	Realizar agrupado de las piezas
11	N/A	Lavado	Cubre reactor	Validar de acuerdo a especificaciones de agrupado
12	N/A	Lavado	Cubre reactor	Realizar lavado
13	N/A	Lavado	Cubre reactor	Colocar material en tina de desengrasante
14	N/A	Lavado	Cubre reactor	Colocar material en tina de enjuague
15	N/A	Lavado	Cubre reactor	Colocar material en tina de sellado
16	N/A	Lavado	Cubre reactor	Coloca material en zona de escurrimiento.
17	N/A	Lavado	Cubre reactor	Apilar producto procesado
18	N/A	Lavado	Cubre reactor	Traslado al área de secado
		Lavado	Cubre reactor	Tiempo total
19	307	Lavado	Marco	Verificar especificaciones de agrupado
20	307	Lavado	Marco	Realizar agrupado de 5 piezas
21	307	Lavado	Marco	Colocación de agrupado a tina desengrasante
22	307	Lavado	Marco	Desengrasante de lote de 90 piezas
23	307	Lavado	Marco	Traslado de enjuague a tina de sellado
24	307	Lavado	Marco	sellado
25	307	Lavado	Marco	Salida de tina de sellado a escurrimiento
26	307	Lavado	Marco	Escurrimiento
27	307	Lavado	Marco	Apilar producto procesado
28	307	Lavado	Marco	Traslado al área de secado
29	307	Lavado	Marco	Verificar especificaciones de secado
		Lavado	Marco	Tiempo total
30	307	Lavado	Paloma	Traslado al área de lavado
31	307	Lavado	Paloma	Verificar especificaciones de doblado
32	307	Lavado	Paloma	Colocar paloma en recipiente perforado (tina de 30 X30 cm.)
33	307	Lavado	Paloma	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones de agrupado

		Lavado	Paloma	Tiempo total
34	307	Lavado	Porta base	Verificar especificaciones de agrupado
35	307	Lavado	Porta base	Realizar agrupado de piezas
36	307	Lavado	Porta base	Validar de acuerdo a especificaciones de agrupado
37	307	Lavado	Porta base	Colocación de agrupado a tina desengrasante
38	307	Lavado	Porta base	Realizar desengrasado de material
39	307	Lavado	Porta base	Traslado de enjuague a tina de sellado
40	307	Lavado	Porta base	sellado
41	307	Lavado	Porta base	Salida de tina de sellado a escurrimiento
42	307	Lavado	Porta base	Escurrimiento
43	307	Lavado	Porta base	Apilar producto procesado
44	307	Lavado	Porta base	Traslado al área de secado
45	307	Lavado	Porta base	Verificar especificaciones de secado
46	307	Lavado	Porta base	Realizar secado
47	307	Lavado	Porta base	Realizar enfriamiento
48	307	Lavado	Porta base	Validar de acuerdo a especificaciones de secado
49	307	Lavado	Porta base	Apilar producto procesado
50	307	Lavado	Porta base	Traslado al área de limpieza
		Lavado	Porta base	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 6 Descripción de actividades de Secado

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	40908	Secado	Estructura	Subir material al horno de curado
2	40908	Secado	Estructura	Realizar secado en horno por bacheo
3	308	Secado	Estructura	Realiza enfriamiento
4	308	Secado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones de secado
5	308	Secado	Estructura	Apilar producto procesado
6	308	Secado	Estructura	Traslado al área de preparado
		Secado	Estructura	Tiempo total
7	N/A	Secado	Cubre reactor	Realizar secado
8	N/A	Secado	Cubre reactor	Realizar enfriamiento
9	N/A	Secado	Cubre reactor	Validar de acuerdo a especificaciones de secado
10	N/A	Secado	Cubre reactor	Apilar producto procesado
11	N/A	Secado	Cubre reactor	Traslado al área de limpieza
12	N/A	Secado	Cubre reactor	Verificar especificaciones de limpieza
13	N/A	Secado	Cubre reactor	Realizar limpieza
14	N/A	Secado	Cubre reactor	Validar de acuerdo a especificaciones de limpieza

15	N/A	Secado	Cubre reactor	Apilar producto procesado
16	N/A	Secado	Cubre reactor	Traslado al almacén temporal
17	N/A	Secado	Cubre reactor	Almacen temporal
18	N/A	Secado	Cubre reactor	Traslado al área de pintura
		Secado	Cubre reactor	Tiempo total
19	40908	Secado	Marco	Realizar secado
20	308	Secado	Marco	Realiza enfriamiento
21	40908	Secado	Marco	Validar de acuerdo a especificaciones de secado
22	40908	Secado	Marco	Apilar producto procesado
23	40908	Secado	Marco	Traslado al área de preparado
24	308	Secado	Marco	Traslado al área de limpieza
		Secado	Marco	Tiempo total
25	308	Secado	Paloma	Traslado al área de secado
26	308	Secado	Paloma	Verificar especificaciones de secado
27	308	Secado	Paloma	Realizar secado
28	308	Secado	Paloma	Realizar enfriamiento
29	308	Secado	Paloma	Validar de acuerdo a especificaciones de secado
30	308	Secado	Paloma	Apilar producto procesado
		Secado	Paloma	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 7 Descripción de actividades de Preparado

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	308	Preparado	Estructura	Verificar especificaciones de preparado
2	308	Preparado	Estructura	Realizar preparado esquina 1
3	308	Preparado	Estructura	Realizar preparado esquina 2
4	308	Preparado	Estructura	Realizar preparado esquina 3
5	308	Preparado	Estructura	Realizar preparado esquina 4
6	308	Preparado	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones de preparado
7	308	Preparado	Estructura	Apilar producto procesado
8	308	Preparado	Estructura	Traslado al área de limpieza
		Preparado	Estructura	Tiempo total
9	308	Preparado	Cabecera	Realizar desdoblado con pinzas.
10	308	Preparado	Cabecera	Validar de acuerdo a especificaciones
11	308	Preparado	Cabecera	Apilar producto procesado
12	308	Preparado	Cabecera	Traslado al área de integrado
		Preparado	Cabecera	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 8 Descripción de actividades de Limpieza

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	308	Limpieza	Estructura	Verificar especificaciones de limpieza
2	308	Limpieza	Estructura	Realizar limpieza
3	308	Limpieza	Estructura	Validar de acuerdo a especificaciones de limpieza
4	308	Limpieza	Estructura	Apilar producto procesado
5	308	Limpieza	Estructura	Traslado a almacén temporal
		Limpieza	Estructura	Tiempo total
6	308	Limpieza	Marco	Verificar especificaciones de limpieza
7	308	Limpieza	Marco	Realizar limpieza
8	308	Limpieza	Marco	Validar de acuerdo a especificaciones de limpieza
9	308	Limpieza	Marco	Apilar producto procesado
10	308	Limpieza	Marco	Traslado a almacén temporal
		Limpieza	Marco	Tiempo total
11	308	Limpieza	Paloma	Traslado al área de limpieza
12	308	Limpieza	Paloma	Verificar especificaciones de limpieza
13	308	Limpieza	Paloma	Realizar limpieza
14	308	Limpieza	Paloma	Validar de acuerdo a especificaciones de limpieza
15	308	Limpieza	Paloma	Apilar producto procesado
16	309	Limpieza	Paloma	Almacen temporal
		Limpieza	Paloma	Tiempo total
17	308	Limpieza	Porta base	Traslado al área de limpieza
18	308	Limpieza	Porta base	Verificar especificaciones de limpieza
19	308	Limpieza	Porta base	Realizar limpieza
20	308	Limpieza	Porta base	Validar de acuerdo a especificaciones de limpieza
21	308	Limpieza	Porta base	Apilar producto procesado
22	309	Limpieza	Porta base	Almacen temporal
		Limpieza	Porta base	Tiempo total
23	308	Limpieza	Cubre reactor	Traslado al área de limpieza
24	308	Limpieza	Cubre reactor	Verificar especificaciones de limpieza
25	308	Limpieza	Cubre reactor	Realizar limpieza
26	308	Limpieza	Cubre reactor	Validar de acuerdo a especificaciones de limpieza
27	308	Limpieza	Cubre reactor	Apilar producto procesado
28	309	Limpieza	Cubre reactor	Almacen temporal
		Limpieza	Cubre reactor	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 9 Descripción de actividades de Pintura

