



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

**PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES
METÁLICOS PARA ENSAMBLE DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN**

Elder Augusto Castellanos Canel

Asesorado por el Ing. Carlos Domingo Mendoza Cifuentes

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES
METÁLICOS PARA ENSAMBLE DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELDER AUGUSTO CASTELLANOS CANEL

ASESORADO POR EL ING. CARLOS DOMINGO MENDOZA CIFUENTES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Rossana Margarita Castillo
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jérez González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES METÁLICOS PARA ENSAMBLE DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha enero de 2012.



Elder Augusto Castellanos Canel

Guatemala, febrero 9 de 2013


Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de escuela
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería

Señor director:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he tenido a bien asesorar el trabajo de tesis: PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES METÁLICOS PARA ENSAMBLE DE EQUIPOS DE REFRIGERACION, del estudiante Elder Augusto Castellanos Canel; previo a optar el título de Ingeniero Industrial.

Luego de efectuadas las revisiones y correcciones del trabajo de tesis quiero comunicarle que encuentro satisfactorio el trabajo, motivo por el cual procedo a aprobarlo para que usted continúe con su tramite correspondiente.

Atentamente:


Ing. Carlos Domingo Mendoza Cifuentes
Colegiado 7661
Asesor

Carlos D. Mendoza
ING. INDUSTRIAL
COLEG. 7,661



REF.REV.EMI.138.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES METÁLICOS PARA ENSAMBLE DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Elder Augusto Castellanos Canel**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2013.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES METÁLICOS PARA ENSAMBLE DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Elder Augusto Castellanos Canel**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 824.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES METÁLICOS PARA ENSAMBLE DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Elder Augusto Castellanos Canel**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 18 de noviembre de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Quien ha sido mi guía en la vida.

Mi madre

Consuelo Canel, quien con su ejemplo me ha enseñado lo más importante de la vida.

Mi esposa e hijo

Guisela Yoc y Daniel Castellanos, quienes han llegado a mi vida para formar parte importante de ella. Quienes con su amor, cariño y compañía me dan una razón más para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por haberme dado las fuerzas necesarias para salir adelante
- Mi madre** Consuelo Canel, por haber luchado incansablemente cada día para que yo tuviera todo lo necesario para seguir mi carrera. Por confiar en mí y por haberme enseñado todos los valores necesarios para la vida.
- Mis familiares y amigos** Por haber confiado en mí durante toda mi carrera y por su apoyo incondicional.
- Mi asesor** Ing. Carlos Mendoza, por haber dedicado parte de su tiempo a la revisión de este proyecto y por haber compartido sus conocimientos en la elaboración del mismo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Fogel de Centroamérica S. A.....	1
1.1.1. Historia de la empresa	1
1.1.2. Misión.....	2
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Política de calidad.....	3
1.1.5. Valores.....	4
1.1.6. Capacidad instalada	4
1.1.7. Segmento de mercado.....	5
1.1.8. Reconocimientos y certificaciones.....	14
1.1.9. Organización.....	16
1.1.9.1. Tipo de empresa	16
1.1.9.2. Organigrama.....	16
1.2. Marco teórico.....	17
1.2.1. Sistema Justo a Tiempo	18
1.2.1.1. Historia del sistema.....	18
1.2.1.2. Definición	18
1.2.1.3. Objetivos.....	20

1.2.1.4.	Principios fundamentales	20
1.2.1.5.	Etapas de la implementación del sistema	21
1.2.1.6.	Beneficios de la implementación del sistema	21
1.2.2.	Kanban	22
1.2.2.1.	Funciones del Kanban	22
1.2.2.2.	Tipos de Kanban	23
1.2.2.3.	Reglas del Kanban	23
1.2.2.4.	Etapas de implementación del Sistema Kanban	24
1.2.3.	Equipos de refrigeración comercial	24
1.2.3.1.	Tipos de equipos de refrigeración producidos	24
1.2.3.2.	Componentes utilizados para el ensamble	26
1.2.3.3.	Ritmo de producción de una línea de ensamble	26
1.2.3.4.	Diagrama de flujo actual de ensamble de una línea de producción	27
2.	SITUACIÓN ACTUAL	31
2.1.	Utilización de componentes metálicos	31
2.1.1.	Componentes estándar en todos los equipos	32
2.1.2.	Componentes diferentes en todos los equipos.....	33
2.1.3.	Proceso de producción de las piezas metálicas.....	34
2.1.3.1.	Proceso de corte	35
2.1.3.2.	Proceso de troquel	36
2.1.3.3.	Proceso de dobléz.....	38

	2.1.3.4.	Inspección de calidad	39
	2.1.3.5.	Diagrama de flujo de proceso del Departamento de Metales.....	39
2.2.		Sistema de producción	41
	2.2.1.	Producción bajo pedido	41
	2.2.1.1.	Orden de producción	42
	2.2.1.2.	Almacenamiento previo	42
	2.2.1.3.	Traslado a las líneas de ensamble	43
	2.2.1.4.	Recibo y conteo de material por parte de la línea de ensamble.....	44
	2.2.1.5.	Notificación de faltante o exceso de material	44
2.3.		Problemas frecuentes en las líneas de producción	45
	2.3.1.	Diagrama de Causa y Efecto	46
	2.3.2.	Atrasos en metales	47
	2.3.2.1.	Análisis de paros en las líneas de producción por falta de componentes metálicos.....	48
	2.3.2.2.	Componentes metálicos defectuosos	49
	2.3.2.3.	Cantidad incompleta de componentes metálicos.....	49
	2.3.2.4.	Extravió de componentes metálicos	50
	2.3.3.	Calculo de eficiencia de las líneas de producción	50
	2.3.4.	Horario efectivo de trabajo.....	51
	2.3.5.	Horas paro por falta de materia metálico	51
	2.3.6.	Eficiencia de las líneas de producción	52

3.	PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE CONTROL JUSTO A TIEMPO	53
3.1.	Análisis de componentes metálicos	53
3.1.1.	Demanda de las líneas de producción	54
3.1.2.	Buffer de seguridad	54
3.2.	Análisis de capacidad y forma de contenedores	57
3.2.1.	Contenedor diseñado por el buffer de seguridad ...	58
3.2.2.	Tipos de contenedores	58
3.2.3.	Cantidad de contenedores	76
3.2.4.	Etiquetas de los contenedores (Kanban).....	78
3.3.	Ubicación del Sistema de Control Justo a Tiempo	80
3.3.1.	<i>Lay out</i>	80
3.3.2.	Posición de cada contenedor	82
3.3.3.	Señalización y accesos	83
3.3.4.	Ubicación del administrador	84
3.4.	Forma de administración del Sistema de Control Justo a Tiempo	85
3.4.1.	Personal asignado para administrar el Sistema de Control Justo a Tiempo	86
3.4.2.	Perfil del personal asignado	87
3.4.3.	Roles del personal asignado	89
3.4.4.	Encargado del personal asignado	90
3.5.	Aporte a Producción mas Limpia.....	90
3.6.	Capacitación del personal	92
3.6.1.	Capacitación sobre Sistema Justo a Tiempo y Kanban	92
3.6.2.	Capacitación sobre software de control	93
3.7.	Beneficios de la implementación del nuevo sistema	94

3.7.1.	Reducción de horas paro por falta de material metálico	94
3.7.2.	Eficiencia de las líneas de producción	94
3.8.	Análisis financiero del proyecto	95
3.8.1.	Horas paro por falta de material metálico para el 2011 en las líneas de producción	95
3.8.2.	Cálculo del costo por hora paro en las líneas de producción	96
3.8.3.	Costo de contenedores	97
3.8.4.	Costo mensual de mano de obra directa de los operadores y administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo	98
3.8.5.	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno	99
3.8.6.	Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión	101
3.8.7.	Cálculo de beneficios del proyecto	101
4.	IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL JUSTO A TIEMPO	103
4.1.	Cronograma de actividades	103
4.2.	Análisis del proceso	104
4.2.1.	Situación real versus teórica del Sistema de Control Justo a Tiempo	104
4.2.2.	Diseño de hojas de control estadístico	105
4.2.3.	Diseño de programa de administración de entradas y salidas de material metálico	108
4.2.4.	Infraestructura necesaria	110
4.2.5.	Delimitación del área designada para cada componente	111

4.2.6.	Señalización del área designada para cada componente.....	112
4.3.	Capacitación del nuevo personal	114
4.3.1.	Capacitación en Sistemas Justo a Tiempo y Kanban	114
4.3.2.	Capacitación de indicadores de control.....	115
4.3.3.	Capacitación en especificaciones técnicas de los componentes	115
4.4.	Análisis de transporte.....	116
4.4.1.	Equipo de seguridad del personal	117
4.4.2.	Rotación de los contenedores	118
4.4.3.	Kanban en acción	119
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA.....	121
5.1.	Indicadores de control	121
5.1.1.	Análisis de paros en líneas de producción	122
5.1.2.	Comparación de paros con año anterior	122
5.2.	Chequeo de control de calidad.....	123
5.2.1.	Chequeo de cantidades completas	125
5.2.2.	Especificaciones técnicas	125
5.3.	Estadísticos de producción	126
5.3.1.	Análisis de variaciones	126
5.3.2.	Análisis de faltantes	126
5.4.	Auditorías 5's	126
5.5.	Evento Kaizen	130
	CONCLUSIONES.....	133
	RECOMENDACIONES	135
	BIBLIOGRAFÍA.....	137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Fogel de Centroamérica.....	17
2.	Preguntas básicas del Sistema Justo a Tiempo	19
3.	Equipos de refrigeración comercial que se producen en Fogel de Centroamérica	25
4.	Diagrama de flujo de línea de producción.....	28
5.	Fotografía de área de corte.....	36
6.	Fotografía de área de troquel.....	37
7.	Fotografía de área de dobléz	38
8.	Diagrama de flujo en área de metales	40
9.	Diagrama Causa y Efecto paros en línea de producción	46
10.	Gráfica de horas paro por falta de material metálico	47
11.	Gráfica de causas de falta de material metálico en las líneas de ensamble.	48
12.	Gráfica de tiempos de reacción del Departamento de Metales.....	57
13.	Contenedor de piezas de tina	63
14.	Contenedor de piezas de gabinete	64
15.	Contenedor de laterales exteriores de gabinete	65
16.	Contenedor de espaldas de gabinete	66
17.	Contenedor de marcos de laterales exteriores	67
18.	Contenedor de refuerzos varios	68
19.	Contenedor de deflectores.....	69
20.	Contenedor de piezas para baffle	70
21.	Contenedor de piezas de unidad	71

22.	Contenedor de tapa succión.....	72
23.	Contenedor de cubre motores	73
24.	Contenedor de piezas de puerta	74
25.	Contenedor de piezas de base.....	75
26.	Ciclo Kanban	78
27.	Kanban de producción.....	79
28.	Kanban de reposición	79
29.	<i>Lay out</i> de ubicación de Sistema de Control Justo a Tiempo	81
30.	<i>Lay out</i> de ubicación de contenedores dentro del Sistema de Control Justo a Tiempo.....	82
31.	Rótulos para ubicación de contenedores dentro del Sistema de Control Justo a Tiempo.....	83
32.	Ubicación del administrador dentro del Sistema de Control Justo a Tiempo.....	85
33.	Presentación para capacitación sobre Justo a Tiempo y Kanban	93
34.	Diagrama de flujo de caja	100
35.	Cronograma de actividades.....	103
36.	Plano de corte	107
37.	Software de control del Sistema Justo a Tiempo.....	109
38.	Delimitación del área asignada para cada componente	112
39.	Área con nombres de cada contenedor.....	113
40.	Rotación de contenedores implementando el Sistema Kanban	119
41.	Gráfica de horas paro por falta de material metálico para el 2013 ...	123
42.	Auditoría de calidad del Sistema de Control Justo a Tiempo	124
43.	Formato de auditoría 5's.....	128
44.	Formato de Kaizen	131

TABLAS

I.	Meta diaria de producción por línea de ensamble	27
II.	Capacidad diaria por línea de producción	54
III.	Capacidad por hora por línea de producción.....	55
IV.	Componentes metálicos utilizados en ensamble 1	59
V.	Componentes metálicos utilizados en ensamble 2.....	60
VI.	Componentes metálicos utilizados en ensamble 3.....	61
VII.	Cantidad de contenedores por línea de producción	76
VIII.	Paros mensuales por falta de material metálico	95
IX.	Cantidad total de operarios y encargados en una línea de producción, acabado final y empaque.	96
X.	Tabla de costos de fabricación de contenedores	97
XI.	Tabla de cantidad de personal para atender el Sistema Justo a Tiempo.....	98
XII.	Costos de mano de obra directa para atender el Sistema de Control Justo a Tiempo	99
XIII.	Tabla de equipo de seguridad personal	118

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Pieza plana de metal
%	Porcentaje
“	Pulgadas

GLOSARIO

Abanico	Instrumento que enfría el condensador a través de un motor ventilador.
Abastecer	Proveer a alguien aquello que necesita.
Aleatorio	Que depende de la suerte.
Almacenamiento	Acción de guardar las cosas en un almacén.
Arnés	Conjunto de cables eléctricos necesarios para un equipo de refrigeración.
Auditor	Persona encargada de realizar auditorías.
Baffle	Componente metálico de un equipo de refrigeración que protege el evaporador.
Balastro	Equipo que sirve para mantener estable y limitar un flujo de corriente para lámparas.
Buffer	Cantidad mínima de material que debe existir para no parar la producción ante cualquier inconveniente.
Calibre	Espesor de la lámina metálica.

Componentes	Que forma parte de una cosa.
Configuración	Disposición y forma de las partes que componen un todo.
Congelador	Electrodoméstico que sirve para congelar los alimentos y producir hielo.
Contenedor	Cajón hecho de metal para transportar componentes metálicos.
Control	Comprobación o inspección de una cosa.
Criterios	Norma, regla o pauta para conocer la verdad o la falsedad de una cosa.
Cubre motores	Componente metálico que cubre el motor de un equipo de refrigeración.
Defecto	Carencia o imperfección de las cualidades propias de algo.
Delimitación	Determinación precisa de los límites de algo.
Desperdicios	Tareas del proceso de producción que no agregan ningún valor al producto del cliente.
Diseño	Forma de cada uno de estos objetos.

Eficiencia	Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.
Énfasis	Importancia que se da a algo.
Ensamble	Unir, acoplar dos o más piezas haciendo encajar la parte saliente de una en la entrante de la otra.
Escasez	Falta de lo necesario, insuficiencia.
Especular	Hacer suposiciones sin fundamento.
Estándar	Que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia por ser corriente, de serie.
Estructura	Distribución y orden de las partes importantes que componen un todo.
Exceder	Aventajar o superar en tamaño, calidad, etc.
Fabricación	Producción de objetos por medios mecánicos.
Flexibilidad	Facilidad para acomodarse a distintas situaciones o a las propuestas de otros.
Fuentes de poder	Sistema que otorga la electricidad imprescindible para alimentar a equipos eléctricos.

Implementar	Poner en funcionamiento, aplicar los métodos y medidas necesarios para llevar algo a cabo.
Incipiente	Que se está iniciando.
Indicador	Dispositivo o señal que comunica o pone de manifiesto un hecho.
Industria	Conjunto de operaciones destinadas a la obtención, transformación y transporte de materias primas.
Innovación	Cambio que introduce novedades.
Inspector	Persona que inspecciona.
Instauración	Establecimiento, fundación, institución de algo.
Inversión	Acción de destinar los bienes de capital a obtener algún beneficio.
<i>Lay out</i>	Esquema de distribución de los elementos dentro un diseño.
Metodología	Conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica.

Método	Modo estructurado y ordenado de obtener un resultado, descubrir la verdad y sistematizar los conocimientos.
Montacargas	Equipo de transporte de material que funciona a base de gas propano.
Planear	Trazar o formar el plan de una obra.
Prevenir	Prever, conocer de antemano un daño o perjuicio y tomar las medidas necesarias.
Principios	Fundamento, aseveración fundamental que permite el desarrollo de un razonamiento o estudio científico.
Prioridad	Anterioridad en orden o en el tiempo de una cosa respecto de otra.
Proceso	Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.
Productividad	Capacidad de producir, ser útil o provechoso
Proveedor	Persona o empresa que abastece de algunos artículos necesarios.
Racionalización	Organización de la producción o del trabajo de manera que aumenten los rendimientos o se reduzcan los costos con el mínimo esfuerzo.

Reacción	Acción que resiste o se opone a otra.
Registro	Asiento o anotación que queda de lo que se registra.
Rentabilidad	Capacidad de rentar o producir un beneficio suficiente.
Reposición	Reemplazo de algo por diversas causas.
Restricción	Reducción, limitación de algo.
Roles	Papel que desempeña una persona o grupo en cualquier actividad.
Secuencia	Serie o sucesión de cosas que guardan cierta relación entre sí.
Simplicidad	Sencillez, falta de complicación.
Sincronizar	Hacer que coincidan en el tiempo dos o más movimientos o fenómenos.
Sistema	Conjunto de reglas o principios sobre una materia estructurados y enlazados entre sí.
Tarima	Dispositivo de madera de forma plana para transportar componentes metálicos.
Tendencia	Propensión, inclinación.

Termostato

Componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico.

RESUMEN

La naturaleza de un proceso productivo puede muchas veces tener el inconveniente de componerse de dos partes: un proceso en lotes y un proceso en línea. Esto para muchas empresas representa un dolor de cabeza debido a que no cuentan con métodos apropiados y les genera muchos desperdicios. El método que se recomienda para estos casos es el Justo a Tiempo apoyado con el Método Kanban. Estos son complementarios debido a que uno asegura al otro.

La aplicación de la metodología Justo a Tiempo y Kanban presentan muchos beneficios en una planta industrial y un gran apoyo a Producción mas Limpia. El beneficio se representa en el aumento de la eficiencia a través de la reducción de desperdicios tales como: sobreproducción, retrabajos, movimiento, espera, transporte, defectos y almacenamiento. Permite controlar el proceso y crear mejoras continuamente.

Para introducir la metodología Justo a Tiempo y Kanban al proceso productivo se hace necesario conocer el proceso actual con todas sus ventajas y desventajas, para luego comparar con los resultados obtenidos y verificar que exista un beneficio. El beneficio se verifica en el incremento en la eficiencia del sistema y también de forma económica a través de una tasa interna de retorno y un período de recuperación de la inversión.

Fogel de Centroamérica, se compone de tres grandes procesos productivos: fabricación de piezas metálicas, ensamble de equipos y subensambles.

Se decidió hacer la propuesta de implementar Justo a Tiempo y Kanban al proceso productivo, debido al descontrol que existe entre la fabricación de piezas metálicas y el ensamble de equipos ocasionando muchos paros por falta de material. Se hizo necesario conocer el proceso actual con sus ventajas y desventajas y con esta información, utilizando Diagrama de Causa y Efecto y otras herramientas, se determinó los principales problemas que afronta el proceso y se determinó la eficiencia de las líneas de producción que actualmente se encuentran balanceadas en sus cargas de trabajo.

Para regular el flujo de producción se diseñaron contenedores para piezas metálicas, con capacidades apropiadas al inventario necesario para no parar las líneas de ensamble. Se determinó un área adecuada para cada contenedor y se crearon señalamientos para garantizar su posición correcta.

Se estableció el perfil del puesto del administrador del sistema propuesto y de sus ayudantes y se definió el tipo de capacitación necesaria para el buen desempeño de sus labores.

A través de un análisis financiero, se determinó que la implementación del nuevo sistema es rentable y es por eso que se recomienda la aplicación de la propuesta.

Se recomienda la implementación de Justo a Tiempo y Kanban para mejorar los procesos con poca inversión y en poco tiempo. Los beneficios son considerables y se reflejan en los ahorros y el aumento de producción.

OBJETIVOS

General

Aumentar un 10% la eficiencia de las líneas de ensamble de equipos de refrigeración.