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	309	Pintura	Estructura	Traslado al área de pintura
2	40906	Pintura	Estructura	Colgado de gabinete a utilizar en punto de uso (Superior)
3	40906	Pintura	Estructura	Ajustar máquina para realizar las operaciones
4	40919	Pintura	Estructura	Pintura de Capfce vista posterior superior
5	40919	Pintura	Estructura	Pintura de Capfce vista frontal superior
6	40919	Pintura	Estructura	Validar pintura de acuerdo a especificaciones
7	40906	Pintura	Estructura	Fluir material hacia horno de bacheo
8	40906	Pintura	Estructura	Evitar que la cadena se caiga
		Pintura	Estructura	Tiempo total
9	309	Pintura	Marco	Preparar y seleccionar ganchos adecuados al producto
10	309	Pintura	Marco	Verificar especificaciones de pintado
11	309	Pintura	Marco	Validar producto para pintado según especificaciones
12	309	Pintura	Marco	Ajustar máquina para realizar las operaciones
13	309	Pintura	Marco	Realizar colgado
14	309	Pintura	Marco	Pintar marco
15	309	Pintura	Marco	Validar pintura de acuerdo a especificaciones
16		Pintura	Marco	Fluir marco hacia horno de curado
17	309	Pintura	Marco	Traslado al almacén temporal
		Pintura	Marco	Tiempo total
18	309	Pintura	Paloma	Preparar y seleccionar ganchos adecuados para el producto
19	309	Pintura	Paloma	Ajustar máquina para realizar las operaciones
20	309	Pintura	Paloma	Realizar colgado
21	309	Pintura	Paloma	Pintar paloma
22	309	Pintura	Paloma	Validar pintura de acuerdo a especificaciones
23	309	Pintura	Paloma	Fluir paloma hacia horno de curado
24	309	Pintura	Paloma	Traslado al almacén temporal
25	309	Pintura	Paloma	Evitar que la cadena se caiga
		Pintura	Paloma	Tiempo total
26	40908	Pintura	Porta base	Preparar y seleccionar ganchos adecuados para el producto
27	40908	Pintura	Porta base	Ajustar máquina para realizar las operaciones
28	40908	Pintura	Porta base	Realizar colgado
29	40908	Pintura	Porta base	Pintar porta base
30	40908	Pintura	Porta base	Validar pintura de acuerdo a especificaciones
31	40908	Pintura	Porta base	Fluir porta base hacia horno de curado
32	40908	Pintura	Porta base	Traslado al almacén temporal
33	40908	Pintura	Porta base	Evitar que la cadena se caiga
		Pintura	Porta base	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 10 Descripción de actividades de Curado por bacheo

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	40908	Curado bach.	Estructura	Traslado de cabina de pintura hacia horno de bacheo
2	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)
3	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)
4	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.
5	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar descarga e inspeccionar visualmente la pintura
6	40908	Curado bach.	Estructura	Validar curado de acuerdo a especificaciones
7	40908	Curado bach.	Estructura	Apilar producto procesado
8	310	Curado bach.	Estructura	Traslado al área de almacén
9	310	Curado bach.	Estructura	Almacen temporal
		Curado bach.	Estructura	Tiempo total
10	40908	Curado bach.	Marco	Verificar especificaciones de curado
11	40908	Curado bach.	Marco	Ajustar equipo/máquina para realizar las operaciones
12	40908	Curado bach.	Marco	Traslado a horno de bacheo
13	40908	Curado bach.	Marco	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)
14	40908	Curado bach.	Marco	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)
15	40908	Curado bach.	Marco	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.
16	40908	Curado bach.	Marco	Traslado a almacén temporal
		Curado bach.	Marco	Tiempo total
17	40908	Curado bach.	Paloma	Ajustar máquina para realizar las operaciones
18	40908	Curado bach.	Paloma	Traslado a horno de bacheo
19	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)
20	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)
21	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.
22	40908	Curado bach.	Paloma	Traslado a almacén temporal
		Curado bach.	Paloma	Tiempo total
23	40908	Curado bach.	Porta base	Verificar especificaciones de curado
24	40908	Curado bach.	Porta base	Ajustar máquina para realizar las operaciones
25	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)
26	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)
27	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.
28	40908	Curado bach.	Porta base	Traslado a horno de bacheo
29	40908	Curado bach.	Porta base	Traslado a almacén temporal
		Curado bach.	Porta base	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 11 Descripción de actividades de Soldadura por autogena

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	308	Soldadura autog.	Marco	Verificar especificaciones de despunte
2	308	Soldadura autog.	Marco	Realizar despunte a 45° con tijeras
3	308	Soldadura autog.	Marco	Validar dimensiones de acuerdo a especificaciones
4	308	Soldadura autog.	Marco	Apilar producto procesado
5	308	Soldadura autog.	Marco	Almacén temporal
6	308	Soldadura autog.	Marco	Realizar sueldado de marco cabeceras y laterales.
7	308	Soldadura autog.	Marco	Validar de acuerdo a especificaciones de soldadura
8	308	Soldadura autog.	Marco	Apilar producto procesado
		Soldadura autog.	Marco	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 12 Descripción de actividades de Pulido

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	40604	Pulido	Marco	Apilar marcos a pulir en mesa de pulido (5 pzas.)
2	40604	Pulido	Marco	Realizar pulido de las cuatro esquinas
		Pulido	Marco	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 13 Descripción de actividades de Armado


Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	310	Armado	Marco	Verificar especificaciones de remachado
2	311	Armado	Marco	Verificar catálogo de plantillas
3	312	Armado	Marco	Seleccionar plantilla a utilizar
4	313	Armado	Marco	Ajustar equipo/máquina para realizar las operaciones
5	314	Armado	Marco	Realizar barrenado para paloma
6	315	Armado	Marco	Apilar producto procesado
7	316	Armado	Marco	Realizar remachado de paloma


8	317	Armado	Marco	Validar de acuerdo a especificaciones
9	318	Armado	Marco	Apilar producto procesado
10	319	Armado	Marco	Verificar especificaciones de ensamble
11	320	Armado	Marco	Realizar colocación de acrílico
12	321	Armado	Marco	Validar de acuerdo a especificaciones
13	322	Armado	Marco	Apilar producto procesado
14	323	Armado	Marco	Traslado al almacén
		Armado	Marco	Tiempo total
15	310	Armado	Capfce	Verificar especificaciones de barrenado
16	310	Armado	Capfce	Ajustar equipo/máquina para realizar las operaciones
17	310	Armado	Capfce	Realizar barrenado
18	310	Armado	Capfce	Validar de acuerdo a las especificaciones
19	310	Armado	Capfce	Apilar producto procesado
20	310	Armado	Capfce	Realizar colocación de balastro
21	310	Armado	Capfce	Validar de acuerdo a las especificaciones
22	310	Armado	Capfce	Apilar producto procesado
23	310	Armado	Capfce	Verificar especificaciones de ensamble
24	310	Armado	Capfce	Realizar colocación de marco de balastro
26	310	Armado	Capfce	Realizar cableado y colocación de porta base sin puente
27	310	Armado	Capfce	Validar de acuerdo a especificaciones
28	310	Armado	Capfce	Realizar colocación de tubos
29	310	Armado	Capfce	Realizar prueba eléctrica
30	310	Armado	Capfce	Realizar colocación de cobre reactor
31	310	Armado	Capfce	Realiza colocación de marco
32	310	Armado	Capfce	Validar de acuerdo a especificaciones
33	310	Armado	Capfce	Apilar producto procesado
34	310	Armado	Capfce	Realizar limpieza con trapo
35	310	Armado	Capfce	Validar de acuerdo a especificaciones
36	310	Armado	Capfce	Apilar producto procesado
37	310	Armado	Capfce	Traslado a empaquetado
		Armado	Capfce	Tiempo total

Tabla: Anexo B. 14 Descripción de actividades de Empaque

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso
1	310	Empaque	Capfce	Verificar especificaciones de empaquetado
2	310	Empaque	Capfce	Traslado a mesa para colocar polifon
3	310	Empaque	Capfce	Realizar colocación de polifon
4	310	Empaque	Capfce	Realizar colocación de bolsa
5	310	Empaque	Capfce	Traslado al almacén final
6	311	Almacén p.t.	Capfce	Almacén final
		Empaque	Capfce	Tiempo total

ANEXO C: Estudio de tiempos

 CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. <small>GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED</small>		Ingeniería de manufactura																												
		Formato de estudio de tiempos																												
Departamento: Ing. De Procesos		Maquina: 40603										Fecha: 07 de febrero del 2019										Hoja: _de Hora de Inicio:8.00 am								
Seccion: Integrado		Producto: capfce 2x32 watts, cal-24										Analista: Miguel Palacios Vazquez										Hora de termino: 3.00 pm								
Operación: Integrado de componentes, capfce 2x32 watts, cal-24		Material: Lamina de acero al carbón negra R.F.										Revisó: Ing. Abel Vásquez Juárez										Cantidad de personal: 5								
N° de estudio: 1		Diseño: N/A										Operador: Silvia Flores Pluma / Zenaida Lezama/Antonia Mora Juarez/M. Feliz Juarez/ Claudia Islas																		
N°	Descripcion de operación	Lecturas (seg)																					Suma seg	Tpo Prom.	Fact 95%	Tiep Nor	15% Tol.	Tpo. Std.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21								
Integrado de componentes																														
1	Integrado de laminilla a marco	30.51	29.48	28.91	31.37	30.56	30.85	32.50	30.34	29.51	31.54	28.73	28.96	29.34	30.08	30.54	28.43	30.49	28.85	29.3	30.09	28.75	629.13	29.96	1.50	28.46	4.27	32.73		
2	Integrado de refuerzo conduit	19.90	20.63	21.02	20.62	20.70	19.12	20.86	19.32	20.26	20.72	19.59	21.32	20.47	19.89	20.29	20.17	19.30	19.87	20.46	19.89	20.46	424.86	20.23	1.01	19.22	2.88	22.10		
3	Integrado de refuerzo de balastro	14.29	14.69	14.78	14.68	14.60	15.20	14.73	14.86	14.75	14.82	15.10	14.33	14.23	13.59	14.21	13.89	14.79	14.29	14.26	14.63	14.62	305.34	14.54	0.73	13.81	2.07	15.88		
4	Integrado de sujetor porta base	24.45	23.68	24.07	25.67	24.22	23.63	23.79	24.83	24.90	24.37	23.92	24.16	24.33	24.73	24.53	24.29	24.89	24.33	24.83	24.59	24.43	512.64	24.41	1.22	23.19	3.48	26.67		
5	Integrado para cubrir reactor	25.57	24.9	23.3	23.7	23.9	22.7	22.8	23.6	23.7	24.9	23.53	23.39	23.59	23.39	23.93	23.42	23.39	22.83	23.69	24.72	497.69	23.70	1.18	22.51	3.38	25.89			
6	Colocación de primera cabecera a estructura	5.55	5.69	5.70	6.16	5.33	5.36	5.45	5.13	5.43	5.82	5.73	5.83	5.65	5.59	5.19	5.30	5.33	5.69	5.36	5.47	5.52	116.28	5.54	0.28	5.26	0.79	6.05		
7	Preparado de cabecera para su integrado	4.33	4.65	4.15	3.53	4.20	4.32	4.53	4.41	4.56	4.69	4.59	4.15	4.42	4.51	4.76	4.66	4.45	4.29	4.33	4.25	4.69	92.47	4.40	0.22	4.18	0.63	4.81		
8	Colocación de 1er punto	10.62	10.22	9.43	10.53	10.69	10.33	10.29	10.42	10.57	10.50	10.66	10.68	10.49	10.92	10.7	10.4	10.57	10.52	10.40	10.69	10.53	220.16	10.48	0.52	9.96	1.49	11.45		
9	Colocación de segunda cabecera a estructura	5.59	6.10	5.36	5.39	5.56	5.89	5.45	5.66	5.83	5.29	5.73	5.86	5.93	5.42	5.76	5.66	5.86	5.73	5.60	5.46	5.26	118.39	5.64	0.28	5.36	0.80	6.16		
10	Preparado de cabecera para su integrado	4.59	4.36	4.50	4.53	4.38	4.33	4.23	4.49	4.70	4.55	4.92	4.1	4.32	4.6	4.26	4.86	4.72	4.26	4.69	4.43	4.39	94.21	4.49	0.22	4.26	0.64	4.90		
11	Colocación de 1er punto	10.6	10.66	10.69	10.52	10.86	10.7	10.53	10.56	10.96	10.62	10.42	10.63	10.32	10.46	10.96	10.80	10.93	10.32	10.66	10.82	10.97	223.99	10.67	0.53	10.13	1.52	11.65		
12	Preparado de cabecera para cerrar	33.02	35.69	37.69	36.94	32.65	26.50	28.38	26.27	30.43	28.45	33.67	35.76	32.16	33.29	33.73	33.83	33.97	34.10	33.97	34.69	33.69	688.88	32.80	1.64	31.16	4.67	35.84		
13	Cerrar cabeceras	25.58	26.72	27.61	26.91	27.38	28.57	29.35	29.18	25.61	28.65	26.96	24.99	25.13	26.09	26.37	26.3	26.22	26.37	26.53	25.76	26.02	562.30	26.78	1.34	25.44	3.82	29.25		
14	Traslado al área de lavado																													
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														
Simbología																							Total tiempo estandar (min)							
Tpo.Prom.= Tiempo promedio																							Tiempo por turno (min)				7.5			
Tpo.T.= Tiempo total (seg)																							Items por turno							
% Tol.= % de tolerancia																							Observaciones							
Tpo. Std.= Tiempo estandar																														
Tpo. Normal(seg)																														
factor de 95%																														

		Ingeniería de manufactura																																
		Formato de estudio de tiempos																																
Departamento: Ing. De Procesos		Maquina: N/A												Fecha: 07 de febrero del 2019										Hoja: _de Hora de Inicio:8.00 am										
Seccion: Soldadura con autogena		Producto: capfce 2x32 watts cal, 24												Analista: Miguel Palacios Vazquez										Hora de termino: 3.00 pm										
Operación: Soldadura de marco, capfce 2x32 watts, cal-24		Material: Lamina de acero al carbón negra R.F.												Revisó: Ing. Abel Vásquez Juárez										Cantidad de personal: 1										
N° de estudio: 1		Diseño: N/A												Operador: Octavio Sánchez / Jose Luis Gonzalez Tamayo																				
N°	Descripción de operación	Lecturas (min1.05)																					Suma	Tpo	Fact	Tiep	15%	Tpo						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	seg	Prom.	95%	Nor	Tol.	Std.						
1	Soldar marco 4 soportes																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Verificar especificaciones de soldadura																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Tomar marco soporte de cabecera 1 de rack																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Realizar sueldado de marco soporte de cabecera 1																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Validar de acuerdo a especificaciones de soldadura																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Tomar marco soporte lateral 1 de rack																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Realizar sueldado de marco soporte lateral 1																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Validar de acuerdo a especificaciones de soldadura																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Tomar marco soporte de cabecera 2 de rack																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Realizar sueldado de marco soporte de cabecera 2																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Validar de acuerdo a especificaciones de soldadura																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Toma marco soporte lateral 2 de rack																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Realizar sueldado de marco soporte lateral 2																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Total	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	1323.00	63.00	3.15	59.85	8.98	68.83
15	Validar de acuerdo a especificaciones de soldadura																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Apilar producto procesado																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	Traslado a preparado																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18																													0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19																													0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20																													0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Simbologia																												Total tiempo estandar (min)		Tiempo por turno(min)		Items por turno		
Tpo.Prom.= Tiempo promedio																														480 min				
Tpo.T.= Tiempo total (seg)		1323.00																																
% Tol.= % de tolerancia																																		
Tpo. Std.= Tiempo estandar																																		
Tpo. Normal(seg)																																		
factor de 95%(%)																																		
																																Observaciones		



Ingeniería de manufactura

Formato de estudio de tiempos

Departamento: Ing. De Procesos	Maquina: N/A	Fecha: 07 de marzo del 2019	Hoja: _de Hora de Inicio:8.00 am
Seccion: Empaque	Producto: capfce 2x32 watts cal, 24	Analista: Miguel Palacios Vázquez	Hora de termino: 3.00 pm
Operación: Empaque capfce 2x32 watts, cal-24	Material: Lamina de acero al carbón negra R.F.	Revisó: Ing. Abel Vásquez Juárez	Cantidad de personal: 1
N° de estudio: 1	Diseño: N/A	Operador: Claudia Islas/ Ma. Felix Juárez/ Karina/ Ma. De los angeles	

N°	Descripcion de operación	Lecturas (seg)																					Suma seg	Tpo Prom.	Fact 95%	Tiep Nor	15% Tol.	Tpo. Std.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21						
Empacado																												
1	Verificar especificaciones de empaquetado																					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Traslado a mesa para colocar polifon	6.53	6.09	6.34	5.52	7.46	7.42	8.27	7.76	8.15	7.63	7.49	7.66	7.82	7.56	7.12	7.23	8.06	7.06	8.13	6.63	7.26	153.19	7.29	0.36	6.93	1.04	7.97
2	Realizar colocación de polifon	27.70	27.36	28.66	28.29	27.47	25.26	29.86	23.96	27.46	29.02	25.40	27.29	23.27	25.43	24.57	25.96	23.93	27.29	25.4	27.26	27.16	558.00	26.57	1.33	25.24	3.79	29.03
3	Apilar producto procesado																					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	Realizar colocación de bolsa	44.90	44.12	43.47	40.37	39.46	48.23	47.79	48.70	47.90	55.27	47.24	53.6	41.66	41.43	45.56	49.09	49.73	49.59	45.00	32.02	35.26	950.39	45.26	2.26	42.99	6.45	49.44
5	Apilar producto procesado																					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	Validar de acuerdo a especificaciones																					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	Traslado al almacén final	37.57	39.29	39.05	39.96	36.92	39.23	29.49	29.16	30.33	30.34	34.35	33.43	34.83	32.66	34.46	29.36	25.82	33.79	33.07	30.69	29.37	703.17	33.48	1.67	31.81	4.77	36.58
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												

Simbología		Total tiempo estandar (min)	
Tpo.Prom.= Tiempo promedio	4.08	Tiempo por turno (min)	480 min
Tpo.T.= Tiempo total (seg)	2364.75	Items por turno	
% Tol.= % de tolerancia		Observaciones	
Tpo. Std.= Tiempo estandar			
Tpo. Normal(seg)			
factor de 95%(%)			