Específicos

1. Determinar los componentes metálicos necesarios para el ensamble de un equipo de refrigeración.
2. Determinar la cantidad de componentes metálicos que deben existir bajo el sistema Justo a Tiempo de tal modo que garanticen que las líneas de ensamble no paren por falta de los mismos.
3. Diseñar los contenedores de acuerdo a la forma de los componentes metálicos y la cantidad que debe producirse.
4. Determinar el espacio físico por medio de un *lay out* que permita la optimización del sistema.
5. Definir la administración del nuevo sistema de control de componentes producidos en el departamento de metales.

6. Definir indicadores de control del nuevo sistema para garantizar su buen funcionamiento.
7. Determinar los beneficios económicos del proyecto.

INTRODUCCIÓN

La empresa Fogel de Centroamérica, cuenta con un proceso de producción en línea para el ensamble de equipos de refrigeración comercial, partiendo de un proceso de producción por lotes al momento de producir sus componentes metálicos a ensamblar. El proceso inicial es denominado “proceso de metales” y esta formado por corte, dobléz y troquel. A este proceso le sigue el de ensamble.

A continuación se presenta la propuesta de un sistema que controla la producción de piezas metálicas producidas por el Departamento de Metales, hasta su utilización en las líneas de ensamble. Este sistema pretende eliminar o reducir los paros de las líneas de producción por falta de material haciendo un aporte a Producción más Limpia. Este se da al momento de producir únicamente lo que se necesita (es decir, bajo es Sistema Justo a Tiempo), a una mejor calidad y utilizando eficientemente los recursos disponibles.

El sistema consiste en el diseño y administración de un espacio físico con apartados designados para cada componente de metal necesario para el ensamble de equipos de refrigeración comercial (como ejemplo se puede mencionar un supermercado). Estos serán colocados en contenedores diseñados con capacidades determinadas por medio de la velocidad de las líneas de producción (Kanban), para evitar la producción en exceso y garantizar que los materiales estén listos al momento en que las líneas de producción lo requieran.

Esta propuesta será útil a todas aquellas empresas interesadas en utilizar mejor sus recursos y maximizar sus ganancias utilizando los principios del Sistema Justo a Tiempo que trata de evitar la producción en exceso, la mejor utilización de los espacios y el mejor aprovechamiento del recurso humano al enfocarse en un objetivo específico. Por tal motivo, también es de suma importancia que un ingeniero industrial conozca este sistema y pueda aplicarlo en su experiencia laboral.

1. GENERALIDADES

1.1. Fogel de Centroamérica S. A.

A continuación se detallan algunas generalidades de la empresa Fogel de Centroamérica S. A., en la cual se desarrollara la propuesta del presente proyecto.

1.1.1. Historia de la empresa

Fogel, en Centro América, dio sus primeros pasos en 1967 cuando el señor William Fogel se asoció con unos inversionistas centroamericanos, con el propósito de aprovechar la instauración del mercado común centroamericano y atender la incipiente pero prometedor demanda de refrigeración comercial en al área.

En 1981 por problemas políticos en Nicaragua, Fogel se traslada a Guatemala, en donde fundaron la nueva fábrica, Refrigeradores de Guatemala, S. A., la que gracias a su liderazgo en el mercado y a la preferencia de las principales firmas de bebidas gaseosas, cervezas, jugos y refrescos naturales, lácteos, avícolas, empacadoras de embutidos, hielo, helados y otros productos alimenticios, se ha logrado impresionantes tasas de crecimiento. En 2007, Fogel Andina, S. A., es fundada en Cali, Colombia, para atender a todo el mercado andino.

Refrigeradores de Guatemala, S. A., (Refrigua) cambió su nombre comercial a Fogel de Centroamérica, S. A., en octubre de 2007, actualmente atiende a clientes en 34 países en todo el continente americano, el Caribe y África, siendo sus principales clientes las industrias cerveceras, embotelladoras de bebidas carbonatadas, industrias de bebidas no carbonatadas tales como las industrias de bebidas isotónicas y embotelladoras de agua purificada, industrias lácteas y fabricantes de helados.

En 2007, Fogel Andina, S. A. es fundada en Cali, Colombia, para atender a todo el mercado andino, consolidándose rápidamente como líder en la región con una capacidad de producción inicial de 12 000 unidades por año, creciendo a la capacidad actual de 36 000 unidades por año.

1.1.2. Misión

“Somos una empresa que provee equipos de refrigeración comercial, confiables, duraderos y adaptados a los requerimientos del cliente; para la exhibición, almacenamiento y venta de productos fríos en el continente americano.

Utilizamos tecnología de punta y materiales de calidad mundial y capacitamos a nuestro recurso humano para desempeñarnos profesional y éticamente con permanente sentido de urgencia.

Brindamos a nuestros clientes entregas a tiempo, asistencia y capacitación técnica mediante un servicio personalizado. Siempre buscamos la satisfacción de nuestros clientes, la rentabilidad de los accionistas y el bienestar de nuestros colaboradores y de la comunidad.”¹

¹ <http://www.Fogel-group.com/es/content/mision-vision>. Consulta: 24 de octubre de 2012.

1.1.3. Visión

“Ser el mejor proveedor de equipos de refrigeración comercial adaptados a los requerimientos del cliente, para puntos de ventas al detalle de productos fríos en América Latina.

Lograremos esto por medio de innovación permanente, calidad, bajo consumo energético de nuestros productos, servicio personalizado, soporte técnico y precio competitivo.”²

1.1.4. Política de calidad

“Fabricamos y comercializamos equipos innovadores de refrigeración comercial adaptados a los requerimientos del cliente, utilizando tecnología moderna, materiales de calidad mundial y personal competente.

Mantenemos un proceso permanente de mejora continua. Nos comprometemos a lograr:

- La satisfacción del cliente.
- El bienestar de nuestros colaboradores.
- La rentabilidad de la organización.
- La protección del medio ambiente, en todos los procesos que ejecuta la empresa. ”³

² <http://www.Fogel-group.com/es/content/mision-vision>. Consulta: 24 de octubre de 2012.

³ <http://www.Fogel-group.com/es/content/mision-vision>. Consulta: 24 de octubre de 2012.

1.1.5. Valores

Fogel de Centroamérica cumple con todos los requisitos legales que establece la constitución política de los países en donde opera.

En Fogel de Centroamérica, los empleados comparten valores fundamentales como:

- Responsabilidad
- Honestidad
- Lealtad
- Excelencia
- Familia
- Respeto
- Trabajo en equipo
- Perseverancia

Estos valores hacen que cada uno de los trabajadores se sienta identificado con la empresa y de este modo realicen el trabajo de la mejor forma posible.

1.1.6. Capacidad instalada

La empresa Fogel de Centroamérica cuenta con 5 líneas de producción con una capacidad instalada de 90 000 equipos al año.

1.1.7. Segmento de mercado

El segmento del mercado es la división a través de sectores pequeños con características similares. Para tener un panorama más específico del mercado que atiende Fogel de Centroamérica, a continuación se muestra dividido por países.

Guatemala:

- Cerveza Gallo
- Pepsi-Cola
- Coca-Cola
- Gatorade
- Sobe Adrenaline Rush
- Aqua
- 7UP
- Mirinda
- Orange Crush
- Agua Pura Salvavidas
- Sarita
- Pops
- Pollo Rey
- Pio Lindo
- Foremost
- Tampico
- Jugos del FruTal
- Revive
- Subway

- Stolichnaya
- Pollo Campero
- Parma
- Q´ Delly
- Helados Marco Polo
- Dos Pinos
- Sombrella
- La Nevería
- Leche Pradera
- Jugo de Naranja Pradera
- Leche Sula
- Helados Suprema
- Jugo de Naranja Sula
- Nesbitt´s
- RC Cola
- Frutihelados

El Salvador:

- Coca-Cola
- Pepsi-Cola
- Gatorade
- Cerveza Pilsener
- Cerveza Suprema
- Cerveza Regia
- Cerveza Premier
- Miller
- Cerveza Golden Light

- Eskimo
- La Nevería
- Sarita
- Dos Pinos
- Cerveza Brahva
- Hielo Polar
- Helados Novo
- Smirnoff Ice
- Leche Sula
- Jugo de Naranja Sula

Honduras:

- Coca-Cola
- Pepsi-Cola
- Gatorade
- Sobe Adrenaline Rush
- Agua Azul
- Quanty
- Lácteos Delta
- Leche Sula
- Leche Leyde
- Cerveza Imperial
- Cerveza Salvavida
- Cerveza Port-Royal
- Eskimo
- Jugo de Naranja Tampico
- Naturas

- Jugo de Naranja Sula
- Softy Pulito
- Helados Kobs

Nicaragua:

- Pepsi-Cola
- Coca-Cola
- Gatorade
- Cerveza Victoria
- Cerveza Toña
- Cerveza Premium
- Eskimo
- Tip Top

Costa Rica:

- Pepsi-Cola
- Coca-Cola
- Dos Pinos
- Cerveza Imperial
- Pops
- Numar
- Eskimo
- Sarita

Panamá:

- Coca-Cola
- Pepsi-Cola
- Cerveza Atlas
- Cerveza Balboa
- Cerveza Panamá
- Cerveza Soberana
- Dos Pinos

Venezuela:

- Coca-Cola
- Pepsi-Cola
- Gatorade Cerveza Polar
- Helados EFE
- Cerveza Brahma

Colombia:

- Cerveza Águila
- Cerveza Costeña
- Club Colombia
- Cerveza Poker
- Agua Pura Brisa
- Pony Malta
- Jugos Tutti Fruti

Ecuador:

- Pilsener
- Pony
- Club
- Manantial
- Coca-Cola
- Pepsi-Cola
- Guitig
- Agua Tesalia
- Inca Kola.

Perú:

- Cerveza Cristal
- Pilsen Callao
- Pilsen Trujillo
- Cusqueña
- Arequipeña
- VIVA
- Guaraná
- Coca-Cola
- Pepsi-Cola
- Inca Kola.

Belice:

- Coca-Cola

Surinam:

- Coca-Cola

Puerto Rico:

- Payco Foods
- Nestlé

República Dominicana:

- Gatorade
- Adrenalina Rush

Jamaica:

- Bigga
- Tru Juice
- Wata
- Coca-Cola
- La Bella Italia

Trinidad y Tobago:

- Busta
- Dos Pinos
- Heineken

Martinica:

- Gatorade

Cuba:

- Cerveza Cristal

Curacao:

- Pepsi-Cola

México:

- Pepsi-Cola
- Cerveza Tecate

Estados Unidos:

- Pepsi Cola
- Aquafina
- Tropicana

- Gatorade
- Sobe
- Starbucks
- Dreyer's
- Edy's
- Blue Bell Creameries
- Deonna Ice Cream
- Blue Bunny Ice Cream
- Haagen Dazs
- Nestlé
- V8 Juice Blend – Splash

Guyana:

- Pepsi-Cola

Canadá:

- Sin Marca (Distribuidor)

España:

- Sin Marca (Distribuidor)

1.1.8. Reconocimientos y certificaciones

ISO 9001:2008

En febrero del 2004, Fogel de Centroamérica, S. A., obtuvo el Certificado de Gestión de la Calidad, otorgado por ICONTEC, miembro de la Organización Internacional ISO y por IQNET. La Cadena Internacional de Certificación, quienes señala que Fogel de Centroamérica, S. A., está certificada para la fabricación y comercialización de refrigeradores y congeladores para uso comercial, después de cumplir con los requisitos e implementación del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000.

En 2009, Fogel de Centroamérica, S. A. y Fogel Andina, S. A. obtienen la certificación ISO 9001:2008, siendo Fogel de Centroamérica, S. A. la primera empresa en Guatemala en obtenerla.

ISO 17025:2005

En agosto de 2009, los laboratorios de Fogel son certificados bajo la norma ISO 17025:2005 para pruebas de eficiencia energética.

Laboratorio Certificado por Underwriters Laboratories Inc.

La Compañía U.L. (Underwriter's Laboratories Inc.) ha certificado a los laboratorios de Fogel para diseñar equipos que cumplan con las normas de seguridad eléctrica y de sanidad en los Estados Unidos.

Laboratorio Certificado por California Energy Commission

El California Energy Commission (CEC) es la principal agencia reguladora de energía en el estado de California. Promueve eficiencia energética por medio de estandarización de electrodomésticos. El CEC ha autorizado a los laboratorios de Fogel en Guatemala, para probar equipos de refrigeración y certificar su consumo energético para uso en Estados Unidos.

Reconversión industrial en protección a la capa de ozono

En 1996, el programa de Naciones Unidas para el Desarrollo otorgó a Fogel, el reconocimiento que lo distingue como la primera industria en América Latina y la segunda a nivel mundial, en haber completado el programa de Reconversión Industrial en Protección a la Capa de Ozono, eliminando el uso CFC"s (Clorofluorocarbonos) de la producción de los equipos de refrigeración comercial Fogel.

Primer lugar premio centrarse en categoría medio ambiente

El premio CentraRSE es el único reconocimiento que se otorga a las mejores prácticas de Responsabilidad Social Empresarial que están generando historias de éxito, y buen ejemplo, a nivel local. De esta forma, se reconoce el mérito y el liderazgo de estas iniciativas, y se motiva a que todas las empresas del país mejoren constantemente sus prácticas de RSE.

El 11 de noviembre de 2009, CentraRSE reconoció a Fogel de Centroamérica S. A., con el primer lugar en la categoría "Medio Ambiente", gracias a su campaña informativa "Manejo Responsable del Refrigerante", campaña y seminario técnico que consiste en entrenar a nuestros clientes para recuperar y manejar el gas refrigerante R-134a de una manera responsable.

1.1.9. Organización

Fogel de Centroamérica S. A., es una empresa grande, en sociedad anónima y del sector secundario.

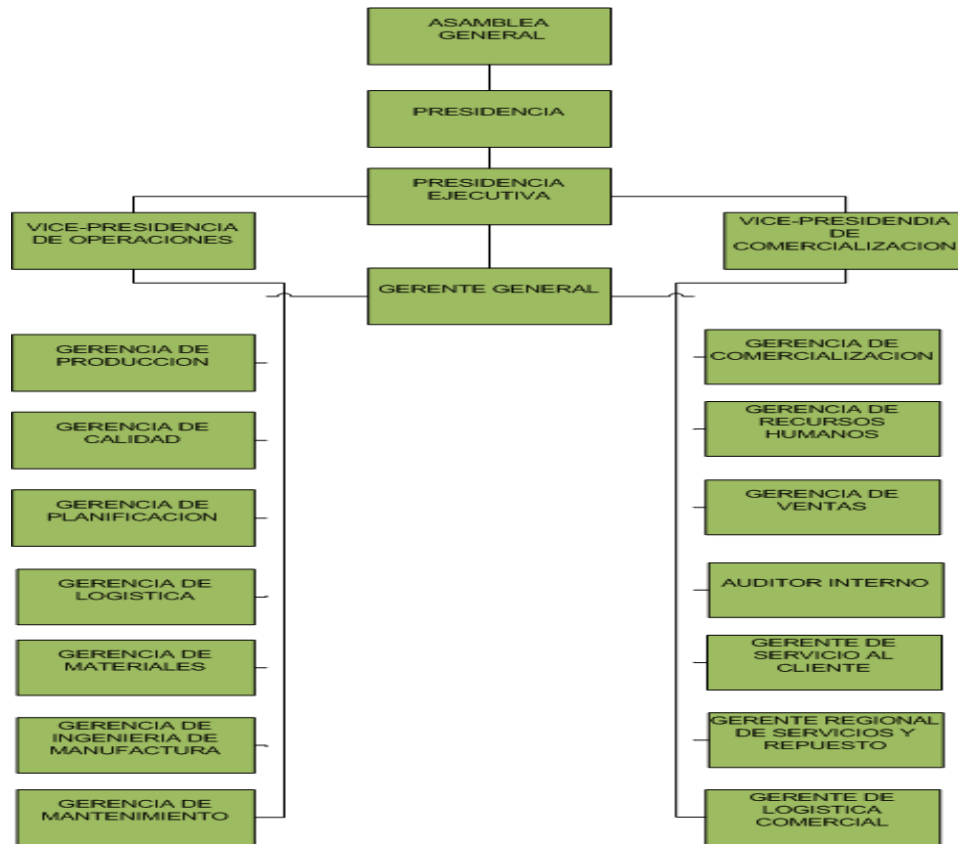
1.1.9.1. Tipo de empresa

Fogel de Centroamérica S. A., es una empresa privada con sociedad anónima dedicada a la fabricación de equipos de refrigeración comercial de los cuales exporta el 90 %. Lo restante se distribuye nacionalmente.

1.1.9.2. Organigrama

Fogel de Centroamérica S. A., está formado por 14 gerencias de las cuales 8 están directamente involucradas en la producción, como lo son: la Gerencia de Producción, Calidad, Planificación, Logística, Materiales, Ingeniería de Manufactura y Mantenimiento. Las restantes gerencias son administrativas y tienen contacto con los clientes: Gerencia de Comercialización, Ventas, Servicio al Cliente, Servicios y Repuestos y Logística Comercial. Paralelos a estos puestos se encuentra recursos humanos y auditorías internas.

Figura 1. Organigrama de Fogel de Centroamérica



Fuente: Departamento de Recursos Humanos de Fogel de Centroamérica S. A.

1.2. Marco teórico

Para el desarrollo del presente proyecto, se necesita conocer diferentes metodologías tales como el Sistema Justo a Tiempo y el Sistema Kanban. A continuación se desarrollan estos temas:

1.2.1. Sistema Justo a Tiempo

El Sistema Justo a Tiempo es la principal herramienta que se va utilizar para implementar la propuesta. Por tal motivo es necesario conocer algunos aspectos importantes del mismo.

1.2.1.1. Historia del sistema

El Sistema Justo a Tiempo fue desarrollado en Japón en los años 50 en empresas automovilísticas, específicamente en Toyota con el aporte de Taiichi Ohno, vicepresidente de esa compañía. Ohno visitó empresas automovilísticas de Estados Unidos para observar sus sistemas de producción y se dio cuenta de que estos no podían ser aplicados en Japón, debido a los escasos de capital y espacio en las plantas de producción principalmente. Aún así, su visita fue de mucha utilidad, ya que pudo observar el sistema bajo el cual operaban los supermercados y se imaginó que cada línea de producción podría operar bajo un modelo similar, es decir, abastecer el material únicamente cuando se requiera y en cantidades adecuadas, en un lugar conveniente.

1.2.1.2. Definición

Justo a Tiempo se traduce en un sistema que tiende a producir justo lo que se requiere, cuando se requiere, con excelente calidad y sin desperdiciar recursos.

El Justo a Tiempo es una metodología de organización de la producción que tiene implicaciones en todo el sistema productivo. Además de proporcionar métodos para la planificación y el control de la producción, incide en muchos otros aspectos de los sistemas de fabricación, como son, entre otros, el diseño de producto, los recursos humanos, el sistema de mantenimiento o la calidad.

Una definición para describir el objetivo de partida de un Sistema Justo a Tiempo podría ser: “Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan y en el momento en que se necesitan”.

Figura 2. Preguntas básicas del Sistema Justo a Tiempo



Fuente: elaboración propia.

1.2.1.3. Objetivos

El objetivo fundamental del Sistema Justo a Tiempo es eliminar todas aquellas operaciones que no agregan valor al producto. Busca desarrollar flexibilidad en las operaciones con el objetivo de ajustarse a las necesidades del cliente.