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

Ingeniería de manufactura

Formato de estudio de tiempos

Departamento: Ing. De Procesos	Maquina: N/A	Fecha: 08 de marzo del 2019	Hoja: _de Hora de Inicio:8.00 am																									
Seccion: Trazo	Producto: capfce 2x32 watts cal, 24	Miguel Palacios Vázquez	Hora de termino: 3.00 pm																									
Operación:Trazo de marco lateral	Material: Lamina de acero al carbón negra R.F.	Revisó: Ing. Abel Vázquez Juárez	Cantidad de personal: 1																									
N° de estudio: 1	Diseño: N/A	Operador: Anahi Juárez																										
N°	Descripcion de operación	Lecturas (seg)																				Suma	Tpo	Fact	Tiep	15%	Tpo.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	seg	Prom.	95%	Nor	Tol.	Std.
1	Marco lateral																						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Verificar dimensiones de trazo																						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Verificar en catalogo de plantillas plantilla a utilizar (si requiere).																						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Realizar trazo con escantillon de 1.3 cm.	186	1.85	172	185	166	159	186	175	185	170	192	153	175	183	156	150	158	190	2.09	2.00	156	35.06	1.67	0.08	1.59	0.24	1.82
5	Validar dimensiones de trazo con flexometro																						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Apilar producto procesado																											
7	Traslado al area de corte																											
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												

Simbologia		Total tiempo estandar (min)
Tpo.Prom.= Tiempo promedio	0.33	Tiempo por turno (min)
Tpo.T.= Tiempo total (seg)	35.06	Items por turno
% Tol. = % de tolerancia		Observaciones
Tpo. Std.= Tiempo estandar		
Tpo. Normal(seg)		
factor de 95%(%)		

ANEXO D: Tiempos estándar

Tabla: Anexo D. 1 Tiempos estándar

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.
2	40908	Secado	Estructura	Realizar secado en horno por bacheo	655.50
		Secado	Estructura	Tiempo total	
7	N/A	Secado	Cubre reactor	Realizar secado	655.50
		Secado	Cubre reactor	Tiempo total	
19	40908	Secado	Marco	Realizar secado	655.50
		Secado	Marco	Tiempo total	
27	308	Secado	Paloma	Realizar secado	655.50
		Secado	Paloma	Tiempo total	
		Preparado	Estructura	Tiempo total	
9	308	Preparado	Cabecera	Realizar desdoblado con pinzas.	19.24
		Preparado	Cabecera	Tiempo total	19.240
2	308	Limpieza	Estructura	Realizar limpieza	130.82
		Limpieza	Estructura	Tiempo total	130.82
7	308	Limpieza	Marco	Realizar limpieza	25.55
		Limpieza	Marco	Tiempo total	25.550
13	308	Limpieza	Paloma	Realizar limpieza	3.15
		Limpieza	Paloma	Tiempo total	3.150
19	308	Limpieza	Porta base	Realizar limpieza	9.08
		Limpieza	Porta base	Tiempo total	9.080
25	308	Limpieza	Cubre reactor	Realizar limpieza	23.60
		Limpieza	Cubre reactor	Tiempo total	23.600
2	40906	Pintura	Estructura	Colgado de gabinete a utilizar en punto de uso (Superior)	12.48
4	40919	Pintura	Estructura	Pintura de Capfce vista posterior superior	51.82
5	40919	Pintura	Estructura	Pintura de Capfce vista frontal superior	50.56
7	40906	Pintura	Estructura	Fluir material hacia horno de bacheo	41.0
		Pintura	Estructura	Tiempo total	155.88
13	309	Pintura	Marco	Realizar colgado	34.96
14	309	Pintura	Marco	Pintar marco	48.02
16	309	Pintura	Marco	Fluir marco hacia horno de curado	37.99
		Pintura	Marco	Tiempo total	120.97

Tabla: Anexo D. 2 Tiempos estándar

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.
18	309	Pintura	Paloma	Preparar y seleccionar ganchos adecuados para el producto	
19	309	Pintura	Paloma	Ajustar máquina para realizar las operaciones	
20	309	Pintura	Paloma	Realizar colgado	
21	309	Pintura	Paloma	Pintar paloma	
22	309	Pintura	Paloma	Validar pintura de acuerdo a especificaciones	
23	309	Pintura	Paloma	Fluir paloma hacia horno de curado	
24	309	Pintura	Paloma	Traslado al almacén temporal	
25	309	Pintura	Paloma	Evitar que la cadena se caiga	
		Pintura	Paloma	Tiempo total	
28	40908	Pintura	Porta base	Realizar colgado	5.220
29	40908	Pintura	Porta base	Pintar porta base	3.730
31	40908	Pintura	Porta base	Fluir porta base hacia horno de curado	35.140
		Pintura	Porta base	Tiempo total	44.090
2	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)	
3	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)	
4	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.	
		Curado bach.	Estructura	Tiempo total	
12	40908	Curado bach.	Marco	Traslado a horno de bacheo	
13	40908	Curado bach.	Marco	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)	
14	40908	Curado bach.	Marco	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)	
15	40908	Curado bach.	Marco	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.	
		Curado bach.	Marco	Tiempo total	
19	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)	
20	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)	
21	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.	
		Curado bach.	Paloma	Tiempo total	
25	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)	
26	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)	
27	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.	
		Curado bach.	Porta base	Tiempo total	
6	308	Soldadura autog.	Marco	Realizar sueldado de marco cabeceras y laterales.	68.83
		Soldadura autog.	Marco	Tiempo total	68.83
2	40604	Pulido	Marco	Realizar pulido de las cuatro esquinas	25.66
		Pulido	Marco	Tiempo total	25.66

Tabla: Anexo D. 3 Tiempos estándar

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.
5	314	Armado	Marco	Realizar barrenado para paloma	7.95
7	316	Armado	Marco	Realizar remachado de paloma	20.14
11	320	Armado	Marco	Realizar colocación de acrílico	25.56
14	323	Armado	Marco	Traslado a sub almacén	5.02
		Armado	Marco	Tiempo total	58.67
17	310	Armado	Capfce	Realizar barrenado	44.78
20	310	Armado	Capfce	Realizar colocación de balastro	39.89
26	310	Armado	Capfce	Realizar cableado y colocación de porta base sin puente	41.41
30	310	Armado	Capfce	Realizar colocación de cubre reactor	38.68
		Armado	Capfce	Tiempo total	164.76
2	310	Empaque	Capfce	Traslado a mesa para colocar polifon	7.98
3	310	Empaque	Capfce	Realizar colocación de polifon	29.06
4	310	Empaque	Capfce	Realizar colocación de bolsa	49.49
5	310	Empaque	Capfce	Traslado al almacén final	36.60
6	311	Almacén p.t.	Capfce	Almacén final	
		Empaque	Capfce	Tiempo total	123.13

ANEXO E: Tiempos estándar vs tatk time

Tabla: Anexo B 1. Tiempos estándar vs tatk time

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.	Operario	Tack time
2	40908	Secado	Estructura	Realizar secado en horno por bacheo	655.50	W	150.0
		Secado	Estructura	Tiempo total			150.0
7	N/A	Secado	Cubre reactor	Realizar secado	655.50	W	150.0
		Secado	Cubre reactor	Tiempo total			150.0
19	40908	Secado	Marco	Realizar secado	655.50	W	150.0
		Secado	Marco	Tiempo total			150.0
27	308	Secado	Paloma	Realizar secado	655.50	O	150.0
		Secado	Paloma	Tiempo total			150.0
		Preparado	Estructura	Tiempo total			150.0
9	308	Preparado	Cabecera	Realizar desdoblado con pinzas.	19.24	J	150.0
		Preparado	Cabecera	Tiempo total	19.240		150.0
2	308	Limpieza	Estructura	Realizar limpieza	130.82	B	150.0
		Limpieza	Estructura	Tiempo total	130.82		150.0
7	308	Limpieza	Marco	Realizar limpieza	25.55	B,A2	150.0
		Limpieza	Marco	Tiempo total	25.550		150.0
13	308	Limpieza	Paloma	Realizar limpieza	3.15	B,A2	150.0
		Limpieza	Paloma	Tiempo total	3.150		150.0
19	308	Limpieza	Porta base	Realizar limpieza	9.08	B,A2	150.0
		Limpieza	Porta base	Tiempo total	9.080		150.0
25	308	Limpieza	Cubre reactor	Realizar limpieza	23.60	B,A2	150.0
		Limpieza	Cubre reactor	Tiempo total	23.600		150.0
2	40906	Pintura	Estructura	Colgado de gabinete a utilizar en punto de uso (Superior)	12.48	C	150.0
4	40919	Pintura	Estructura	Pintura de Capfce vista posterior superior	51.82	Q	150.0
5	40919	Pintura	Estructura	Pintura de Capfce vista frontal superior	50.56	E	150.0
7	40906	Pintura	Estructura	Fluir material hacia horno de bacheo	41.0	U	150.0
		Pintura	Estructura	Tiempo total	155.88		150.0
13	309	Pintura	Marco	Realizar colgado	34.96	L,N	150.0
14	309	Pintura	Marco	Pintar marco	48.02	Q	150.0
16		Pintura	Marco	Fluir marco hacia horno de curado	37.99	U	150.0
		Pintura	Marco	Tiempo total	120.97		150.0
18	309	Pintura	Paloma	Preparar y seleccionar ganchos adecuados para el producto		L,N	150.0
19	309	Pintura	Paloma	Ajustar máquina para realizar las operaciones		W	150.0
20	309	Pintura	Paloma	Realizar colgado			150.0
21	309	Pintura	Paloma	Pintar paloma		Q	150.0
22	309	Pintura	Paloma	Validar pintura de acuerdo a especificaciones		U	150.0
23	309	Pintura	Paloma	Fluir paloma hacia horno de curado			150.0
24	309	Pintura	Paloma	Traslado al almacén temporal			150.0
25	309	Pintura	Paloma	Evitar que la cadena se caiga		O	150.0
		Pintura	Paloma	Tiempo total			150.0

Fuente

Tabla: Anexo B .2. Tiempos estándar vs tatk time

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.	Operario	Tack time
28	40908	Pintura	Porta base	Realizar colgado	5.220	L,N	150.0
29	40908	Pintura	Porta base	Pintar porta base	3.730	Q	150.0
31	40908	Pintura	Porta base	Fluir porta base hacia horno de curado	35.140	U	150.0
		Pintura	Porta base	Tiempo total	44.090		150.0
2	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)			150.0
3	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)		W	150.0
4	40908	Curado bach.	Estructura	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.			150.0
		Curado bach.	Estructura	Tiempo total			150.0
12	40908	Curado bach.	Marco	Traslado a horno de bacheo		S	150.0
13	40908	Curado bach.	Marco	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)		W	150.0
14	40908	Curado bach.	Marco	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)			150.0
15	40908	Curado bach.	Marco	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.			150.0
		Curado bach.	Marco	Tiempo total			150.0
19	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)		W	150.0
20	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)			150.0
21	40908	Curado bach.	Paloma	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.			150.0
		Curado bach.	Paloma	Tiempo total			150.0
25	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar curado alcanzar temp. De 180° C. (Flama 1/2)		W	150.0
26	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar curado alcanzar temp. De 150° C.(Flama 1/4)			150.0
27	40908	Curado bach.	Porta base	Realizar enfriamiento hasta llegar a 30°C.			150.0
		Curado bach.	Porta base	Tiempo total			150.0
6	308	Soldadura autog.	Marco	Realizar sueldado de marco cabeceras y laterales.	68.83	P,J	150.0
		Soldadura autog.	Marco	Tiempo total	68.83		150.0
2	40604	Pulido	Marco	Realizar pulido de las cuatro esquinas	25.66	T	150.0
		Pulido	Marco	Tiempo total	25.66		150.0
5	314	Armado	Marco	Realizar barrenado para paloma	7.95	Y	150.0
7	316	Armado	Marco	Realizar remachado de paloma	20.14	Z	150.0
11	320	Armado	Marco	Realizar colocación de acrílico	25.56	I	150.0
14	323	Armado	Marco	Traslado a sub almacén	5.02		150.0
		Armado	Marco	Tiempo total	58.67		150.0

Tabla: Anexo B .3. Tiempos estándar vs tatk time

Item	No. Interno	Área	Material	Descripción del proceso	Tiempo estándar en seg.	Operario	Tack time
17	310	Armado	Capfce	Realizar barrenado	44.78	Y	150.0
20	310	Armado	Capfce	Realizar colocación de balastro	39.89		150.0
26	310	Armado	Capfce	Realizar cableado y colocación de porta base sin puente	41.41	A2	150.0
30	310	Armado	Capfce	Realizar colocación de cubre reactor	38.68	Z	150.0
		Armado	Capfce	Tiempo total	164.76		150.0
2	310	Empaque	Capfce	Traslado a mesa para colocar polifon	7.98	L,I	150.0
3	310	Empaque	Capfce	Realizar colocación de polifon	29.06		150.0
4	310	Empaque	Capfce	Realizar colocación de bolsa	49.49	Z,Y	150.0
5	310	Empaque	Capfce	Traslado al almacén final	36.60		150.0
6	311	Almacén p.t.	Capfce	Almacén final			150.0
		Empaque	Capfce	Tiempo total	123.13		150.0

ANEXO F: Identificación de las áreas de la empresa

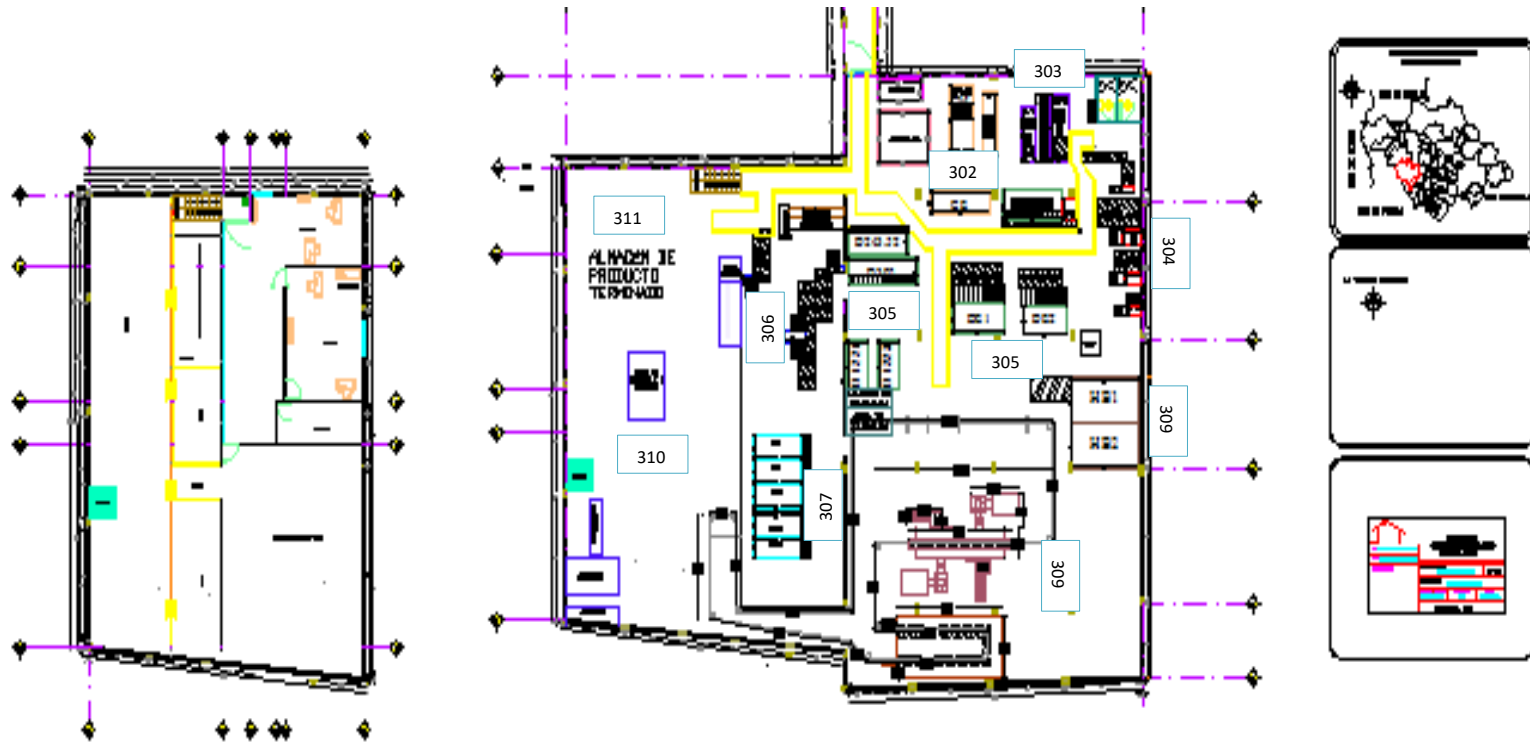


Figura: Identificación de las principales áreas de la empresa. Fuente. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

Tabla de Áreas FLO


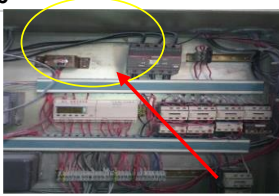



Item	No. Interno	Área
1	302	Corte
2	303	Trazo
3	304	Troquelado
4	305	Doblado
5	306	Integrado
6	307	Lavado
7	309	Pintura
8	309	Curado
9	310	Armado
10	310	Empaquetado
11	311	Almacén

Identificación de las áreas por numero interno. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO

En esta tabla se encuentran las áreas con sus códigos internos, para saber en qué lugar se encuentran dentro del lay out.

Esto nos ayuda para tener un mejor control de las áreas, debido a que se propuso la implementación de las 5´S podremos saber en qué áreas ya se están implementando estas herramientas, y tener un control con una hoja de evaluación semanal, para ver cómo impacta en la empresa y con los trabajadores.