Los principales objetivos son:

- Eliminar desperdicios de producción
- Determinar la causa de los principales problemas
- Buscar la simplicidad en los procesos
- Mejora continua

1.2.1.4. Principios fundamentales

Los principios fundamentales del Sistema Justo a Tiempo son la eliminación de desperdicios. Entiéndase por desperdicio todos aquellos procedimientos que no agregan valor al producto. Los desperdicios que podemos encontrar en producción son 7:

- Sobreproducción
- Movimiento
- Transporte
- Espera
- Retrabajos
- Inventarios
- Procesamiento incorrecto

1.2.1.5. Etapas de la implementación del sistema

- Definir “el por qué”
Define el por qué de la implementación del Sistema Justo a Tiempo como herramienta de mejora dentro de la empresa.
- Creación de la estructura organizacional
Para poder implementar el Sistema Justo a Tiempo, es necesario crear un comité integrado por varios directivos de la empresa. Esto permitirá la colaboración de cada uno de ellos en las diferentes áreas.
- Puesta en marcha del plan
Consiste en ejecutar lo planeado a través de una prueba piloto. Si los beneficios son los esperados se procede a adoptar la nueva forma de trabajo. Si los beneficios no son los esperados se procede a replantear la propuesta.

1.2.1.6. Beneficios de la implementación del sistema

Son múltiples los beneficios que se pueden obtener posteriores a la implementación de Justo a Tiempo:

- La rotación de inventario aumenta
- Los niveles de inventarios disminuyen
- Los costos de inventarios disminuyen
- El proceso es mas flexible
- Disminuyen los desperdicios

- Disminuyen los desperfectos en los productos
- Se identifican los problemas con mayor facilidad
- Se concentra en tareas mas importantes
- El proceso es mas ordenado y permite un mejor control
- Se optimiza el espacio
- Mejora la calidad en los productos

1.2.2. Kanban

Es un término japonés que significa “etiqueta de instrucciones”. Este sistema como complemento del Justo a Tiempo permite sincronizar las etapas de los procesos de producción a través de las “instrucciones” que permiten entregar a tiempos los materiales, la cantidad apropiada y en el lugar indicado. Evita la sobreproducción y mejora la comunicación entre los distintos departamentos a través de la estandarización. El Sistema Kanban garantiza que el Justo a Tiempo funcione.

1.2.2.1. Funciones del Kanban

Estas son las funciones del Kanban:

- Iniciar una operación estándar en cualquier momento
- Basar las instrucciones de trabajo basado en las condiciones actuales
- Eliminar la sobreproducción
- Evitar que realice producción innecesaria
- Mejorar los procesos
- Controlar la producción
- Apoyar al Sistema Justo a Tiempo
- Definir prioridades

- Aumentar la eficiencia del proceso

1.2.2.2. Tipos de Kanban

Existen diferentes tipos de Kanban los cuales se mencionan a continuación:

- De producción
Indica que producir, cuanto producir, a quien entregar y donde entregar para una orden de producción normal.
- De transporte
Indica la ruta de traslado de un material.
- Urgente
Se emite cuando el material esta incompleto.
- De emergencia
Indica la reposición de un material debido a defectos.
- De proveedor
Se emite cuando la distancia de transporte es considerable.

1.2.2.3. Reglas del Kanban

Para cumplir con el Sistema Kanban hace falta seguir un conjunto de reglas.

- No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes.
- Los procesos subsecuentes requerirán sólo lo necesario

- Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente.
- Balancear la producción
- Kanban es un medio para evitar especulaciones
- Estabilizar y racionalizar el proceso

1.2.2.4. Etapas de implementación del Sistema Kanban

Existen 4 etapas para implementar el Sistema Kanban de una manera eficiente:

- Dotar a todo el personal de conocimientos Kanban
- Implementar Kanban en componentes que representan mayor problema al proceso.
- Implementar Kanban a todos los componentes
- Revisar que el Sistema Kanban funcione según lo planeado

1.2.3. Equipos de refrigeración comercial

La mayor especialización de Fogel de Centroamérica S. A., son los refrigeradores de uso comercial. Solamente se producen equipos de uso doméstico bajo pedidos especiales.

1.2.3.1. Tipos de equipos de refrigeración producidos

Fogel produce refrigeradores y congeladores de uso comercial en presentaciones de 1 a 3 puertas y equipos horizontales. Además produce vitrinas refrigeradas.

Figura 3. Equipos de refrigeración comercial que se producen en Fogel de Centroamérica



Equipos verticales de 1, 2 y 3 puertas



Equipos horizontales

Fuente: Catálogo de productos de Fogel de Centroamérica, S. A.

1.2.3.2. Componentes utilizados para el ensamble

Las partes principales con las cuales está formado un equipo de refrigeración son las siguientes:

- Piezas de metálicas: son todas aquellas que forman el gabinete interior y exterior del equipo.
- Componentes eléctricos: comprenden los balastos, fuentes de poder, regulador de voltaje, retardadores, termostatos, conectores y lámparas y arnés eléctrico.
- Sistema de refrigeración: incluye evaporador, condensador, motor ventilador, compresor y filtros.
- Otros accesorios: incluye parrillas, bandejas, cubre motores y rótulos.

1.2.3.3. Ritmo de producción de una línea de ensamble

Todos los modelos que se fabrican en Fogel de Centroamérica S. A., tienen diferentes ritmos de producción pero se puede tomar los más comunes en las líneas y formular las siguientes capacidades:

Tabla I. **Meta diaria de producción por línea de ensamble**

Línea de producción	Meta por día (cantidad de equipos)
A	115
B	75
C	15
D	60
E	115

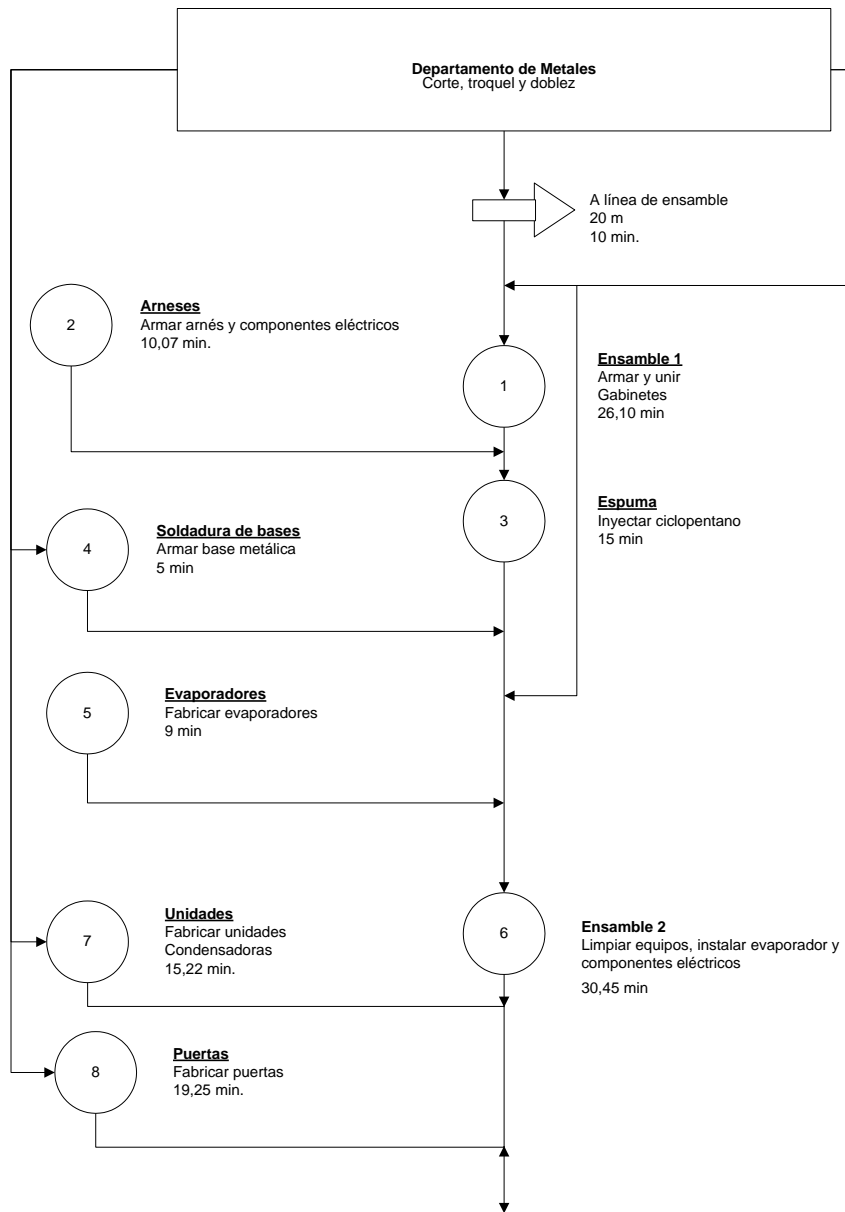
Fuente: Departamento de Planificación de Fogel de Centroamérica, S. A.

1.2.3.4. Diagrama de flujo actual de ensamble de una línea de producción

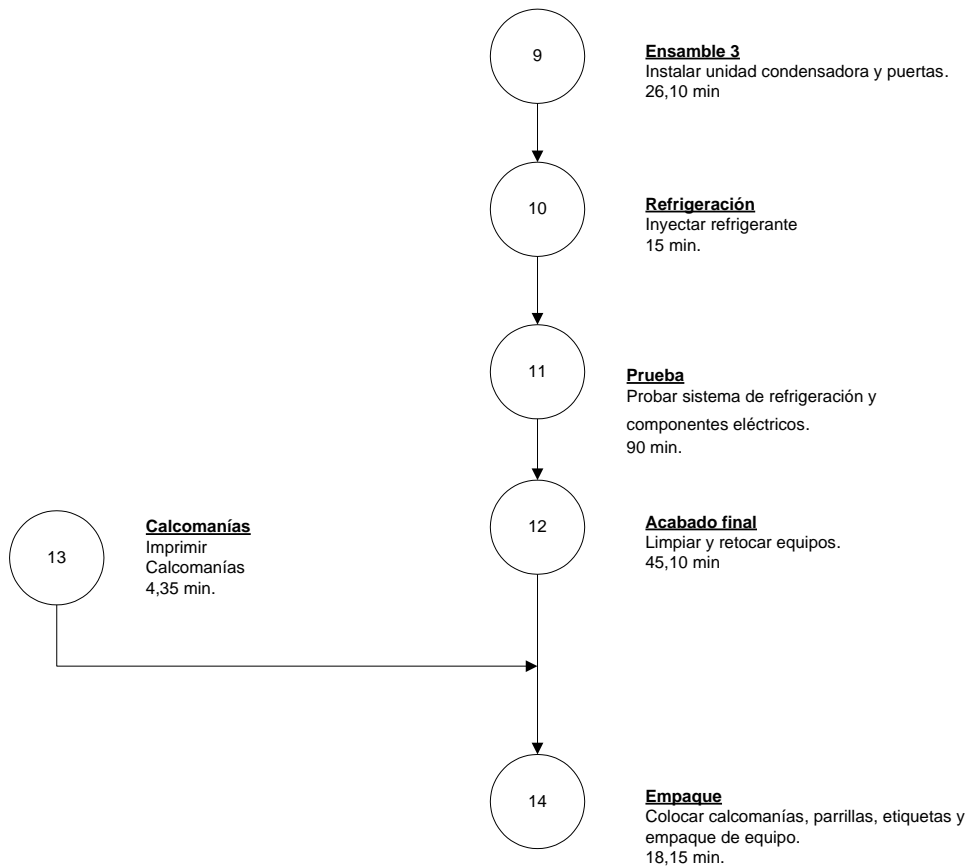
Para observar y conocer el desarrollo del proceso productivo de una línea de ensamble de equipos de refrigeración, se desarrolla un diagrama de flujo actual.

Figura 4. Diagrama de flujo de línea de producción

<p>Empresa: Fogel de Centroamérica S.A. Analista: Depto. Ingeniería de manufactura Método: Actual Fecha: Mayo de 2012</p>	<p>Modelo: Equipo de una puerta Área: Producción Hoja: 1/1 Elaborado por: Elder Castellanos</p>
--	--



Continuación de la figura 4.



Resumen

Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia	Tiempo
Operación:	○	14	0	349,22 min.
Demora:		0	0	0 min.
Transporte:	➡	1	20	10 min.
Total			20	359,22 min.

Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Utilización de componentes metálicos

La fabricación de equipos de refrigeración tiene como materia prima principal los componentes metálicos. Estos se fabrican dentro de la misma planta pasando por tres procesos: corte, doblado y troquel. La cantidad y forma de cada componente es variada dependiendo del diseño del equipo pero existen con formas similares variando únicamente el tamaño y son llamados “estándar” y la mayoría de los equipos los utilizan.

Las láminas que se utilizan para la producción de los componentes metálicos son de diferentes calibres y tipos y esto dependerá de cual sea su utilización dentro del equipo. Por ejemplo se puede mencionar el acero inoxidable, lámina prepintada blanca o negra y el galvanizado.

El acero inoxidable en su mayoría lo utilizan para congeladores, la lámina pre pintada ya sea negra o blanca se utiliza para los exteriores, es decir los gabinetes, y la lamina galvanizada para puertas. Todo esto depende de lo que el cliente solicite y los arreglos que pueda ofrecer Fogel ajustados a su proceso de producción.

2.1.1. Componentes estándar en todos los equipos

Todos los equipos de refrigeración que se ensamblan en las líneas de producción llevan componentes similares, variando únicamente las dimensiones, el material y las cantidades. Esto permite definir los siguientes como estándar para los equipos.

Partes de tina

- Espalda de tina
- Fondo de tina
- Grada de tina
- Laterales de tina
- Top de tina

Partes de gabinete exterior

- Cap inferior
- Cap superior
- Cavidad de rotulo
- Top exterior
- Fondo exterior
- Refuerzo de laterales (derecho e izquierdo)
- Laterales exteriores (derecho e izquierdo)
- Espalda exterior

Partes de base de unidad

- Riel base
- Refuerzo de riel base
- Riel base de unidad
- Refuerzo de base
- Refuerzo inclinado de base
- Lateral de base
- Base de rodo

2.1.2. Componentes diferentes en todos los equipos

Existe una gran cantidad que varía en forma y tamaño y que no son comunes para todos los equipos debido al diseño. La mayoría de ellos son piezas planas y de tamaño pequeño.

Se puede mencionar algunas de estas piezas:

- Complemento de espalda exterior
- Complemento de top de tina
- Difusor de aire
- Fondo de grada
- Fondo de lámpara
- Pana de condensador
- Protector de lámpara
- Puerta sólida
- Refuerzo de fondo exterior
- Refuerzo de pilasters

- Riel base
- Soporte de abanico
- Cap metálico de puerta
- Soporte de switch
- Soporte de termostato
- Soporte de rótulo
- Soporte de baffle
- Soporte de ventilador
- Sujeta equipos

2.1.3. Proceso de producción de las piezas metálicas

Para la fabricación de piezas metálicas para equipos de refrigeración, se necesitan tres procesos, estos son: corte, dobléz y troquel. Cada componente metálico producido para ensamble puede requerir de los tres procesos así como solamente uno o dos de ellos para el caso de las piezas planas. La mayor cantidad de estos pasa por los tres proceso, creándose la necesidad de un buffer entre cada proceso para evitar discontinuidad en cada proceso.

El buffer más factible es para componente únicamente cortado y/o troquelado, debido a que estos no representan gran espacio para almacenaje por ser componentes planos. La dificultad se presenta cuando se realiza el proceso de dobléz.

A continuación se detalla cada uno de los procesos para el área de metales:

2.1.3.1. Proceso de corte

Consiste en cortar todos los componentes metálicos a la medida correspondiente según los planos, optimizando el material. La cortadora principal se utiliza para las piezas grandes para posteriormente distribuir las en las guillotinas y sacar de menor tamaño, siempre con la optimización del material de tal modo que no existan grandes cantidades de desperdicio.

Existe una secuencia de corte, y esta depende de que piezas se utilicen primero en las líneas de ensamble y la configuración de la máquina. La idea principal es cortar todas las piezas del mismo calibre, en un solo tiro para optimizar el tiempo de la máquina. Esto sin descuidar la secuencia de producción.

El material que primero se utiliza en líneas de ensamble es el de tina y gabinete y por lo regular es el mismo calibre para cada uno de ellos. Esto permite mantener la configuración del tren de corte durante varias horas del día.

Figura 5. **Fotografía de área de corte**



Fuente: Departamento de Metales.

En las guillotinas, el proceso es el mismo, solamente que se trabajan para distintos modelos en cada una de ellas.

2.1.3.2. Proceso de troquel

Es el siguiente a corte y consiste en perforar los componentes a la medida correspondiente según el plano. Estos agujeros servirán para la colocación de diversas piezas y accesorios así como para logotipos de diferentes marcas.

Se cuenta con troqueladoras de la misma capacidad. La programación se hace según la secuencia de producción y siempre basada en un plano (para este caso el plano de troquel).

Figura 6. **Fotografía de área de troquel**



Fuente: Departamento de Metales.

Todo el material disponible para troquelar se distribuye en las diferentes maquinas con la finalidad de aprovechar al máximo el recurso disponible.

Para que las troqueladoras siempre tengan material de trabajo disponible, las cortadoras llevan un día de adelanto. Este es el buffer actual que se utiliza.

2.1.3.3. Proceso de doblez

Consiste en darle forma tridimensional a cada componente, es decir, darle la forma final, a excepción de aquellos que debe ir de forma plana. Las dobladoras permiten procesar todo tipo de láminas, sin restricción, incluyendo unas dobladoras manuales para componentes de menor tamaño.

Figura 7. Fotografía de área de doblez



Fuente: Departamento de Metales.

El proceso de doblez tiene como restricción que las piezas dobladas no pueden almacenarse por mucho tiempo debido al espacio que ocupan, por esta razón, solamente se produce lo que se van a usar próximamente en las líneas de ensamble.

2.1.3.4. Inspección de calidad

Como regla general, toda pieza que se trabaje en el Departamento de Metales, así como en la línea de ensamble, debe contar con los requisitos de calidad. Para ello se utiliza el sistema de la primera pieza con calidad. Esto consiste en que al momento de producir la primera pieza, el inspector de calidad verifica la calidad de la misma, es decir la medida, el material, la forma, la exactitud, etc. Posterior a eso se inicia el proceso de producción. No se puede iniciar el proceso de corte hasta que calidad no haya dado el visto bueno.

Posteriormente, se inspecciona de forma aleatoria cada pieza para garantizar que cumpla con los requisitos de calidad antes mencionados. La forma de identificar que fue revisada una pieza, es a través de la colocación de una calcomanía de calidad. Todos los lotes deben tener esta calcomanía como muestra de la inspección.

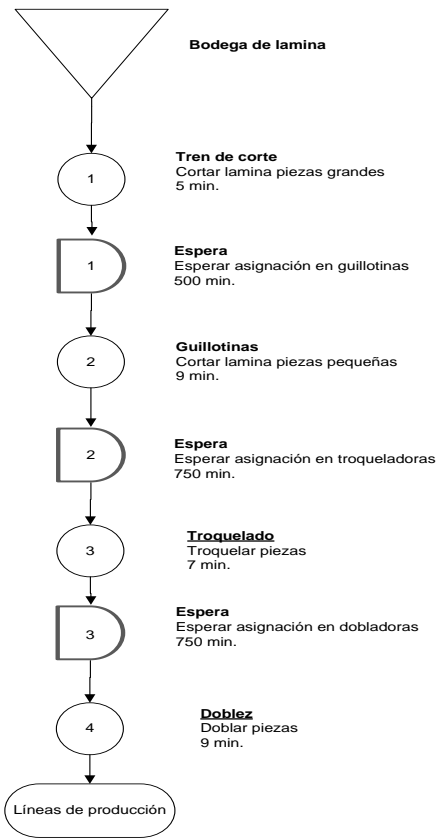
Todo el proceso es realizado por el Departamento de Calidad, quien tiene distribuidos varios auditores en el Departamento de Metales para inspeccionar las piezas. Adicional, ellos llevan un registro de piezas más producidas con defectos con finalidad de tomar acciones para reducirlos.

2.1.3.5. Diagrama de flujo de proceso del Departamento de Metales

El diagrama de flujo del área de metales puede ayudar a comprender mejor el proceso de corte, dobléz y troquel.