ANEXO G: Hoja de instrucción de operaciones

Hoja de desglose del trabajo "Instrucción de Operaciones"		
		121F-JIM-04 Rev. 0
Fecha: 10/01/2019 Area: Pintura	Lider: Ing. Abel Vásquez Operación: Pintura	Realizado por: Miguel Palacios V. Revisión: Ing. J. Víctor López
Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
	SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro. CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares. TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales.	
Paso: 6 	Energiza interruptor principal de tablero de control sistema continuo. ponerlo en ON para energizarlo. (Este paso sólo aplica cuando se trabaja con el horno continuo.).	1).- Que el responsable de energizar los interruptores sufra daños por riesgo eléctrico por no utilizar su equipo de protección personal.
Paso: 7 	Selecciona el tipo de gancho correcto según el material a pintar y contra catalogo de ganchos formato 121F-JIM-09	1).- Que no sea utilizado el gancho correcto y el material pueda caerse durante el proceso de traslado hacia el horno de curado.
Paso: 8 	Realiza el proceso de colgado de material con su gancho correspondiente.	1).- Que no sea utilizado el gancho correcto y el material pueda caerse durante el proceso de traslado hacia el horno de curado.
Paso: 9 	Ajusta parámetros de operación de velocidad y temperatura requerida según sus parámetros de operación requeridos y coloca selector en modo de avance del sistema continuo. (El pirómetro se activa sólo para cuando se utilice el horno continuo).	1).- Que los parametros de temperatura no sean los adecuados para realizar un buen curado de la pintura.

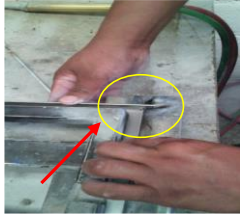




Hoja de desglose del trabajo "Instrucción de Operaciones"



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

121F-JIM-04 Rev. 0

Fecha: 10/01/2019 **Lider:** Ing. Abel Vásquez **Realizado por:** Miguel Palacios V.
Area: Soldadura por autogena **Operación:** Soldadura por autogena **Revisión:** Ing. J. Victor López

Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 1 	<p>SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro. CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares. TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales.</p>	<p>1).- Que el marco no quede a escuadra y no entre en el gabinete durante su armado. 2).- Que no quede a escuadra y se tenga que retrabajar el marco. 3).- Desperdicio de gas, oxígeno y soldadura por retrabajos.</p>
Paso: 2 	<p>Abre la llave de paso de oxígeno a toda su capacidad.</p>	<p>1).- Que al no tener la suficiente cantidad de oxígeno la combustión de la flama no sea suficiente para realizar una buena soldadura.</p>
Paso: 3 	<p>Abrir una vuelta a la llave del depósito de oxígeno.</p>	<p>1).- Que al no tener la suficiente cantidad de oxígeno la combustión de la flama no sea suficiente para realizar una buena soldadura.</p>
Paso: 4 	<p>Regular presión de paso de oxígeno con su llave de paso, ajustarla a una presión de 0.4 kgf / cm² (o bien a 1 lbf/in²).</p>	<p>1).- Que al no tener la suficiente cantidad de oxígeno la combustión de la flama no sea suficiente para realizar una buena soldadura.</p>
Paso: 5 	<p>Abrir llave de depósito de gas lp.</p>	<p>1).- Que al no tener la suficiente cantidad de gas lp la combustión de la flama no sea suficiente para realizar una buena soldadura.</p>

Hoja de desglose del trabajo "Instrucción de Operaciones"








CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

121F-JIM-04 Rev. 0

Fecha: 08/01/2019
Area: Doblado/máquina

Lider: Ing. Abel Vásquez
Operación: Doblado semiautomático

Realizado por: Miguel Palacios V.
Revisión: Ing. J. Víctor López

Pasos principales	Puntos clave a seguir SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro. CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares. TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales.	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 1 	Verifica el requerimiento a doblar en formato 124F-JP-01.	1).- Requerimiento no conforme contra lo solicitado por el cliente.
Paso: 2 	Abastecer material del proceso anterior para su doblado	1).- Que el material no sea trasladado con los medios adecuados y sufra daños. 2).- Que el personal sufra lesiones por no utilizar el equipo de seguridad. 3).- Que el operador no cuente con equipo de seguridad.
Paso: 3 	Ajusta separación de dado según material a doblar y según parámetros Indicados en el formato 121F-JIM-05.	1).- Daño a los resortes del dado por exceso de presión. 2).- Tiempos prolongados por ajuste del ángulo deseado.
Paso: 4 	Energiza la máquina del interruptor general, girando la perilla a la posición de 1.	1).- Daño a la perilla por girar al lado contrario del energizado.
Paso: 5 	Ajusta los grados requeridos, según especificaciones del producto. Girando perilla de desplazamiento y contra la distancia indicada en formato 121F-JIM-05.	1).- Que las especificaciones de doblado no se encuentren actualizadas. 2).- Que no existan especificaciones de doblado para el producto a doblar.

Hoja de desglose del trabajo "Instrucción de Operaciones"



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACION FLUORESCENTE Y LED

121F-JIM-04 Rev. 0

Fecha: 08/01/2019




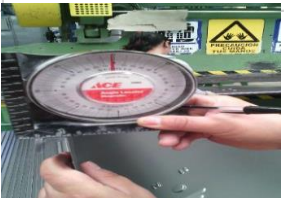

Lider: Ing. Abel Vásquez

Realizado por: Miguel Palacios V.

Area: Doblado Manual

Operación: Doblado manual

Revisión: Ing. J. Victor López

Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 6 	Coloca material a doblar dentro del delantal.	1).- Daños al material por no abrir el delantal de tal manera que permita el paso del material.
Paso: 7 	Gira contra peso y lo alinea al angulo deseado para dar el angulo al material.	2).- Que no sea realizado el angulo correcto.
Paso: 8 	Regresa a su punto original el contrapeso una vez realizado el dobléz.	1).- Evitar daños al operador por un regreso del contrapeso.
Paso: 9 	Valida dobléz realizado con medidor de angulos, o bien la resultante de los angulos de doblado indicado en la hoja de especificaciones.	1).- Que la validación no se realice y no se garantice el doblado correcto.
Paso: 10 	Al término de este proceso abastece material al siguiente proceso.	1).- Que el material no sea trasladado con los medios adecuados y sufra daños. 2).- Que el personal sufra lesiones por no utilizar el equipo de seguridad. 3).- Que el operador no cuente con equipo de seguridad.

Hoja de desglose de trabajo "Instrucción de Operaciones"








CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

121F-JIM-04 Rev. 0

Fecha: 08/01/2019
Area: Troquelado

Lider: Ing. Abel Vásquez
Operación: Cambio y ajuste de troquel

Realizado por: Miguel Palacios V.
Revisión: Ing. J. Víctor López

Pasos principales	Puntos clave a seguir	Razón por la cual pueda fallar
Paso: 5 	<p>SEGURIDAD: Evitar daños, ergonomía, puntos de peligro. CALIDAD: Evitar defectos, puntos de revisión, estándares. TECNICA: Movimientos eficientes, método especial. COSTO: Uso apropiado de los materiales.</p> <p>Se asegura de que el troquel a montar tenga mamelón adecuado según la troqueladora a la cual se desea montar.</p>	<p>1).- Que el mamelon sea el indicado, para evitar tiempos muertos.</p>
Paso: 6 	<p>Verifica altura de husillo en cargas de trabajo según formato 121F-JIM-04.</p>	<p>1).- Que la carga de trabajo no este actualizada y el operador tome alturas de husillo erroneas</p>
Paso: 7 	<p>Aloja seguro de husillo de ajuste de alturas con llave allen 3/8".</p>	<p>1).- Que el husillo no se mueva por no aflojar el seguro.</p>
Paso: 8 	<p>Coloca barras de compensación de altura en caso de que la cargas de trabajo lo pida. o bien que la altura requerida no se alcance.</p>	<p>1).- Que no se alcance la altura requerida</p>
Paso: 9 	<p>Valida altura de husillo con flexometro según cargas de trabajo 121F-JIM-13</p>	<p>1).- Daño al troquel por exceso de presión. 2).- Lamina cortada por exceso de presión 3).- Troquelado no realizado correctamente por falta de presión.</p>

ANEXO H: Plan de mantenimiento

Tabla: Costos por mantenimiento preventivo



CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V.
GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED

COSTOS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Emisión: Marzo / 01 / 2019

Sustituye: Enero / 03 / 2016

Item	Equipo descripción	Marca	Área de ubicación	No. De serie	Modelo	No. Interno	Costos por mantenimiento	Hrs. invertidas por mantto.
1	Guillotina mecánica (Accionamiento por pedal(2 pedales))	Newton	Corte	S/N	GMN-3002	40201	\$7,396.15	57.50
2	Prensa plegadora mecánica	Newton	Doblado	99298	PDM -30/40 X 3050	40502	\$6,619.00	90.00
3	Prensa plegadora mecánica	Newton	Doblado	2019	PDM -30/40 X 2550	40501	\$4,498.66	60.00
4	Cabina de succión o plenum.	SIN	Pintura blanca	S/N	S/N	40911	\$4,065.00	117.50
5	Transmision sistema continuo	Maquinaria ESBO S.A. DE C.V.	Horno continuo	04196	S/N	40906	\$3,465.00	73.00
6	Horno de secado continuo	Atlisa equipo industrial S.R.L.	Horno continuo	S/N	S/N	40907	\$2,865.00	96.00
7	Cabina de succión o plenum.	SIN	Pintura negra	S/N	S/N	40912	\$2,535.00	32.00
8	Cabina de succión o plenum.	SIN	Pintura blanca	S/N	S/N	40910	\$1,980.00	109.00
9	Modulo central RAC (Pintura blanca)	GDF IBERSTATIC LTD	Pintura blanca	RAC-95	RAC-95	40901	\$1,182.50	48.00
10	Troqueladora de pedal	SIN	Troquelado	S/N	S/N	40401	\$724.00	28.50
11	Troqueladora de pedal	Mepresusa	Troquelado	AA993	S/N	40402	\$642.00	42.00
12	Horno de bacheo 1	SIN	Pintura blanca	S/N	S/N	40908	\$550.00	27.00
13	Horno de bacheo 2	SIN	Pintura blanca	S/N	S/N	40909	\$525.00	24.00
14	Troqueladora de pedal	SIN	Troquelado	S/N	S/N	40403	\$493.50	36.00
15	Reductor de velocidad		Pintura	S/N	S/N	41090605	\$440.00	14.00
16	Taladro de banco	SIN	Soldadura	1997	SIN	40605	\$400.00	11.00
17	Guillotina mecánica (Accionamiento por pedal neumático)	SIN	Corte	S/N	S/N	40202	\$372.00	15.5
18	Troqueladora de pedal	Birminchan	Troquelado	S/N	S/N	40405	\$360.00	26.00
19	Punteadora mecánica	Mac's	Soldadura	S/N	15 KVA	40601	\$350.00	31.00
20	Dobladora estandar	Dhizher	Doblado	S/N	004	40504	\$322.00	22.50
21	Dobladora estandar	Dhizher	Doblado	S/N	S/N	40505	\$319.00	22.50
22	Dobladora estandar	Dhizher	Doblado	S/N	S/N	40506	\$309.00	22.50
23	Compresor 1	CBS	Cuarto de máquinas	P 1741	S/N	40914	\$300.00	6.00
24	Compresor 2	Barmesa Curtis	Cuarto de máquinas	P 1732	S/N	40915	\$300.00	6.00
25	Dobladora estandar	Dhizher	Doblado	S/N	S/N	40507	\$290.00	22.50
26	Troqueladora de pedal	SIN	Troquelado	S/N	S/N	40404	\$288.00	17.00
27	Punteadora mecánica	Mac's	Soldadura	118	20 KVA	40603	\$273.00	30.00
28	Dobladora estandar	Dhizher	Doblado	S/N	S/N	40503	\$238.00	23.00

29	Guillotina mecanica (Accionamiento por pedal)	Dizher	Corte	S/N	S/N	40203	\$220.00	11.50
30	Punteadora mecanica	Mac's	Soldadura	S/N	5 KVA	40602	\$194.50	29.00
31	Punteadora mecanica	Piramide	Soldadura	634	5 KVA	40604	\$156.30	13.00
32	Elevador con polipasto	GIS	Almacen de producto terminado	EMS0 / - N1BM FE	S/N	41101	\$151.00	15.00
33	Pistola de pintura	GDF IBERSTATIC LTD	Pintura blanca	S/N	61M	41090207	\$115.00	4.00
34	Modulo Duplex (Pintura negra)	GDF IBERSTATIC LTD	Pintura negra	AN-10	AN-10	40903	\$85.00	3.00
35	Pistola de pintura	GDF IBERSTATIC LTD	Pintura blanca	S/N	61M	41090208	\$75.00	4.00
36	Pistola de pintura	GDF IBERSTATIC LTD	Pintura blanca	S/N	61M	41090210	\$75.00	4.00
37	Pistola de pintura	GDF IBERSTATIC LTD	Pintura blanca	S/N	61M	41090209	\$75.00	4.00
38	Control de sistema continuo	Atlisa equipo industrial S.R.L.	Horno continuo	S/N	S/N	40905	\$60.00	3.00
39	Compresor (Complemento para el funcionamiento de la guillotina con accionamiento neumatico)	ITSA	Corte	I-200	I-200	40204	\$52.00	2.00

Total de pesos Invertidos **\$43,360.61**

Total de horas/Hombre Invertidas **1202.50**

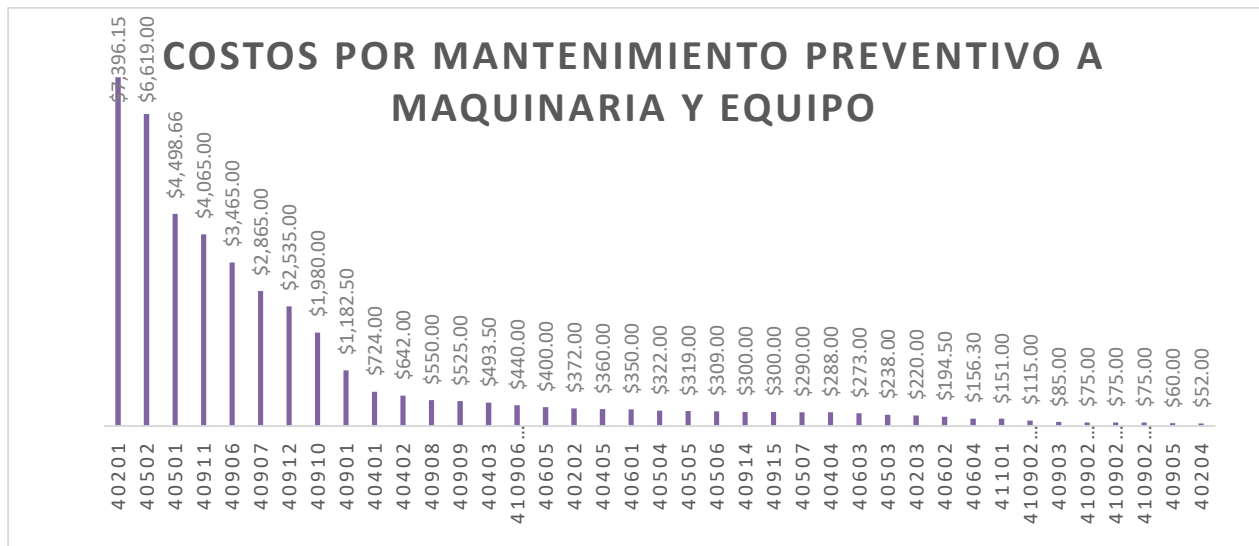


Figura: Costos por mantenimiento. Fuente: Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

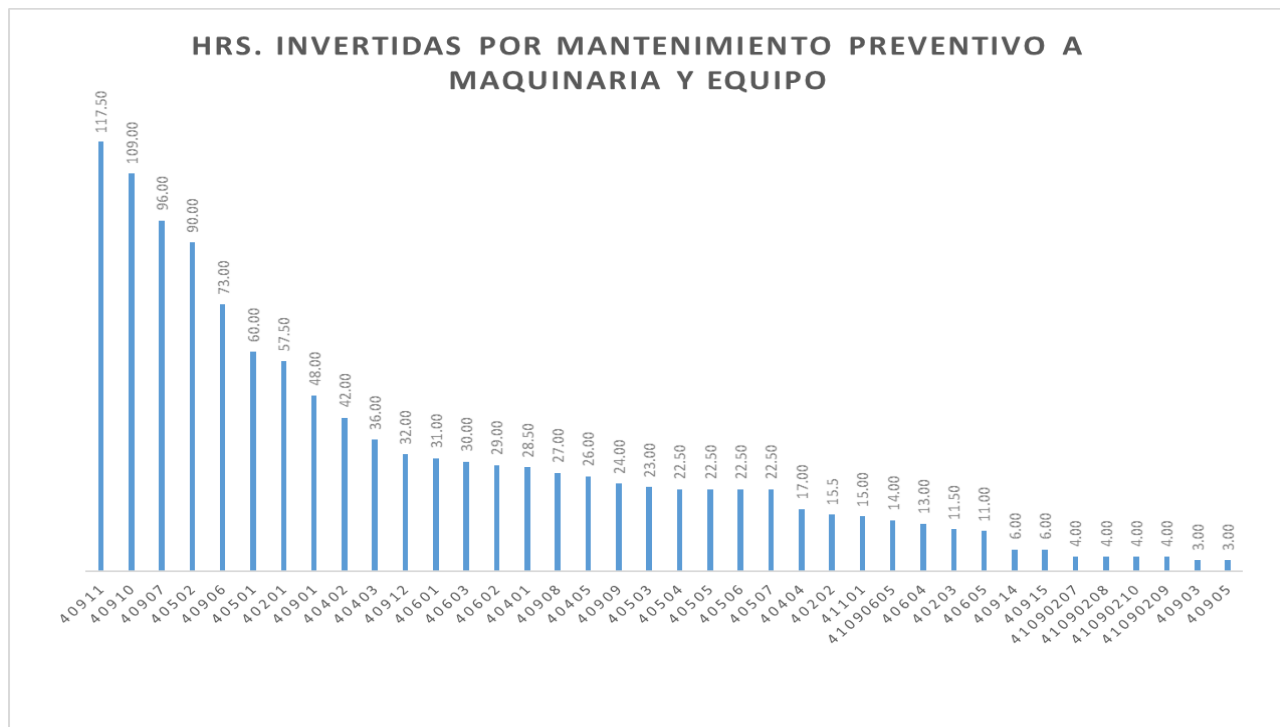


Figura: Horas invertidas por mantenimiento. Fuente. Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

Estos son los costos por mantenimiento, lo que se requiere, la cantidad de hombres para la operación como de las horas invertidas que se dan para dar el mantenimiento.