Figura 8. Diagrama de flujo en área de metales

Empresa: Fogel de Centroamérica S.A. Analista: Depto. Ingeniería de manufactura Método: Actual Fecha: Mayo de 2012	Modelo: Equipo de una puerta Área: Depto. metales Hoja: 1/1 Elaborado por: Elder Castellanos
---	---



Resumen

Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia	Tiempo
Operación:	○	4	0 m	30 min
Demora:	D	0	0 m	2000 min
Transporte:	➡	0	0 m	0 min
Total		4	0 m	2030 min

Fuente: Departamento de Metales.

2.2. Sistema de producción

Para Fogel de Centroamérica S. A., es muy importante evitar todo tipo de desperdicios y son muy conscientes del costo que representa tener altos inventarios de materiales y equipos terminados, por lo cual constantemente buscan métodos eficientes de producción, que les permita reducir dicho inventarios.

Como parte del sistema de producción, han implementado manufactura esbelta en los últimos 5 años mostrando grandes avances. La manufactura esbelta es un sistema de producción concentrado en eliminar desperdicios, es decir todas aquellas actividades que no generan un valor agregado al producto y por lo tanto no son pagadas por el cliente. Los principales desperdicios son 7: sobreproducción, inventarios, transporte, espera, defectos, movimientos y re-procesos. Estos desperdicios son eliminados a través de diferentes métodos. Uno de estos es el llamado Sistema Pull, el cual consiste en iniciar cualquier proceso de producción únicamente cuando el cliente lo solicita.

2.2.1. Producción bajo pedido

El sistema de producción bajo el cual se trabaja actualmente es el de bajo pedidos, es decir, si en un ensamble se está produciendo un determinado producto, solamente se debe tener material para ese producto, en el momento apropiado y en la cantidad apropiada. Esto obliga a que los productores de componentes metálicos produzcan paralelamente a las líneas de ensamble, ocasionando algunas veces falta de componentes metálicos o sobre producción de los mismos, debido a que no existe un control intermediario de dicho proceso.

2.2.1.1. Orden de producción

Para iniciar la producción de componentes metálicos de parte del área de metales, es necesario contar con una orden de producción. Los datos que contiene la orden son los siguientes:

- Número de orden
- Nombre del modelo
- Fecha de inicio de producción
- Tipo de material
- Destino de las piezas
- Código del plano
- Dimensiones de las piezas
- Cantidad de piezas a producir

La producción no se inicia si no existe orden de la misma y la orden de producción no se emite si el cliente no ha confirmado. Esto evita errores posteriores ya que puede sufrir algún cambio obligando a desechar lo ya producido.

2.2.1.2. Almacenamiento previo

Posteriormente al proceso de metales, ya sea de corte, doblado o troquel dependiendo del tipo de componente, se entrega a las líneas de producción de forma directa porque no se cuenta con un almacén para componentes metálicos para el ensamble.

Son los encargados de cada ensamble de la línea de producción, quienes llegan al Departamento de Metales a solicitar el material y en ocasiones son los operarios de metales, los que llevan los componentes a las líneas de producción para liberar el espacio en su área. Este material es entregado en cantidades dependiendo de su disposición, es decir, si existe un lote grande ya listo o si solamente un pequeño parcial o inclusive un solo componente para salir del apuro.

Si se diera el caso de que el material se produjo antes de su utilización, este se queda en el área de metales afrontando el problema de la falta de espacio, la posible pérdida del material o el daño al mismo debido a que se encuentra en una zona transitada por personas y montacargas.

2.2.1.3. Traslado a las líneas de ensamble

Los componentes terminados se transportan por medio de tarimas. Estas son llevadas a las líneas de ensamble por medio de montacargas. Existen tres montacargas para el traslado, muchas veces no son suficientes y se necesita esperar ocasionando una demora al proceso.

La utilización de tarimas limita que se puedan colocar varias de ellas, en los espacios asignados para material en las líneas de ensamble ya que requieren mucho espacio.

Cuando se requieren piezas metálicas de forma urgente ya sea por cambio de pedidos, faltantes por mal conteo u otros, la forma de transporte puede llegar a ser manual, es decir un operario transporta los componentes metálicos casi de uno en uno del área de metales al área de ensamble. Esto ocasiona un desperdicio de tiempo.

2.2.1.4. Recibo y conteo de material por parte de la línea de ensamble

Cada línea al momento de recibir el material metálico para ensamble, debe cerciorarse de que la cantidad entregada sea igual a la cantidad solicitada. Para ello se revisa la etiqueta de producción que contiene la cantidad de componentes, y otras especificaciones. Debido a que esta no ha sido confiable en la mayoría de los casos, se proceden a contar pieza por pieza. Esta práctica les es útil debido a que garantiza que las líneas de producción no van a parar por faltante de material, pero absorbe tiempo en el conteo de cada componente y no se cuenta con un operario asignado únicamente a esa tarea. La duración de este conteo va dependiendo de la cantidad de piezas a contar, facilidad con la que pueden tomarse y fatiga del operario. El rango es de 10 a 30 minutos por cada pedido.

El conteo se complica cuando estos son planos y el material es pesado ya que cuesta separarlo y el operario corre riesgo de cortarse con el filo del metal. Cabe destacar que cada máquina de corte, dobléz y troquel cuenta con un sensor que le permite contar los componentes procesados pero a pesar de ello no llegan las cantidades que dicen ser producidas.

2.2.1.5. Notificación de faltante o exceso de material

Cuando el material llega incompleto a las líneas de ensamble, son ellos los encargados de emitir una orden de reposición en la cual se indica el número de pieza, cantidad, tipo y quien la solicita así como la razón por la cual se cree que no llegó a la línea de ensamble. Esta orden se entrega al Departamento de Metales, quien se encarga de coordinar la producción de la misma.

No existe un tiempo estimado para emitir esta orden, ya que se emite al momento de notar la falta de tales piezas. Por lo general, esta se da al momento del ensamble, ocasionando que metales tenga que parar la producción y darle prioridad a los faltantes para no demorar más las líneas de ensamble.

Caso contrario es la sobreproducción de piezas, este al igual que el faltante, se determina en la línea de producción al final del lote. Para este caso, se emite una tarjeta de piezas sobrantes, la cual incluye: el número y nombre de la pieza, el material, el modelo, el lugar que lo reporto y la cantidad. Esto permitirá que en una próxima producción de ese modelo, se rebaje la cantidad producida para incluir estos sobrantes.

Los sobrantes no tienen un lugar específico de almacenaje y son dejados en lugares fácilmente visibles por el Departamento de Metales con la finalidad de no olvidarlas y usarlas lo más pronto posible, pero se da el caso en que la cantidad de sobrantes es muy alta y por lo tanto no es factible su almacenaje y tienden a distribuirlos en diferentes partes de la planta de producción para posteriormente extraviarlas. Este es un caso muy frecuente.

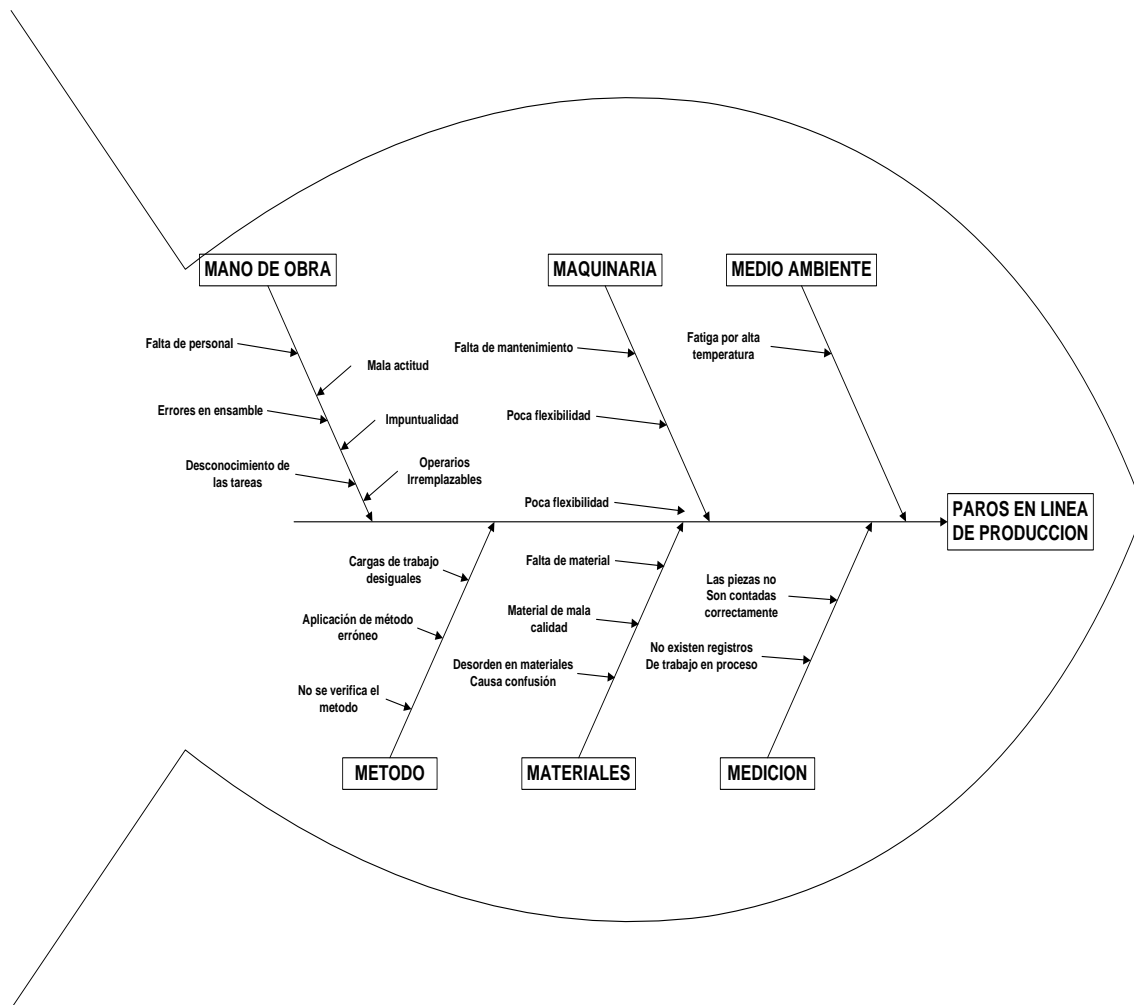
2.3. Problemas frecuentes en las líneas de producción

Existen diversas situaciones que pueden originar un paro en la producción, algunos suceden de forma frecuente y son muy reconocidos por los supervisores de cada línea de ensamble y otros suceden pocas veces. Muchos de estos problemas pueden resolverse en planta con una buena planificación, mientras que otros requieren de una mejor comunicación con logística y proveedores.

2.3.1. Diagrama Causa y Efecto

A continuación se muestra un diagrama de causa y efecto con todos los problemas que pueden ocasionar un paro en las líneas de ensamble. A partir de este diagrama se puede solicitar información estadística para observar las tendencias de los paros de línea.

Figura 9. Diagrama Causa y Efecto paros en línea de producción



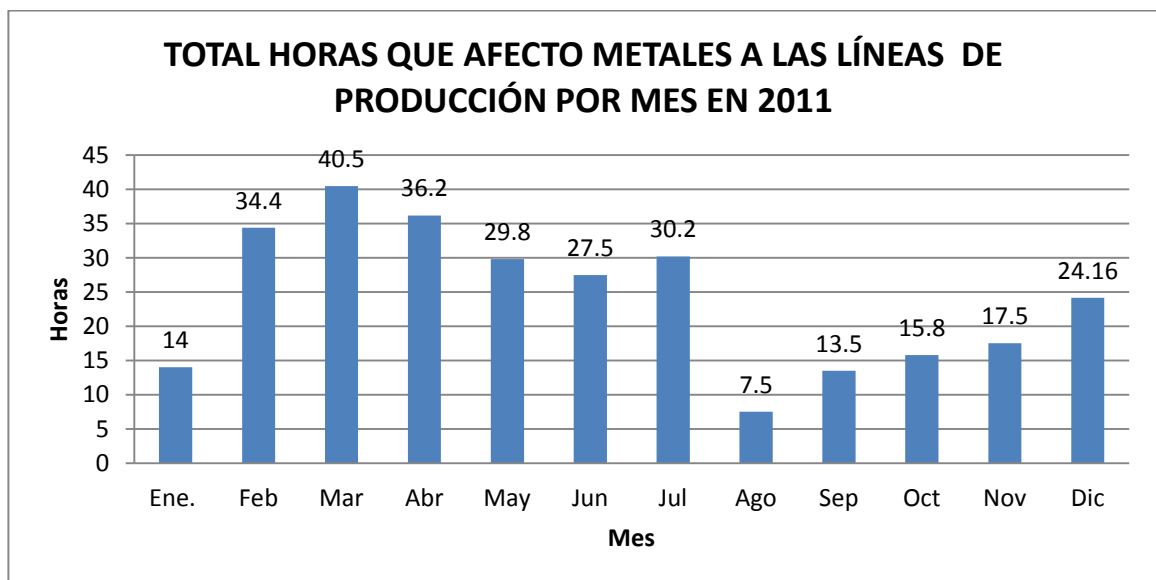
Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Atrasos en metales

Los problemas descritos en el Diagrama de Causa y Efecto anterior (figura 9), corresponden a los principales problemas que ocasionan paro en la línea de ensamble.

A continuación se muestra la grafica de los paros en las líneas de ensamble por falta de material, específicamente metales.

Figura 10. **Gráfica de horas paro por falta de material metálico**

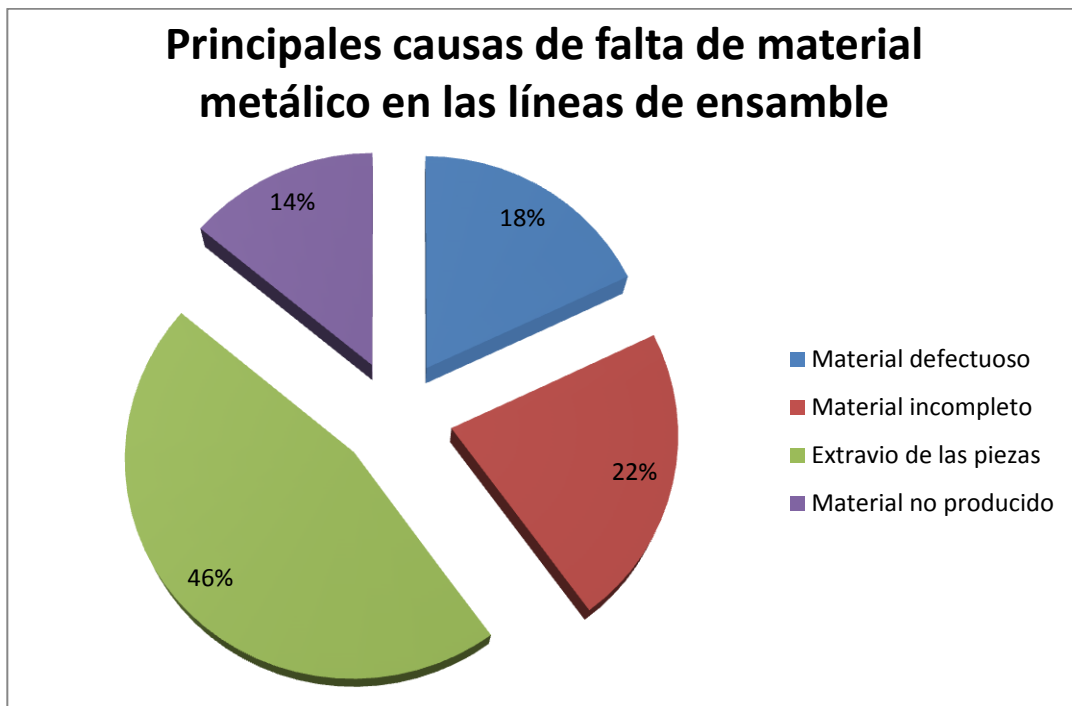


Fuente: Departamento de Producción.

2.3.2.1. Análisis de paros en las líneas de producción por falta de componentes metálicos

Existen varias razones por las cuales faltan componentes metálicos a las líneas de ensamble. Para ver con mayor facilidad, se presenta el siguiente gráfico con datos proporcionados por el Departamento de Producción, esta tendencia se mantuvo mensualmente a lo largo del 2011:

Figura 11. Gráfica de causas de falta de material metálico en las líneas de ensamble



Fuente: Departamento de Producción.

2.3.2.2. Componentes metálicos defectuosos

La mayoría de los componentes metálicos defectuosos se han dado debido a la mala manipulación ya sea al momento de trabajarlos o trasportarlos, esto es por parte de los operarios. Algunas veces por falta de espacio se colocan unos sobre otros ocasionando que se doblen o rayen. También se da el caso de caída de material debido a la mala colocación sobre las tarimas.

Cuando en las líneas de ensamble se detectan componentes metálicos defectuosos, ya no se ensamblan debido a que es más difícil repararlos que reemplazarlos por otros nuevos. El problema es que deben reponerse y esto provoca que el Departamento de Metales, tenga que detener el proceso actual por dar prioridad a estas reposiciones.

Otro caso que se da es cuando los componentes metálicos se dañan en el mismo proceso de ensamble. Esto ocasiona los mismos problemas al Departamento de Metales.

2.3.2.3. Cantidad incompleta de componentes metálicos

Se detecta en la mayoría de los casos al momento del ensamble, debido a que producción no siempre cuenta con tiempo para contar las piezas recibidas, basándose solamente en la confianza que se le tiene al Departamento de Metales.

Se podría eliminar este problema si los encargados del ensamble detectarían con un tiempo prudente la falta de material y la notificarán para su posterior fabricación en metales. Actualmente esta práctica no se realiza y ocasiona un paro de cómo mínimo 3 horas, tiempo en el que el Departamento de Metales puede reaccionar.

2.3.2.4. Extravió de componentes metálicos

El extravío de componentes es el problema más frecuente que se tiene en las líneas de ensamble (figura 11). El Departamento de Metales dice haber producido y las líneas de ensamble afirman no haber recibido el material. El extravío de estos componentes, en un 90 % se da debido a que no existe un lugar exacto para colocar los mismos (se colocan por toda la planta de producción cuando no hay espacio). Esto quiere decir que sí se produjeron pero se encuentran en un lugar de la planta que nadie sabe. Aún más grande es el problema, porque estos se vuelven a producir y posteriormente se encuentran los que ya se habían producido, causando un desperdicio de material.

2.3.3. Cálculo de eficiencia de las líneas de producción

Para poder determinar la eficiencia actual del proceso de producción, se necesita conocer cuál es la jornada laboral en la que se trabaja y cuál es el tiempo efectivo que utiliza la planta para producir.

2.3.3.1. Horario efectivo de trabajo

El horario de trabajo es de diurno especial según el código del trabajo de Guatemala. Este consiste en trabajo de lunes a jueves de 7:30 a 16:30 y viernes de 7:30 a 15:30 horas. Esto da un total de 9 y 8 horas diarias respectivamente.

Las horas efectivas de trabajo tomando en cuenta 30 minutos diarios de almuerzo y 10 minutos de refacción por la mañana:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo efectivo de producción} &= [19(9 - 0,67) + 4(8 - 0,67)] \\ &= 188 \text{ horas/mes} \end{aligned}$$

Para el cálculo se tomaron 19 días entre lunes y jueves y 4 días viernes para hacer un total de 23 horas.

2.3.3.2. Horas paro por falta de material metálico

Con el historial de paros por falta de material metálico para el 2011 se puede promediar los paros mensuales. A continuación el cálculo:

$$\begin{aligned} &= \frac{14 + 34,4 + 40,5 + 36,2 + 29,8 + 27,5 + 30,2 + 7,5 + 13,5 + 15,8 + 17,5 + 25}{12} \\ &= 24,26 \text{ horas/paro} \end{aligned}$$

Adicional a estas horas, también existe un promedio de horas paro mensuales por diversas situaciones como falta de componentes eléctricos, falta de personal, planificación inadecuada, etc. Este promedio es de 12 horas mensuales.

2.3.3.3. Eficiencia de las líneas de producción

Para determinar la eficiencia de las líneas de producción, se tomará el tiempo efectivo de trabajo (que ya se calculó). Con ellos se sacará una relación que permita la comparación del método actual con el método que se propondrá.

$$eficiencia = \frac{total\ horas\ disponible\ mes - total\ hora\ paro\ mes}{total\ horas\ disponible\ mes}$$

$$eficiencia = \frac{188\ horas - 36,26\ horas}{188\ horas} * 100 = 81\%$$

Esto quiere decir que el 19 % del tiempo disponible para ensamble no se aprovecha debido a paros por diversas causas, entre ellas la falta de componentes metálicos para ensamble.

3. PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE CONTROL JUSTO A TIEMPO

3.1. Análisis de componentes metálicos

Los componentes metálicos necesarios para el ensamble de un equipo de refrigeración se pueden tratar bajo dos criterios: iguales en forma pero en diferentes tamaños y en diferentes en formas y tamaños.

Existen algunos que pueden ser muy delicados en el ensamble por lo cual deben ser tratados con mayor delicadeza. Cada uno lleva diferente destino y la cantidad variara dependiendo de cuántos de ellos lleva cada equipo de refrigeración. La forma varía, pueden ser planos o en tres dimensiones y de ello depende el espacio que ocupan dentro del contenedor.

De todo lo anterior parte el diseño de contenedores que además del transporte debe tener especial cuidado en la calidad de los componentes metálicos y en la comodidad del operario. Por eso es importante que la cantidad que se transporta no sea demasiado alta y el transporte no sea muy largo sino se ajuste de una manera óptima.

3.1.1. Demanda de las líneas de producción

Las cinco líneas de ensamble de refrigeradores tienen diferentes características y capacidades. Se ha dotado a cada línea de producción, acondicionamiento especial para atender modelos diferentes. La siguiente tabla muestra la capacidad de producción por línea, así como el tipo de equipo que mayormente se produce y que servirá como referencia para la asignación de contenedores.

Tabla II. **Capacidad diaria por línea de producción**

Línea	Capacidad diaria	Familia
A	115	1 puerta
B	75	2 puertas
C	15	2 puertas
D	60	Horizontales
E	115	1 puerta

Fuente: Departamento de Ingeniería de Manufactura.

3.1.2. Buffer de seguridad

El Sistema Justo a Tiempo tiene como idea principal, que los materiales estén en el lugar correcto, en el momento correcto y en la cantidad correcta. Siempre para ello es necesario considerar un buffer de seguridad, es decir una cantidad que garantice que no van a parar las líneas de producción ante cualquier contratiempo y que este tiempo les permita recuperarse de forma rápida.

Tabla III. **Capacidad por hora por línea de producción**

Línea	Capacidad por hora	Familia
A	14	1 puerta
B	9	2 puertas
C	2	2 puertas
D	7	Horizontales
E	14	1 puerta

Fuente: Departamento de Ingeniería de Manufactura.

Si en determinado momento a las líneas de producción se llegan a quedar sin componentes metálicos para el ensamble por cualquier razón, el Departamento de Metales debe reponerlo inmediatamente y para esto es necesario para la mayoría de los casos, que pase por las tres áreas (corte, dobléz y troquel).

Se analizan los tiempos de preparación y operación de cada máquina para determinar un buffer de seguridad adecuado a la capacidad de reacción:

Corte:

Tiempo de configuración de la máquina = 30 min.

Tiempo de operación para 1 hora de línea de ensamble = 10 min. En diferentes máquinas de corte.

Troquel:

Tiempo de configuración de la máquina = 60 min.

Tiempo de operación para 1 hora de línea de ensamble = 25 min. En diferentes maquinas de troquelado.

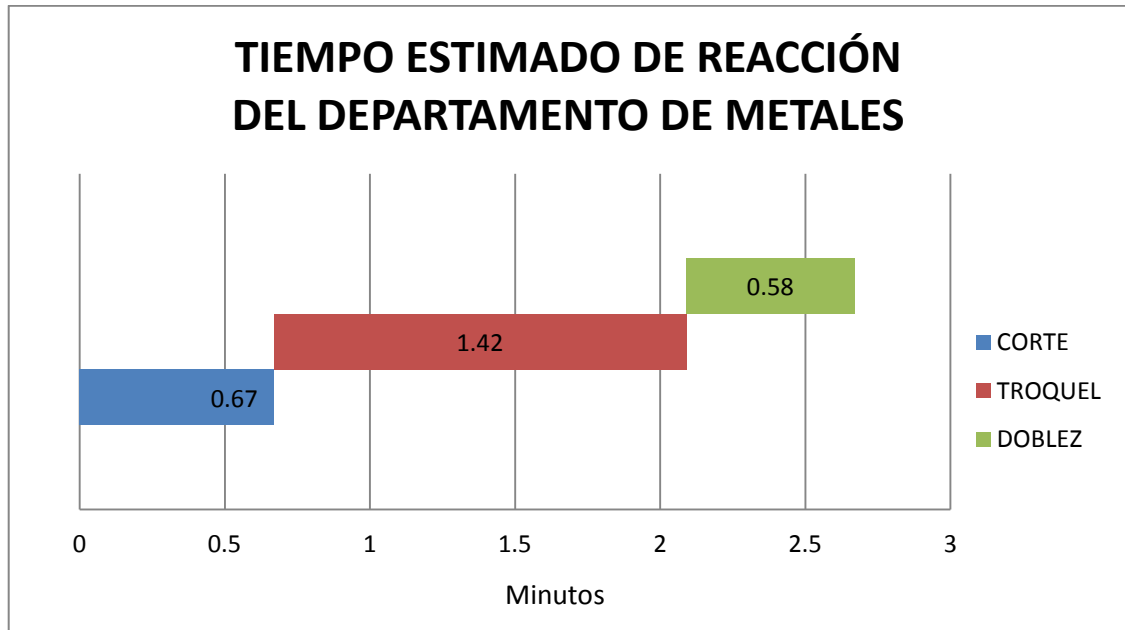
Doblez:

Tiempo de configuración de la maquina = 25 min.

Tiempo de operación para 1 hora de línea de ensamble = 10 min. En diferentes máquinas de dobléz.

Sumando todos estos tiempos de configuración y operación se puede encontrar el tiempo que tarda el Departamento de Metales en reaccionar ante cualquier cambio en la línea de producción. Este tiempo es de aproximadamente 3 horas por lo que es conveniente establecer un buffer de medio día (5 horas). Con esto se asegura que las líneas de ensamble no paren ante cualquier emergencia ya que el buffer disminuirá y dará una alerta por medio de un software de control (se explicará más adelante), de manera inmediata ante cualquier cambio.

Figura 12. Gráfica de tiempos de reacción del Departamento de Metales



Fuente: Departamento de Metales.

3.2. Análisis de capacidad y forma de contenedores

La forma del contenedor dependerá del tamaño y forma de los componentes metálicos que transporten. Para determinar el tamaño se utilizarán los más grandes para dotar al contenedor de la capacidad máxima. Para ello se cuenta con diferentes planos de cada uno de los componentes metálicos que forman el equipo.

3.2.1. Contenedor diseñado por el buffer de seguridad

El buffer de seguridad debe ser de cinco horas de producción en las líneas de ensamble. El tamaño del contenedor variará dependiendo del tamaño y forma de los componentes metálicos y con el diseño se debe tratar de aprovechar al máximo la capacidad del mismo. Una forma de aprovechar el espacio en piso es diseñando contenedores altos con capacidad de ser llenados en dos niveles, siempre considerando el peso del mismo ya que la forma de transporte es manual. Para esto se dotara de ruedas a cada contenedor y esto disminuirá el uso de montacargas para transporte de piezas.

Algunos componentes metálicos tienen el mismo destino, por lo cual es necesario tratar de acomodarlos dentro de un mismo contenedor.

3.2.2. Tipos de contenedores

Se examinan los diferentes componentes que existen necesarios para el ensamble de un equipo de refrigeración comercial, así como el destino de estas dentro de la línea de producción:

- Ensamble 1 (armado tina-gabinete)

Tabla IV. **Componentes metálicos utilizados en ensamble 1**

Destino	Descripción	Piezas/ equipo
TINA	ESPALDA DE TINA	1
	FONDO DE TINA	1
	TOP DE TINA	1
	GRADA DE TINA	1
	LATERAL DE TINA IZQUIERDO	1
	LATERAL DE TINA DERECHO	1
GABINETE	MARCO VERTICAL DERECHO	1
	MARCO VERTICAL IZQUIERDO	1
	ESPALDA EXTERIOR DERECHA	1
	ESPALDA EXTERIOR IZQUIERDA	1
	LATERAL EXTERIOR DER. Y IZQ.	2
	CAP SUPERIOR	1
	CAP INFERIOR	1
	CAVIDAD DE ROTULO	1
	TOP EXTERIOR	1
REFUERZOS	REFUERZO PARA MODULO DE POTENCIA	1
	REFUERZO SUP. PARA BISAGRA	2
	COMPARTIMIENTO UNIDAD CONSADORA	1
	\$REFUERZO SAQUE TYCO FONDO EXTERIOR	1
	\$ REFUERZO DE JALADOR Y REFUERZO DE CAVIDAD	1
	\$ REFUERDO DE TOP DE TINA	2
	\$REFUERZO DE PILASTERS	4
	\$ REFUERZO DE BALASTRO	1
	\$ REFUERZO RIEL Z DE MARCO Y DE LLAVE	1

Fuente: Departamento de Metales.

- Ensamble 2 (instalación de componentes eléctricos)

Tabla V. **Componentes metálicos utilizados en ensamble 2**

Destino	Descripción	Piezas/ equipo
LINEA	DEFLECTOR DE AIRE IZQUIERDO	1
	DEFLECTOR DE AIRE DERECHO	1
	DEFLECTOR AIRE TRASERO CURVO	1
	CLIP DE CUBREMOTOR Y PANEL FRONTAL	2
	SOPORTE SUP. DE CUBREMOTOR	1
BAFFLES	PANA PARA EVAPORADOR	1
	SOPORTE DE VENTILADOR	1
	TAPA DE BAFFLE	1
	PARRILLA PARA BAFFLE	1
	BAFFLE	1
UNIDADES	RIEL DE UNIDAD "A"	1
	RIEL DE UNIDAD "B"	1
	BASE DE CONDENSADOR HELICOIDAL	1

Fuente: Departamento de Metales.

- Ensamble 3 (instalación de sistema de refrigeración)

Tabla VI. **Componentes metálicos utilizados en ensamble 3**

Destino	Descripción	Piezas/ equipo
LINEA	TAPA SUCCION	1
CUBREMOTORES	CUBREMOTOR	1
PUERTAS	REFUERZO PARA LLAVE	1
	REFUERZO DE ESQUINERO REHAU	1
BASES	BASE DE RODO	4
	REFUERZO DE BASE DE RODO	4
	BASE PLANA PARA RODO	8
	RIEL BASE FRONTAL	1
	RIEL BASE TRASERO	1
	RIEL BASE DE UNIDAD	2
	REFUERZO DE REGULADOR	2

Fuente: Departamento de Metales.

En base a las tablas anteriores se puede determinar los tipos de contenedores necesarios para cada ensamble:

Contenedores de ensamble 1:

- Piezas de tina
- Piezas de gabinete
- Laterales exteriores
- Espalda de gabinete
- Marcos de laterales
- Refuerzos varios

Contenedores de ensamble 2:

- Deflectores
- Piezas de baffle
- Piezas de unidad

Contenedor de ensamble 3:

- Tapa succión
- Cubre motores
- Piezas de puerta
- Piezas de bases

A continuación se presenta el análisis y diseño de los contenedores propuestos para mantener el buffer, así como su capacidad.

Piezas de tina:

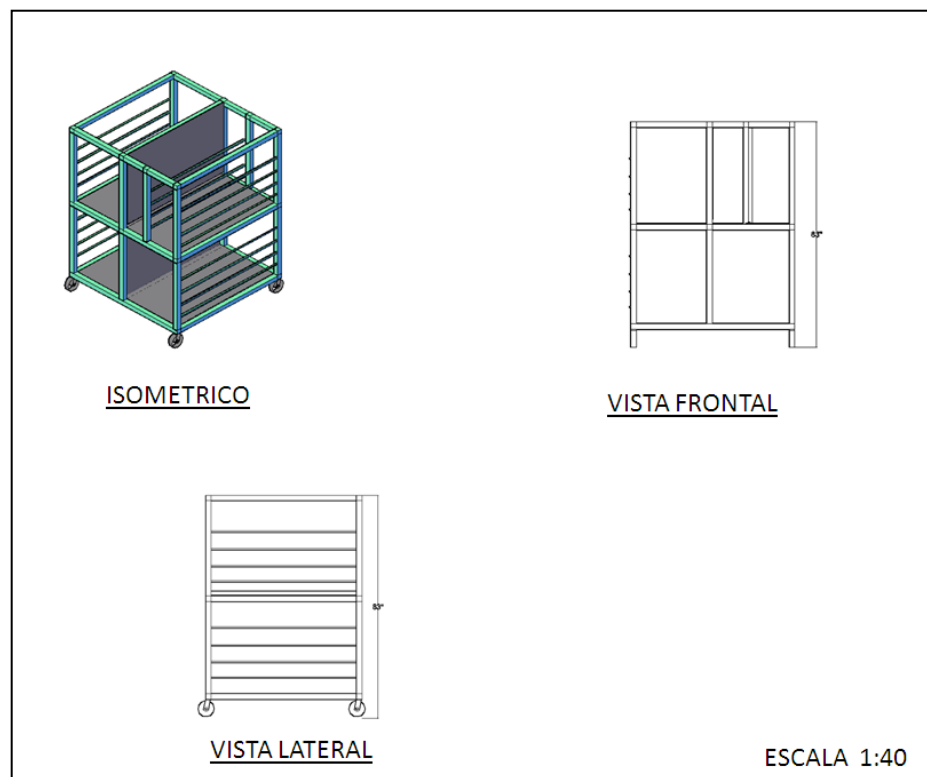
Contiene las piezas necesarias para ensamblar la tina de un equipo de refrigeración.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Espalda de tina
- Fondo de tina
- Top de tina
- Laterales de tina
- Grada de tina

Figura 13. **Contenedor de piezas de tina**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Piezas de gabinete:

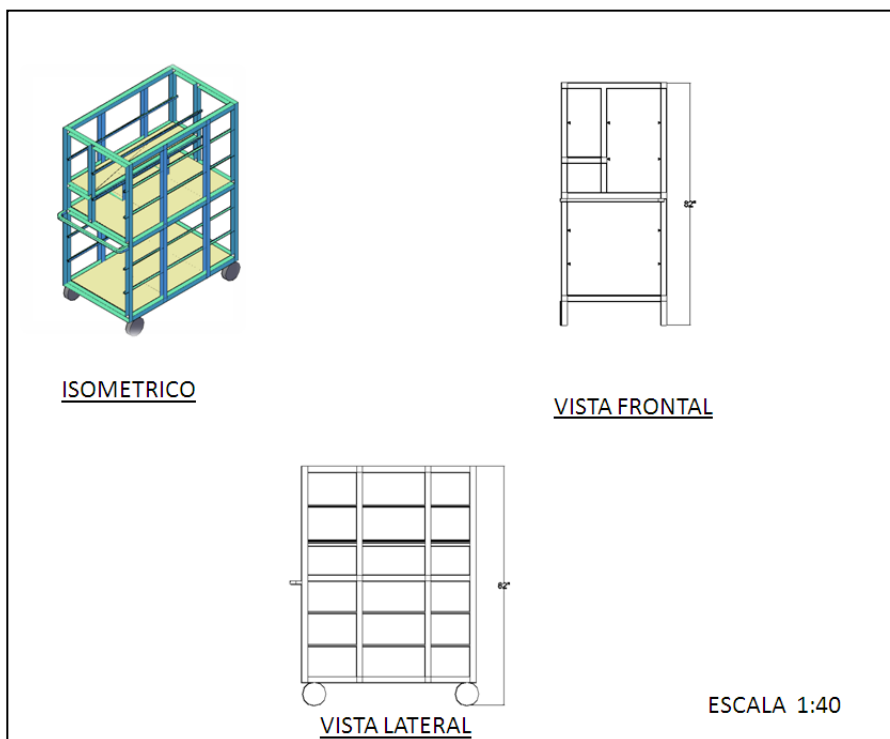
Contiene piezas necesarias para el ensamble del gabinete.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Cap. superior e inferior
- Cavidad de rotulo
- Fondo exterior
- Top exterior
- Grada exterior

Figura 14. **Contenedor de piezas de gabinete**



Fuente: elaboración propia, , con programa de Auto CAD.

Laterales exteriores:

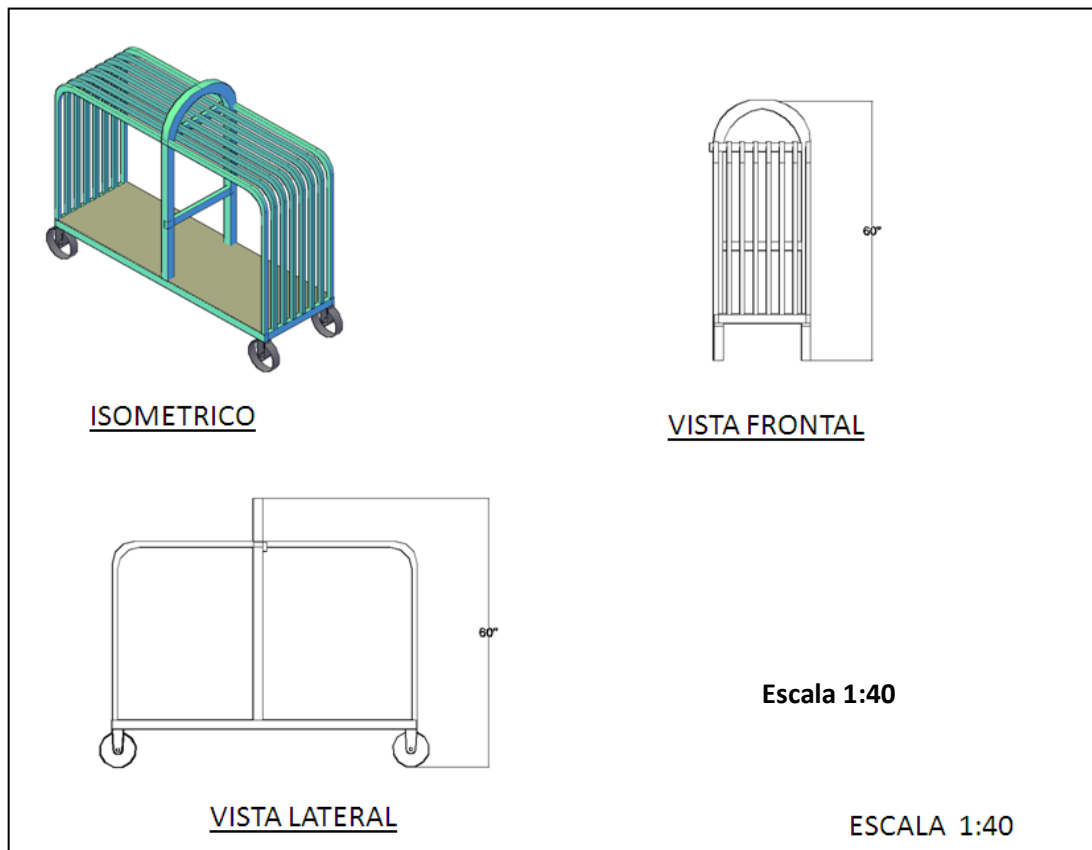
Contiene laterales exteriores izquierdo y derecho para armado de gabinete.