Se puede considerar que el Ing. De mantenimiento con la ayuda del operador puedan realizar los mantenimientos de cada maquinaria sin problema alguno, ya que debido al tiempo que llevan en la empresa las conocen bien, esto ayuda a tener un mejor mantenimiento.

ANEXO I: 5´S

4.- Estandarizar

Para el cumplimiento de la cuarta S, se deben de cumplir las 3 primeras y posteriormente la propuesta es que se realice un manual de ayudas visuales donde se compare el cómo deberían de estar las cosas y como no, para que el personal presente pueda identificar como debe de tener su área de trabajo y se vuelva un habito

5.- Disciplina

Para la última S, se creó un formato (LPA), el cual consta de 6 secciones, la parte final trae un concentrado de las anomalías que se presentan al momento de aplicar el recorrido o la auditoria. Así como una hoja de evaluación para saber cuáles son actividades a atacar con más impacto.

Mediante una hoja de Evaluacion y una hoja de auditorías de seguimiento del control de las herramientas podremos ver si las herramientas son de suficiente ayuda para los operadores ya que estas herramientas facilitan el trabajo del operador y lo hacen más accesible para encontrar herramientas, plantillas, y mejorar el orden de las cosas que se encuentran en el área, así como de la limpieza de su área.

Hoja de evaluación

Evaluación del GENBA						
Categoría	Elemento	10	7	4	1	Comentarios
Selección	Distinguir entre lo necesario y lo que no es.					
	Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?					
	Están todos los artículos restantes correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?					
	Los corredores y áreas de trabajo son los suficientes limpias y señaladas					
	Normas de buenas prácticas de manufactura					
	Existe un procedimiento para disponer artículos?					
Ordenar	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar					
	Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente y bajo las normas de manufactura?					
	Está todo en su lugar específico y bajo las normas de manufactura?					
	Son los estándares y límites fáciles de conocer?					
	Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?					
	Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?					
Limpieza	Limpieza y buscando métodos para mantener limpio					
	Son las áreas de trabajo limpias y se usan detergentes?					
	El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?					
	Es fácil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores aprobados?					
	Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?					
Estandarización	Mantener y monitorear las primeras 3'S					
	Está toda la información necesaria en forma visible					
	Se respeta consistentemente todos los estándares					
	Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?					
	Están los basureros y los compartimientos de desperdicio vacíos y limpios					
	No están los contenedores de productos y/o en contacto directo con el piso?					
Auto Disciplina	Apegarse a las reglas, escrupulosamente					
	Los trabajadores observan los procedimientos estándar de BPM y seguridad					
	¿Está siendo la organización, el orden y la limpieza?					
	¿Todo el personal se involucra en el nítido almacenamiento?					
	¿Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?					
	¿Se respetan las áreas de no fumar y no comer?					

Figura: Hoja de evaluación. Fuente. Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.




AUDITORIAS DE SEGUIMIENTO										
		CORPORATIVO INDUSTRIAL FLO S.A. DE C.V. GABINETES PARA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y LED								
Tipo de Auditoría			Auditor				Fecha			
Area auditada			Responsable del area auditada							
Simbología del llenado			Cumple 		Desviación encontrada 		No aplica		N/A	
Días de la semana										
Item	Elementos de seguridad Preguntas	L	M	M	M	J	V	S	Resultado total	Observaciones
		Respuestas								
1	¿Están todas las cosas organizadas conforme al mapa del área?									
2	¿Son respetadas las delimitaciones?									
3	¿ Los equipos y máquinas estan limpios por la limpieza diaria?									
4	¿Hay alguna fuente de contaminación en el piso?									
5	¿Las salidas están bloqueadas?									
6	¿Estan identificados los empaques de los materiales de p.t.?									
7	¿Existen objetos en las máquinas y/o equipo que no deben estar ahí?.									
8	¿El material de limpieza esta en su lugar de ubicación?									
9	¿La información técnica esta disponible en el area de trabajo?									
10	Los extintores estan colocados en su lugar y no estan obstruidos su acceso a ellos es fácil, presentan la presion adecuada según su indicador de presión?.									
11	¿Los extintores presentan fecha de su ultima calibración y caducidad de polvo?									
12	El material de proceso y herramientas no se encuentra en el piso?.									
13	¿La pintura de las líneas de los pasillos se encuentran en buen estado?.									
14	Los pasillos estan libres de material y obstrucciones, nada es colocado en las líneas y los objetos estan colocados correctamente tras las delimitaciones?.									
15	¿Los empaques de almacenamiento de los materiales estan sellados correctamente según sus normas de empaque?.									
16	¿ Existen objetos colgados de las máquinas o muros, hay improvisaciones realizadas para evitar que las cosas caigan al piso?.									
17	Estan todos los documentos necesarios para el area, estan en orden , los documentos estan a su ultima revisión y son visibles?.									
18	¿Los equipos y dispositivos estan resguardados y limpios sin riezgo a que sufran algún daño?.									
19	Los equipos y dispositivos son de fácil acceso para que la producción pueda realizar su trabajo sin bloqueos?.									

Figura: Auditorias de seguimiento. Fuente. Autoría. Propia, información proporcionada. Corporativo FLO.

Referencias

- Arcusa. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Ariel. (1993).
- Barcia. (2007).
- Belohlavek. (2006). *OEE Overall Equipment Effectiveness. Blue Eagle Group*.
- Benjamin, N. (1996). *Ingeniería Industrial, Estudio de tiempos y movimientos*.
- Calva, R. C. (2013). *VSM: Mapeo del Flujo de Valor. EVSM: Extendido para Cadena de Suministro*.
- Carvallo. (2014).
- Garcia. (1999). *Ergonomía y discapacidad*.
- Gil. (1980).
- Gonzalez. (2013).
- Jeannie, B. (2000). *Diagramas*.
- Jones, d. T. (1995). *VSM*.
- Lennis. (1999).
- Liker. (1988). *productivity management*.
- Masip, R. O. (2010). *Mantenimiento*. Barcelona: Departamento de empresa.
- Meyers. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos*.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. México: Pearson Educación.
- Mundel. (1984). *Estudio de tiempos y movimientos*.
- Ortiz. (2011).
- Pacioli. (2011).
- Sacristán, F. R. (2001). *Mantenimiento total de la producción: Proceso de implementación y desarrollo*. Madrid, España: Fundación Confemetal.
- Sacristán, F. R. (2001). *Manual del mantenimiento integral en la empresa*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Sacristán, F. R. (2005). *Las 5's: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid : FC Editorial.

Suñe, A. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.

Tapping, (2002). *Value stream Management*.

Thinking, L. (1996). *James P. Womack and Daniel T Jones*.

Torrez, V. (2012).

Yunes, S. (2001). *Diseño del Trabajo*.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido realizado con el apoyo de los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, como también del apoyo de la empresa donde se realizó el presente proyecto, disponibilidad y apoyo de la parte administrativa.

Agradezco a Dios que me ha dado la vida, la fortaleza y fe para terminar este proyecto de Residencias. A mis familiares que siempre han estado ahí, en especial a mis padres y esposa e hija que estuvieron conmigo en todo momento, así como un ambiente cálido de amor familiar.

Glosario

Diagrama de Flujo. Un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático.

Lay Out. La noción de lay out suele utilizarse para nombrar al esquema de distribución de los elementos dentro un diseño.

Estandarización. La estandarización es una actividad técnica especializada que ofrece muchos beneficios a la sociedad mexicana; permite que las empresas puedan acceder a mercados internacionales, contribuye a la reducción de costos de producción y facilita el avance en la tecnología.

Tack Time: (que puede traducirse como 'Tiempo de Ritmo')

Lead time: (también conocido como 'Tiempo de Punta')

LED: Un diodo emisor de luz o led (también conocido por la sigla LED, del inglés light-emitting diodo) es una fuente de luz constituida por un material semiconductor dotado de dos terminales. Se trata de un diodo de unión p-n, que emite luz cuando está activado. Si se aplica una tensión adecuada a los terminales, los electrones se recombinan con los huecos en la región de la unión p-n del dispositivo, liberando energía en forma de fotones.