Capacidad: 14 equipos

Componentes metálicos:

- Lateral exterior izquierdo
- Lateral exterior derecho

Figura 15. **Contenedor de laterales exteriores de gabinete**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Espaldas de gabinete:

Contiene espaldas de gabinete.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Espalda de gabinete

Figura 16. **Contenedor de espaldas de gabinete**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Marcos de laterales exteriores:

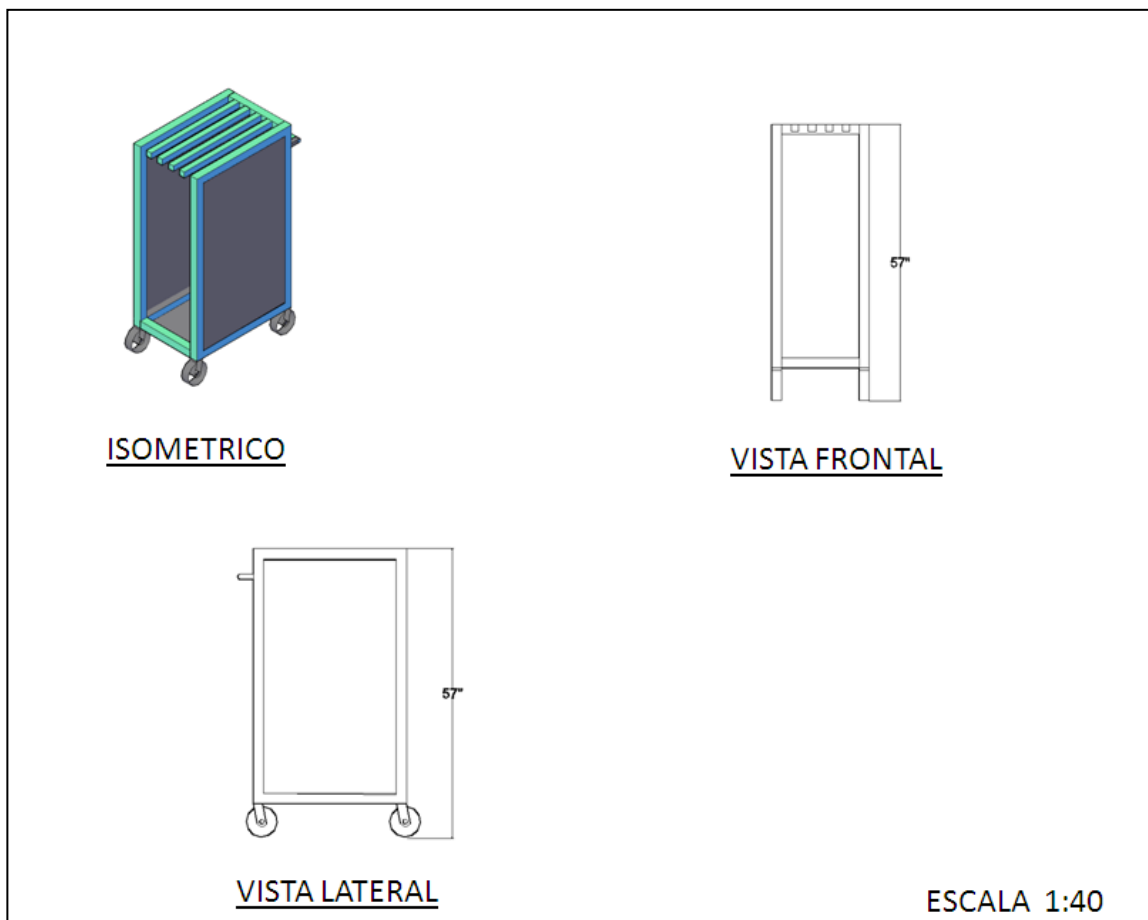
Contiene marcos de laterales izquierdos y derechos.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Marcos laterales

Figura 17. **Contenedor de marcos de laterales exteriores**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Refuerzos varios:

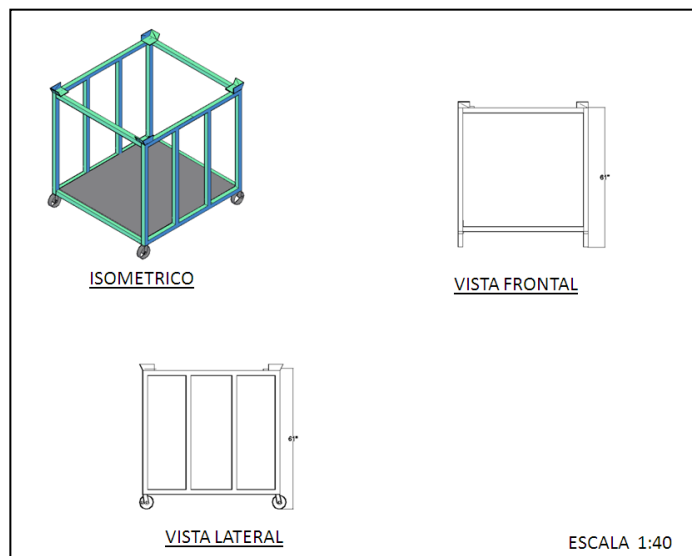
Contiene varios refuerzos de tina y gabinete para ensamble 1.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Refuerzo para módulo de potencia
- Refuerzo superior para bisagra
- Compartimiento unidad condensadora
- Refuerzo saque tyco fondo exterior
- Refuerzo de jalador y refuerzo de cavidad
- Refuerzo de top de tina
- Refuerzo de pilasters
- Refuerzo de balastro
- Refuerzo riel z de marco y de llave

Figura 18. **Contenedor de refuerzos varios**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Deflectores:

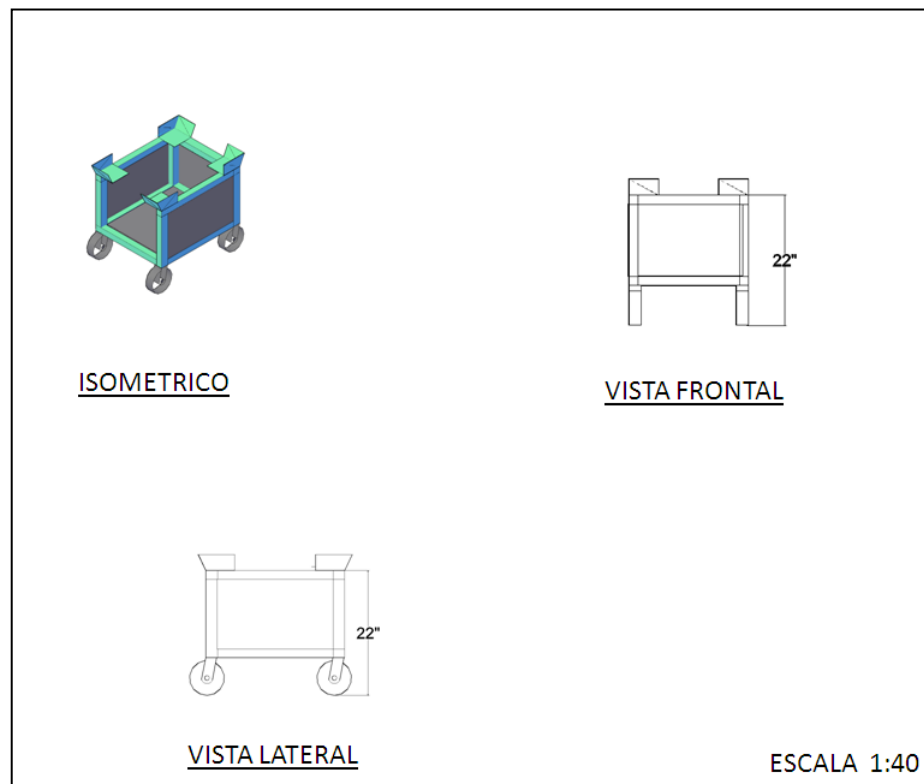
Contiene deflectores de aire que se instalaran en ensamble 2.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Deflectores curvos
- Deflectores de evaporador
- Deflectores de aire izquierdo y derecho

Figura 19. **Contenedor de deflectores**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Piezas de baffle:

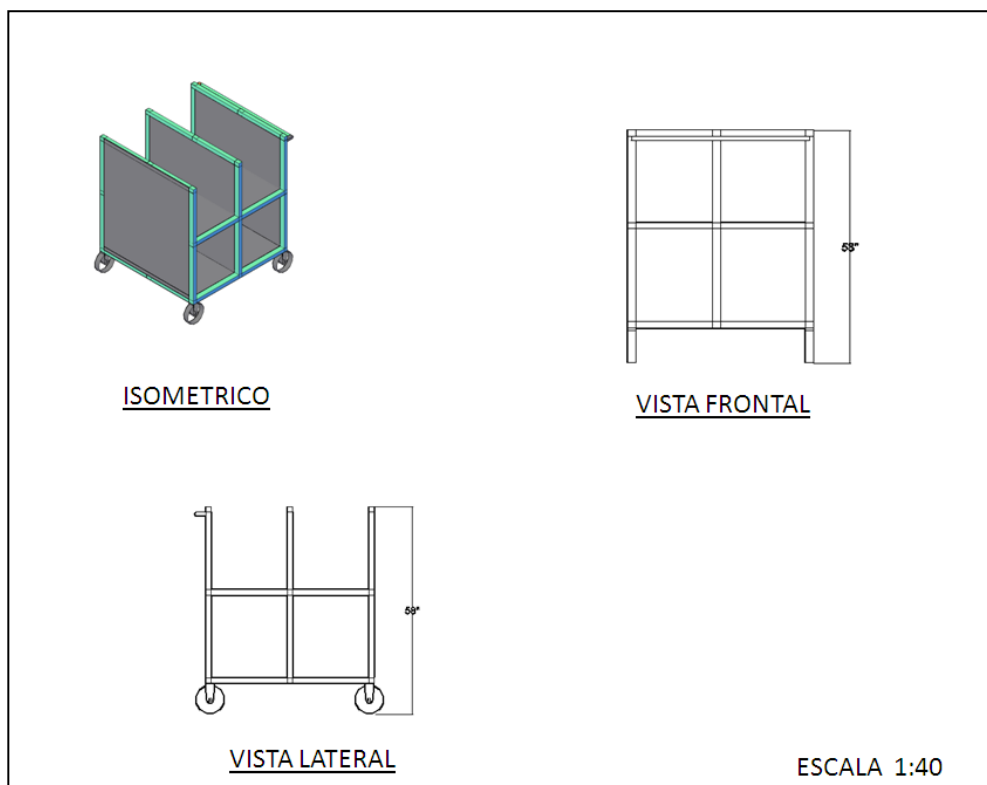
Contiene baffle.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Pana para evaporador
- Soporte de ventilador
- Tapa de baffle
- Parrilla para baffle
- Baffle

Figura 20. **Contenedor de piezas para baffle**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Piezas de unidad

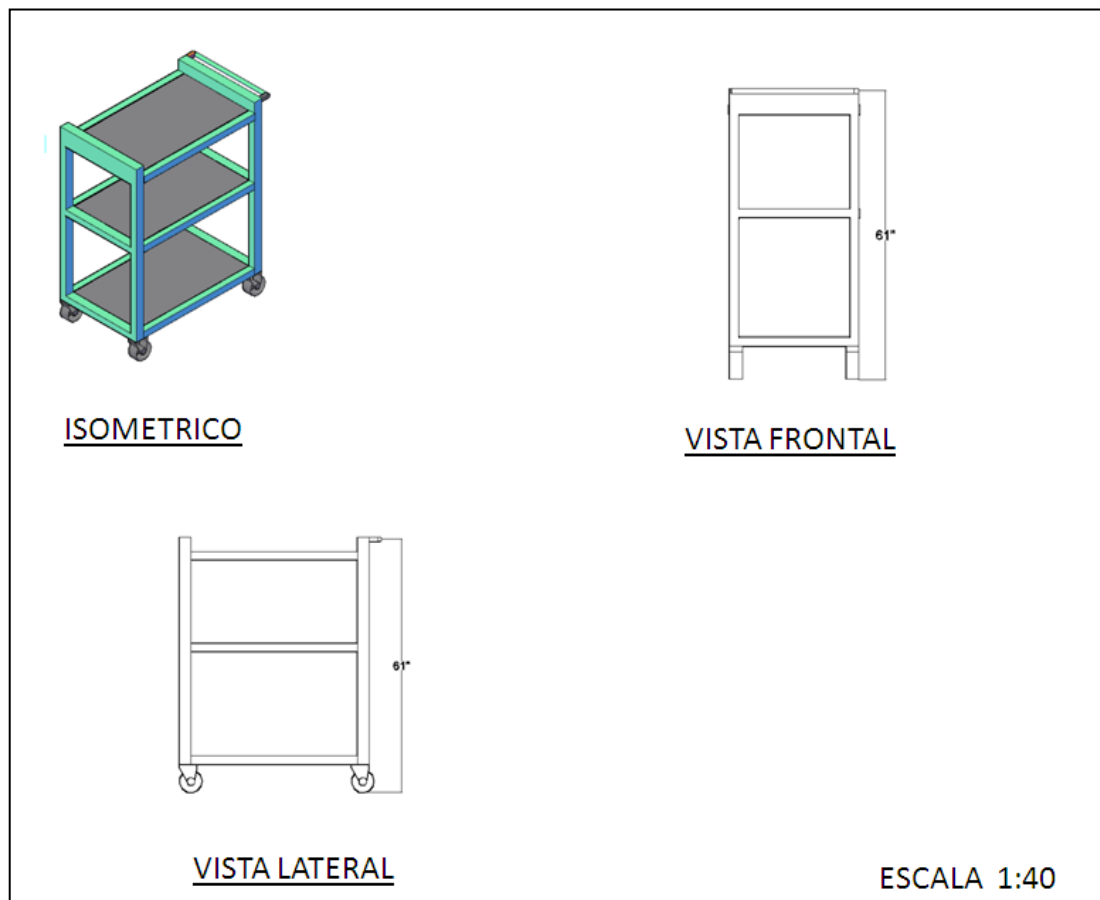
Contiene piezas de unidad.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Riel de unidad "A"
- Riel de unidad "B"
- Base de condensador helicoidal

Figura 21. **Contenedor de piezas de unidad**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Tapa succión:

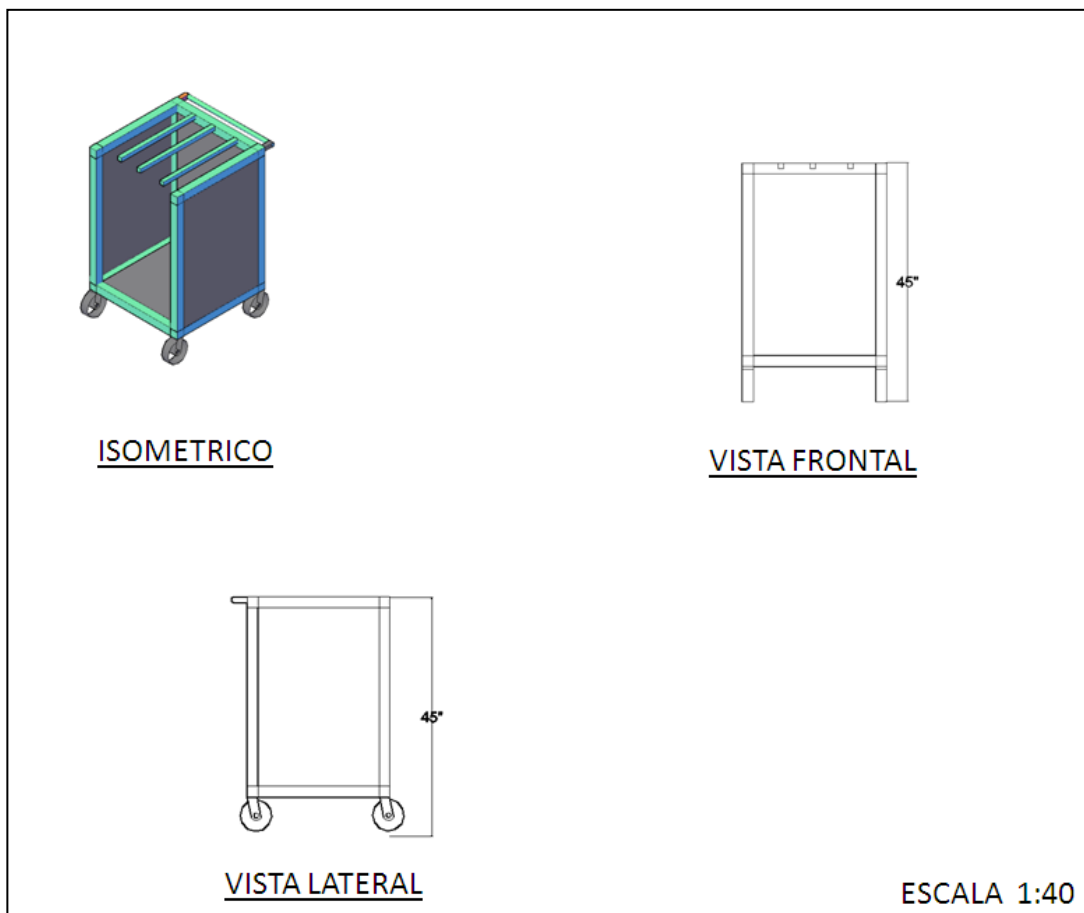
Contiene tapa succiones.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Tapa succión

Figura 22. **Contenedor de tapa succión**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Cubre motores:

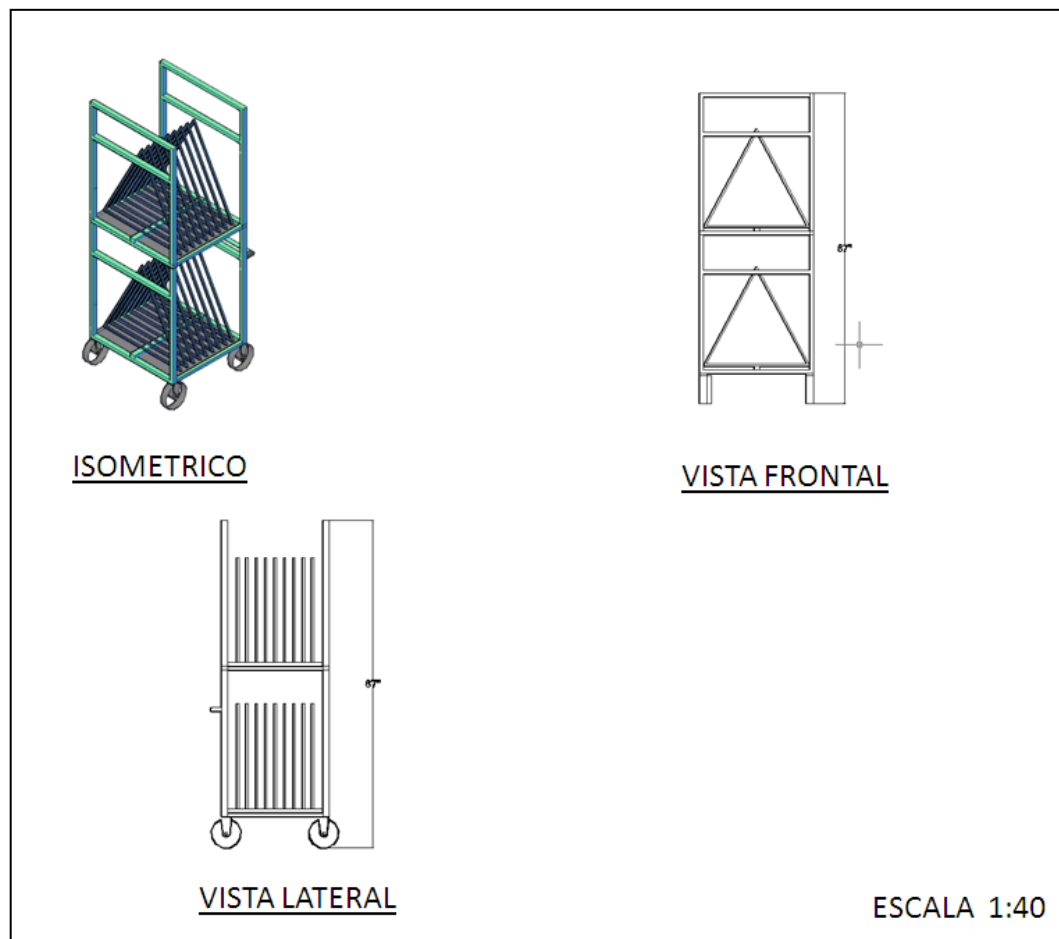
Contiene cubre motores.

Capacidad: 40 equipos

Componentes metálicos:

- Cubre motor

Figura 23. **Contenedor de cubre motores**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Piezas de puerta:

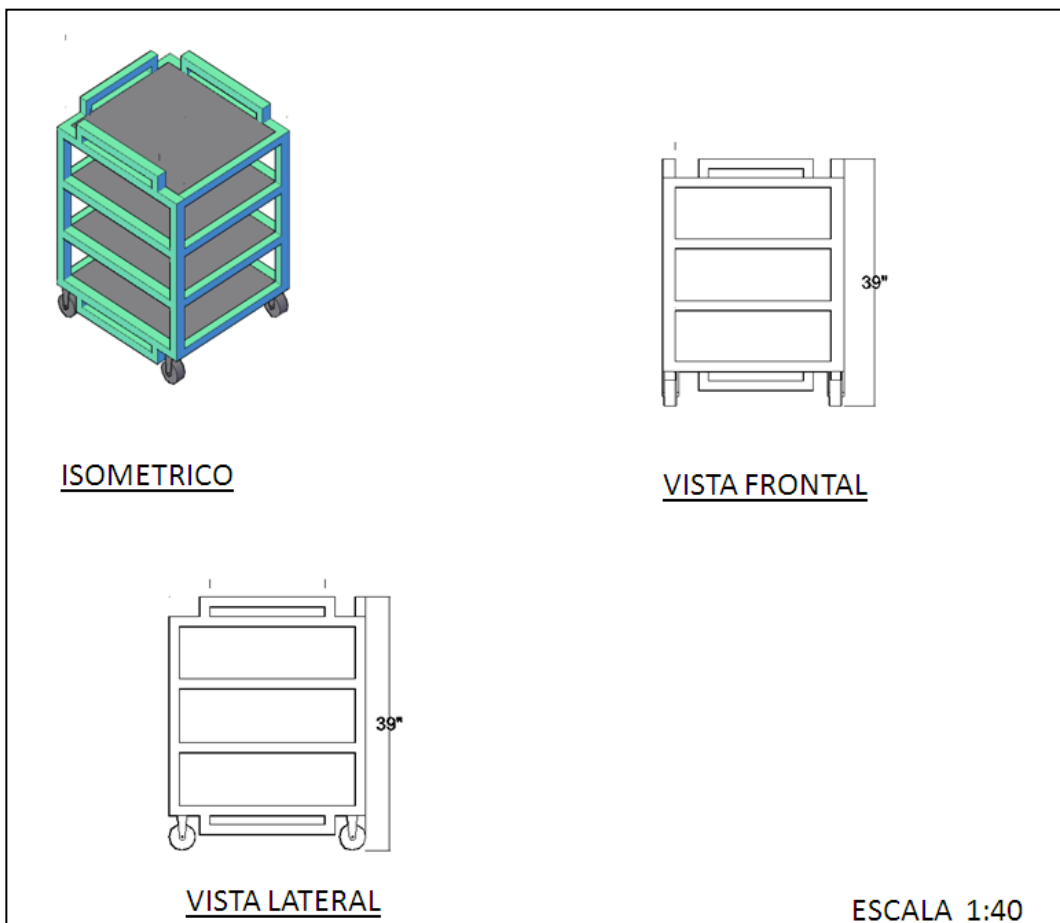
Contiene piezas necesarias para ensamble de puerta.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Refuerzo para llave
- Refuerzo de esquinero

Figura 24. **Contenedor de piezas de puerta**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

Piezas de base:

Contiene piezas necesarias para ensamble de base de equipos.

Capacidad: 50 equipos

Componentes metálicos:

- Base de rodo
- Refuerzo de base de rodo
- Base plana para rodo
- Riel base frontal
- Riel base trasero
- Riel base de unidad
- Refuerzo de regulador

Figura 25. **Contenedor de piezas de base**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

3.2.3. Cantidad de contenedores

Ya definida la forma y capacidad de los contenedores, se debe definir la cantidad exacta de cada uno de ellos para permitir la implementación correcta del sistema Kanban.

Para ello se presenta la siguiente tabla:

Tabla VII. Cantidad de contenedores por línea de producción

CANTIDAD DE CONTENEDORES POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN							
NOMBRE	TIEMPO DE CONSUMO DE CONTENEDOR EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN (POR HORA)	A	B	C	D	E	TOTAL DE CONTENEDORES
Piezas de tina	4	3	3	2	2	3	13
Piezas de gabinete	4	3	3	2	2	3	13
Laterales exteriores	1	4	4	2	2	4	16
Espalda de gabinete	4	3	3	2	2	3	13
Marcos de laterales	4	3	3	2	2	3	13
Refuerzos varios	4	3	3	2	2	3	13
Deflectores	4	3	3	2	2	3	13
Piezas de baffle	4	3	3	2	2	3	13
Piezas de unidad	4	3	3	2	2	3	13

Continuación de la tabla VII.

Tapa succión	4	3	3	2	2	3	13
Cubre motores	4	3	3	2	2	3	13
Piezas de puerta	4	3	3	2	2	3	13
Piezas de bases	4	3	3	2	2	3	13

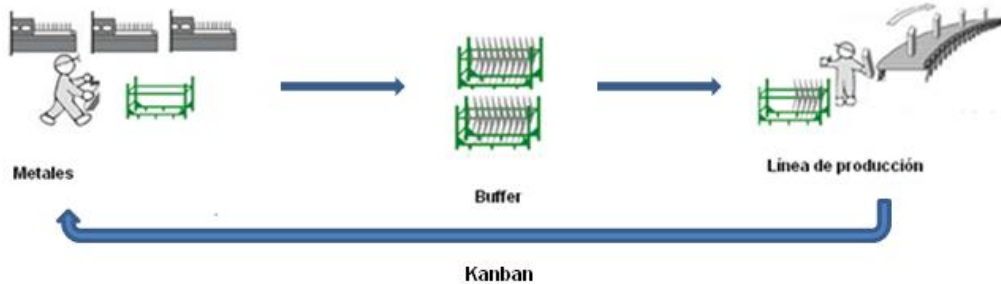
Fuente: elaboración propia.

Existe variabilidad entre la cantidad de cada línea debido a que dos de las cinco líneas de producción son diferentes. Estas dos tienen una capacidad inferior de producción.

Todos los contenedores tienen una capacidad para medio día aproximadamente, a excepción del contenedor de laterales exteriores debido a que estas piezas metálicas son de mayor volumen que el resto y además de ello, cada equipo lleva dos de las mismas por ello se recomienda que únicamente tengas capacidad para una hora, aunque esto implique que existan mas de estos contenedores y su rotación sea mayor y asimismo, exista una máquina de doblado asignada específicamente para este componente.

Esta cantidad de contenedores permitirá que siempre exista un contenedor lleno en la línea de producción, uno o más funcionando como buffer y otro llenándose en el área de metales.

Figura 26. **Ciclo Kanban**



Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Etiquetas de los contenedores (Kanban)

Una de las funciones del Kanban es dar instrucciones a través de una tarjeta sencilla con los datos más relevantes. La tarjeta de una orden de producción contiene: número de orden de producción, nombre del modelo para el cual se va producir, fecha en la que se inicia la producción, tipo de material, código del plano y cantidad de componentes a producir.

Se va a identificar dos tipos de tarjetas con información similar. Una blanca que indica una producción normal y una roja que indica reposición de componente metálico por faltante o por defectos del mismo.

Figura 27. Kanban de producción

Fecha: _____

Numero de orden de producción: _____

Modelo: _____

Componente: _____ Código: _____

Tipo de material: _____

Cantidad: _____ No. Plano : _____

Proceso:

- Corte
- Troquel
- Dobles

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Kanban de reposición

Fecha: _____

Numero de orden de producción: _____

Modelo: _____

Componente: _____ Código: _____

Tipo de material: _____

Cantidad: _____ No. Plano : _____

Proceso:

- Corte
- Troquel
- Dobles

Reposición de piezas

Fuente: elaboración propia.

Cada una de estas tarjetas debe ir pegada al contenedor para saber que producir.

3.3. Ubicación del Sistema de Control Justo a Tiempo

La ubicación física del Sistema de Control Justo a Tiempo, debe ser tal que minimice los transportes de contenedores del Departamento de Metales a las líneas de producción. Para ello se propone una ubicación dentro de la planta al inicio de cada línea de producción y lo más cerca posible del Departamento de Metales.

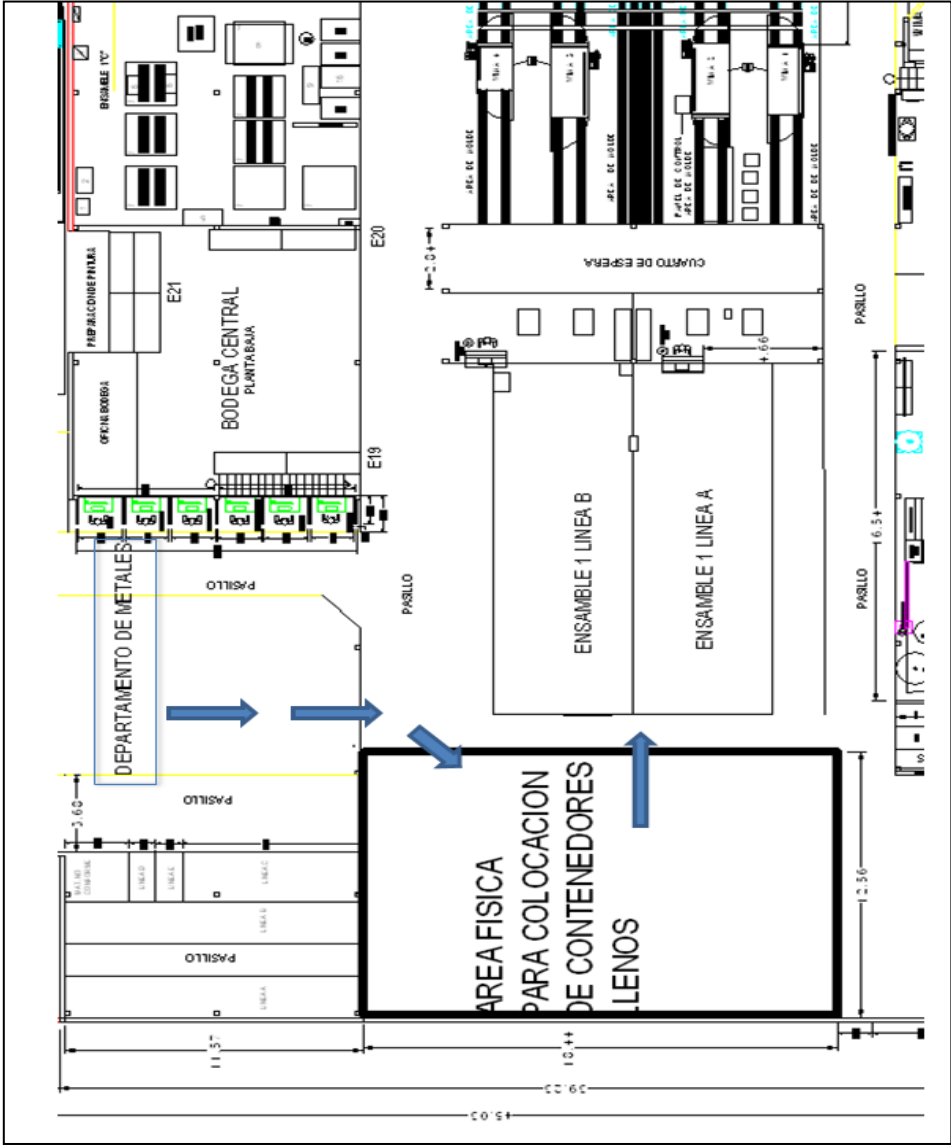
El espacio requerido depende del espacio que ocupen los contenedores y esto se marca en el *lay out* de la figura 29.

3.3.1. Lay out

Existe un espacio que puede aprovecharse para instalar físicamente el Sistema de Control Justo a Tiempo, tomando en cuentas las condiciones antes mencionadas.

Este espacio actualmente se encuentra vacío. Solamente se usa de forma transitoria para colocar tarimas y componentes sobrantes, por lo cual si es factible colocar allí el Sistema de Control Justo a Tiempo. Si se instala en ese lugar, el transporte queda a 5 metros del inicio de las líneas de ensamble (ensamble 1) y a 20 metros el área de metales. Esto facilita el transporte para componentes recibidos y componentes entregados.

Figura 29. **Lay out** de ubicación de Sistema de Control Justo a Tiempo



ESCALA 1:150

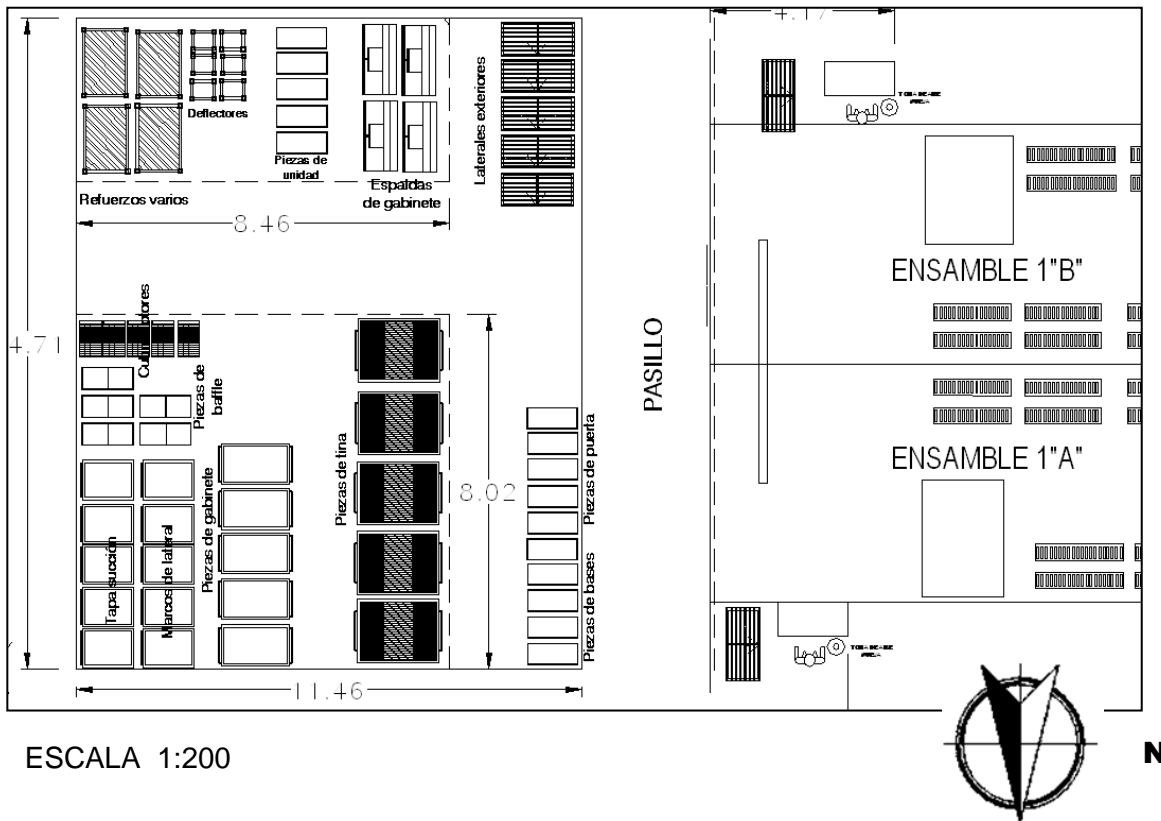


Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

3.3.2. Posición de cada contenedor

La posición de cada contenedor para crear el buffer, depende de la cantidad de contenedores para cada diferente componente. Se propone agruparlos por tipo de contenedor y optimizar el espacio disponible dentro de la planta. Los contenedores para refuerzos varios y deflectores tiene la ventaja de poder estivarlos hasta tres filas. Con esto se puede optimizar mejor el espacio físico.

Figura 30. **Lay out de ubicación de contenedores dentro del Sistema de Control Justo a Tiempo**

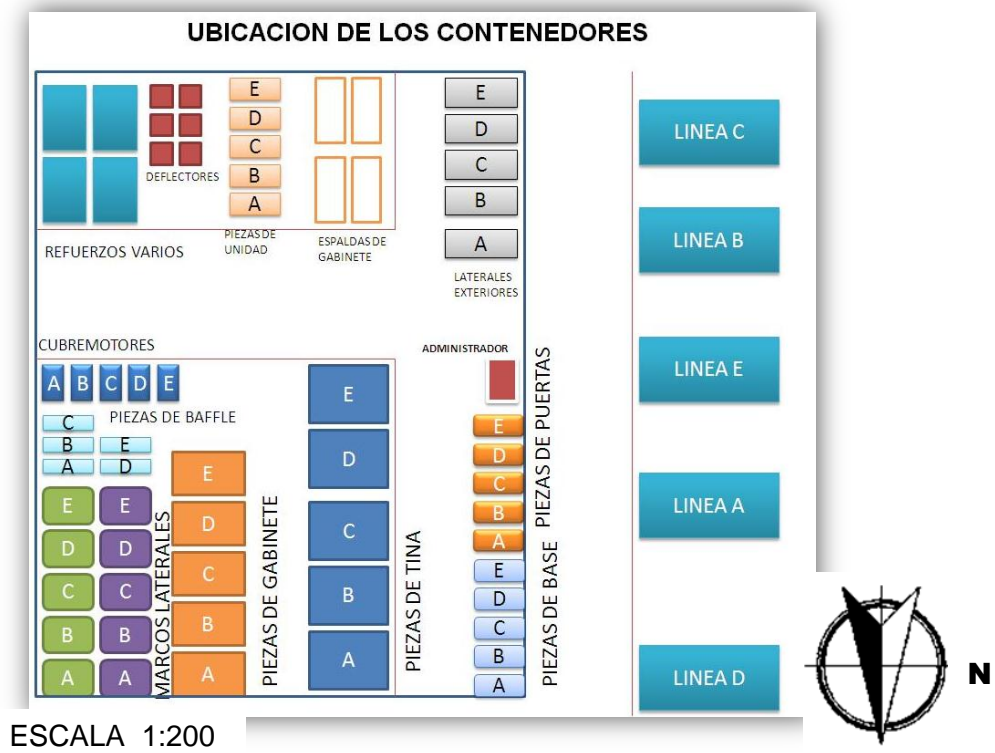


Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

3.3.3. Señalización y accesos

Para ayudar visualmente a los operarios a identificar la posición de cada contenedor, se creará señalización en el piso y en las paredes donde se instalarán el Sistema de Control Justo a Tiempo. De esta forma será más sencillo ubicar cada contenedor y determinar cuando no se esta cumpliendo con el buffer deseado (ausencia de un contenedor). La señalización en el piso se hará a través de marcas con pintura amarilla (este es el color que se utiliza estándar en la planta). Para el caso de la señalización en la pared, consiste en colocar un rotulo (figura 31) que contenga la posición de cada uno de los contenedores.

Figura 31. **Rótulos para ubicación de contenedores dentro del Sistema de Control Justo a Tiempo**



ESCALA 1:200

Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

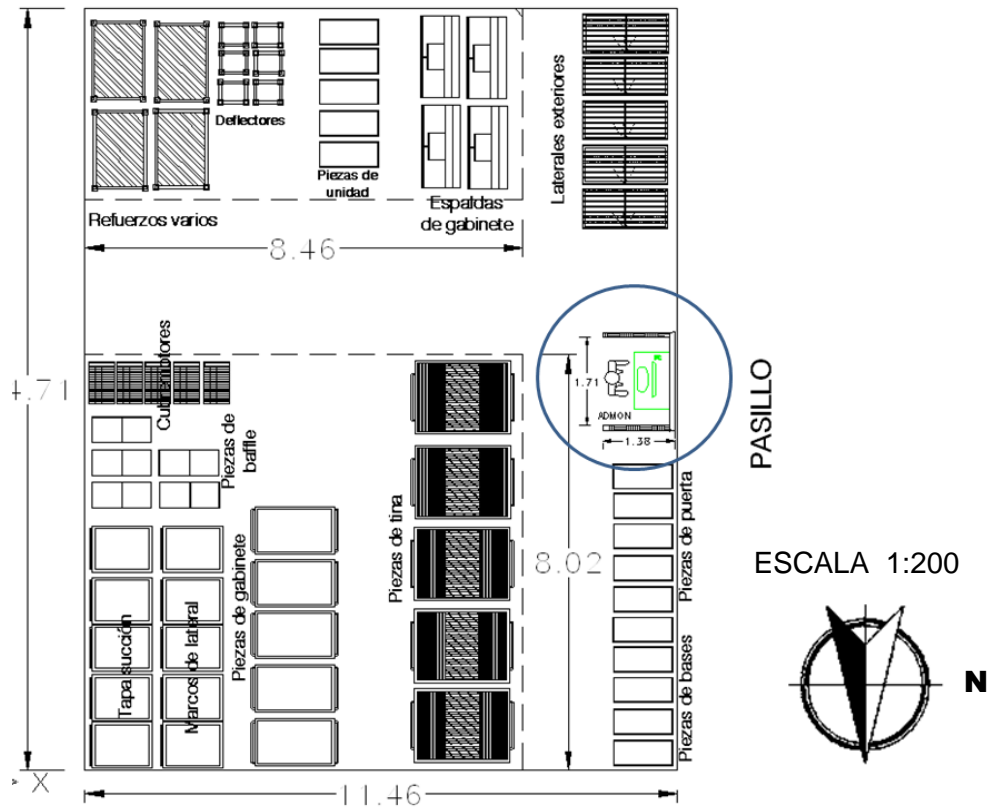
Los accesos para cada contenedor serán marcados en el piso y de color amarillo, permitiendo que se transite de mejor manera por el área y se eviten accidentes y confusiones por parte de los operarios.

3.3.4. Ubicación del administrador

El administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo se debe ubicar en una posición en la cual pueda ver y controlar entradas y salidas de material, por lo tanto se recomienda ubicarlo en la parte central del área.

A continuación se muestra la ubicación propuesta para el administrador del sistema (figura 32).

Figura 32. **Ubicación del administrador dentro del Sistema de Control Justo a Tiempo**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

3.4. Forma de administración del Sistema de Control Justo a Tiempo

Las tarjetas de Kanban disminuyen significativamente el uso de papelería impresa para órdenes de compra, ya que en dicha tarjeta se incluyen todas las especificaciones necesarias para producir.

El Sistema de Control Justo a Tiempo solamente contará con un software de control sencillo, que ayudará a visualizar de forma fácil cada orden de producción. En este sistema se podrá contar con información en cualquier momento acerca de que es lo que se esta produciendo, así como que es lo que se producirá en determinado día.

Gracias a este programa (si se llena correctamente), se pueden proveer bajas en el buffer. Este sistema estará a cargo de registrar entradas y salidas de material del buffer.

El encargado de llenar las tarjetas Kanban es el supervisor del área de metales. El administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo, solamente servirá de apoyo al supervisor de metales al momento de realizar la programación de producción.

3.4.1. Personal asignado para administrar el Sistema de Control Justo a Tiempo

Se necesita una persona para administrar el Sistema de Control Justo a Tiempo quien será responsable de registrar entradas y salidas de material al área y de notificar al Departamento de Metales, cuando exista alguna diferencia entre lo requerido y lo recibido.

También se necesita una persona como encarga del área, quien físicamente realice las entradas y salidas de material. Cuatro personas estarán a su cargo, quienes lo apoyaran en recepciones, conteos y entregas de componentes metálicos a las líneas de ensamble. También deben verificar que los componentes metálicos recibidos cuenten con las especificaciones solicitadas por el cliente.

3.4.2. Perfil del personal asignado

El administrador del sistema debe tener ciertos conocimientos y habilidades que le permitan desarrollar su trabajo con eficiencia. Estas se describen a continuación:

Título: Administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo.

Unidad Administrativa: Producción

Área de trabajo: Planta de producción

Supervisión recibida: Jefe de planta

Habilidades personales:

Rapidez, motricidad gruesa, control y habilidad numérica, alto grado de servicio al cliente.

Cualidades personales:

Liderazgo, comunicación, entrenador, planificador

Manejo de equipo:

PC (Windows, Office)

Función principal del puesto:

Control, recepción y abastecimiento de los componentes metálicos hacia los puntos de ensamble según sean requeridos de acuerdo a los criterios Kanban.

Funciones específica del puesto

- Controlar los registros de entradas de componentes metálicos al sistema así como las salidas de los mismos hacia las áreas de ensamble.
- Planear la entrega de componentes metálicos desde el sistema hacia las áreas de ensamble.

- Controlar los componentes metálicos faltantes durante la entrega de metales hacia el sistema.
- Coordinar y supervisar la operación de cada uno de sus colaboradores.
- Controlar el inventario de componentes metálicos sobrantes.

Responsabilidades del puesto:

Control y supervisión de inventarios de entradas y salidas de componentes metálicos y asegurar el abastecimiento de las líneas.

Comunicación:

- Interna: gerente de producción y jefe planta y supervisores de producción.
- Externa: ninguna.

Toma de decisiones:

- Bajo autorización y supervisión del gerente de producción y/o jefe de planta.

Condiciones de trabajo

- Ambiente:

El puesto es desarrollado bajo excelentes condiciones de iluminación, limpieza y de ventilación.

- Condiciones a soportar:

Por el tipo de trabajo es necesario que el puesto se realice bajo niveles alto de ruido.

- Accidentes:

Ocasionalmente si se expone a las áreas expuestas a los mismos.

- Enfermedades:

Ninguna.

Equipo de seguridad a utilizar:

El determinado por seguridad industrial.

Esfuerzo:

Visual y mental

3.4.3. Roles del personal asignado

Las funciones principales del personal asignado al administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo son las siguientes:

- Recibir diariamente las instrucciones del encargado.
- Recibir el material proveniente del Departamento de Metales.
- Contar que el material este completo. Reportar las diferencias en caso las hubiese.
- Verificar que el material que se recibió cumpla con las especificaciones de los planos. Si no coinciden con dichas especificaciones, informar al encargado.
- Informar al encargado sobre el material que se recibió.
- Preparar el material cuando las líneas de producción lo soliciten.

3.4.4. Encargado del personal asignado

El encargado del Sistema de Control Justo a Tiempo es el responsable de coordinar a sus operarios asignados a tal modo de cumplir con recepción, verificación y entrega de materiales. Este debe tener constante comunicación con el administrador, pues es quien informa sobre cualquier diferencia que pudiese darse tanto en calidad como en cantidad de componentes metálicos.

El encargado del sistema debe estar también en constante comunicación con los encargados de los diferentes ensambles de las líneas de producción. Esto garantizará que se entreguen a tiempo y por las vías correctas.

3.5. Aportes a Producción más Limpia

Existen varios aportes a Producción más Limpia, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

Reducción del consumo de metal:

Se reducirá el consumo de metales debido a que se llevará un mejor control de los componentes metálicos. Esto ocasionará que solamente se reprocese lo que se necesita y no en base a faltantes por pérdida de material. Además con el uso de cada contenedor se reducirá el riesgo de lastimar las piezas.

Existirá siempre un inventario de piezas sobrantes que permitirá en cualquier momento verificar la existencia de las mismas en caso de faltantes futuros. Esto permitirá un mejor aprovechamiento de las mismas.

Disminución de consumo de gas propano:

Se reducirá el consumo de gas propano utilizado por los montacargas, para el traslado de componentes metálicos ya que actualmente este es el método que se usa. Este movimiento ahora será manual debido a que los contenedores cuentan con rodos para su traslado. Solamente será necesario el uso de montacargas, cuando se necesite trasladar contenedores muy pesados o subirlos a sobre otro contenedor como es el caso de los contenedores de deflectores y refuerzos.

Reducción de consumo de energía eléctrica:

Se reducirán las horas extras debido a que ya no existirán paros por falta de material. Esto ocasionara que ya no se inviertan recursos innecesarios tales como la energía eléctrica utilizada en horas extras la cual se incrementa debido a que se realizan por lo general en horas en la cuales ya es necesario utilizar lámparas.

Reducción de consumo de papel:

Debido a la implementación de tarjetas para producción como órdenes de producción, se reducirá el consumo de papel para impresión. Cada una de estas tarjetas, debe ir pegada al contenedor y debe pasar por los tres procesos (corte, dobléz y troquel) sin necesidad de reemplazarla ya que tiene la ventaja de solamente marcar el proceso por el cual se encuentra.

3.6. Capacitación del personal

Antes de implementar el nuevo método, es necesario que todos los implicados tengan conocimiento de las herramientas del mismo. Estas van de lo teórico a lo práctico.

Las capacitaciones se realizarán acerca del sistema justo a tiempo, Kanban y el software de control que se utilizara para registrar todos los movimientos de entradas y salidas de componentes metálicos al sistema, así como el control de piezas sobrantes y faltantes.

3.6.1. Capacitación sobre Sistema Justo a Tiempo y Kanban

El objetivo de las capacitaciones es dotar a todo el personal involucrado de los conocimientos necesarios para la implementación del Sistema Justo a Tiempo apoyado por el Kanban.

La metodología a utilizar es una presentación con los tópicos más importantes, es decir, dar la definición, objetivos, principios, etapas y beneficios del Sistema Justo a Tiempo y Kanban.

Adicional a esta información, se pretende mostrar como se llevara a cabo este sistema en la empresa. Cuales son los contenedores, para qué materiales se deben utilizar, cual es su capacidad, donde se encuentran y que es lo que se espera con este método. Existe una sala especial en recursos humanos de Fogel que se podrá ocupar para esta capacitación.

Figura 33. **Presentación para capacitación sobre Justo a Tiempo y Kanban**



Fuente: Departamento Ingeniería de Manufactura.

3.6.2. Capacitación sobre software de control

El software de control para llevar el control de entrada y salida de componentes metálicos debe ser de uso muy sencillo y fácil manejo para el administrador. Esto permitirá que la información sea confiable y útil.

El Departamento de Sistemas será el responsable de realizar el software bajo las especificaciones que se le proporcionen. Posteriormente se dará la capacitación en la sala de recursos humanos y se mencionara la importancia de tener actualizada la información.

Esta capacitación debe ser únicamente proporcionada al administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo y al encargado.

3.7. Beneficios de la implementación del nuevo sistema

Son múltiples los beneficios que se darán con la implementación de este nuevo sistema, ya se mencionaron algunos para Producción más Limpia. Ahora se van a analizar que impacto tiene en los paros de línea por falta de componentes metálicos.

3.7.1. Reducción de horas paro por falta de material metálico

En el capítulo dos, se analizo la cantidad de horas que las líneas de producción pararon por concepto de falta de componentes metálicos (tabla número 10), aproximadamente 25 horas mensuales, y 12 horas mensuales bajo otras causas, haciendo un total de 37 horas. Esta información servirá para calcular la eficiencia aplicando el nuevo método.

3.7.2. Eficiencia de las líneas de producción

Con el nuevo sistema justo a tiempo, las 25 horas mensuales de paro por falta de material metálico deben desaparecer debido a que se llevara un mejor control de lo producido en cuanto a cantidad, calidad y tiempo.

$$eficiencia = \frac{total\ horas\ disponible\ mes - hora\ paro\ mes}{total\ horas\ disponible\ mes}$$

$$eficiencia = \frac{188\ horas - 12\ horas}{188\ horas} * 100 = 94\%$$

Lo que representa un aumento de la eficiencia del 13 % con respecto a la eficiencia actual (81 %).

3.8. Análisis financiero del proyecto

Definidos todos los aspectos necesarios para implementar el Sistema de Control Justo a Tiempo, se examina costo que tiene cada uno de los recursos utilizados para luego determinar cuál es el beneficio del proyecto.

3.8.1. Horas paro por falta de material metálico para el 2011 en las líneas de producción

El promedio mensual de horas paro por falta de material metálico en las líneas de producción es de 25. Esta información corresponde al 2011.

Tabla VIII. Paros mensuales por falta de material metálico

Ene.	Feb.	Mar	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
14	34,4	40,5	36,2	29,8	27,5	30,2	7,5	13,5	15,8	17,5	24,16

Fuente: elaboración propia.

3.8.2. Cálculo del costo por hora paro en las líneas de producción

El costo por una hora de paro de las líneas de producción puede analizarse desde dos puntos de vista. El primero, es el ingreso que pudo haberse generado, pero no se generó y el otro es el costo de pagar horas extras. Se debe analizar el costo de pagar horas extras.

Cada línea de producción cuenta con 54 personas, además de un encargado por ensamble y 49 personas para acabado final y empaque. La tabla IX resume el total de trabajadores para toda la línea.

Tabla IX. **Cantidad total de operarios y encargados en una línea de producción, acabado final y empaque**

Área	Cantidad de personas
Línea de producción	54
Acabado final y empaque	49
Encargados	7
Total	110

Fuente: Departamento de Producción.

El costo de una hora normal para un operario de línea de producción y acabado final y empaque es de Q 12,00 y para un encargado es de Q 15,00.

El costo por hora extra es el siguiente:

$$\text{Costo} = (Q12 \times 1,5 \times 103) + (Q15 \times 1,5 \times 7) = Q 2 011,50/\text{hra.}$$

Según el análisis de paros en las líneas de producción, todos los días existió aproximadamente una hora de paro por falta de componentes metálicos. Esto quiere decir que todos los días se paga Q 2 011,50 en horas extras.

3.8.3. Costo de contenedores

Se cotizo en tres diferentes lugares el costo de cada contenedor, de ellos se eligió fabricar en los tres lugares tomando en cuenta los mejores precios y tiempos de entrega. La tabla X muestra un resumen de los precios de los contenedores:

Tabla X. **Tabla de costos de fabricación de contenedores**

NOMBRE	COSTO UNITARIO	TOTAL DE CONTENEDORES	COSTO TOTAL
Piezas de tina	Q2 580,00	13	Q33 540,00
Piezas de gabinete	Q1 920,00	13	Q24 960,00
Laterales exteriores	Q1 395,00	16	Q22 320,00
Espalda de gabinete	Q1 350,00	13	Q17 550,00
Marcos de laterales	Q780,00	13	Q10 140,00
Refuerzos varios	Q1 320,00	13	Q17 160,00
Deflectores	Q1 050,00	13	Q13 650,00
Piezas de baffle	Q840,00	13	Q10 920,00
Piezas de unidad	Q840,00	13	Q10 920,00
Tapa succión	Q780,00	13	Q10 140,00
Cubre motores	Q750,00	13	Q9 750,00
Piezas de puerta	Q1 275,00	13	Q16 575,00
Piezas de bases	Q1 260,00	13	Q16 380,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total de fabricación de todos los contenedores es de Q 214 005,00

3.8.4. Costo mensual de mano de obra directa de los operadores y administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo

Ya se determino que se necesita un administrador, un encargado y cuatro operarios para atender el Sistema de Control Justo a Tiempo. Ahora examinemos como parte del análisis financiero, cual es el costo mensual de dicha mano de obra.

Tabla XI. **Tabla de cantidad de personal para atender el Sistema Justo a Tiempo**

Puesto	Cantidad de personas
Administrador	1
Encargado	1
Operarios	4
Total	6

Fuente: elaboración propia.

El costo mensual de mano de obra se refleja en la siguiente tabla:

Tabla XII. **Costos de mano de obra directa para atender el Sistema de Control Justo a Tiempo**

Puesto	Cantidad de personas	Sueldo mensual	Total
Administrador	1	Q 5 500,00	Q 5 500,00
Encargado	1	Q 3 200,00	Q 3 200,00
Operarios	4	Q 2 500,00	Q 10 000,00
Total			Q 18 700,00

Fuente: elaboración propia.

Este es el último dato que se necesita para el análisis de los costos.

3.8.5. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Se va determinar la tasa interna de retorno para definir si es factible realizar esta inversión. La tasa mínima que acepta la empresa es del 12 % para sus proyectos de inversión para 5 años.

Costos de inversión:

Fabricación de contenedores Q 214 005,00

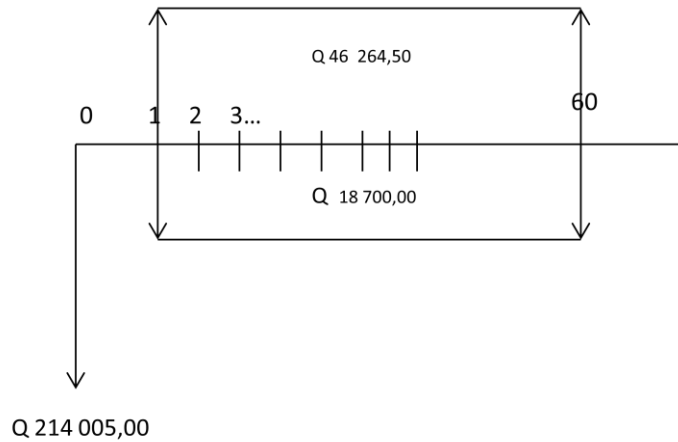
Costo mensual:

Mano de obra Q 18 700,00

Ahorro mensual:

Horas extras que no se pagaran Q 46 264,50

Figura 34. Diagrama de flujo de caja



Fuente: elaboración propia.

La ecuación a utilizar para calcular la TIR es la siguiente:

$$VPN = -I + \frac{A[1 - (1 + i)^{-n}]}{i}$$

$$0 = -214\,005,00 + \frac{27\,564,50[1 - (1 + i)^{-n}]}{i}$$

Después de varias iteraciones, se encontró que la Tasa Interna de Retorno es del 13 % por lo cual se puede concluir en que si es rentable el proyecto.

3.8.6. Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión

Otro indicador importante posterior a identificar la Tasa Interna de Retorno, es el tiempo en el cual se recuperara la inversión.

Este indicador también ayuda a tomar la decisión de invertir o no invertir.

Para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Inversion} = (\text{diferencia de ingresos y egresos mensuales}) (\text{tiempo})$$

$$214\ 005 = 27\ 564,50t$$

$$t = 8$$

Este resultado indica que en aproximadamente 8 meses se recuperara la inversión.

3.8.7. Cálculo de beneficios del proyecto

Los resultados de la TIR y el período de recuperación de inversión, indican que si es rentable económicamente la implantación del nuevos sistema, ya que se ajustan a los requerimientos de la alta dirección (TIR > 12 % y período de recuperación > 5 años).

El beneficio económico es evidente desde el punto de vista de los costos fijos mensuales comparados con los costos de horas extras actuales. Los costos del mantenimiento del sistema son de Q18 500,00 mensuales mientras lo que actualmente se paga en concepto de horas extras es de Q 46 264,50. Esto equivale a un ahorro mensual de Q27 764,50.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL JUSTO A TIEMPO

4.1. Cronograma de actividades

Los pasos que se ejecutaron para realizar el proyecto se describen en el cronograma mostrado en la figura siguiente.

Figura 35. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	2012												
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
INDUCCION A LA EMPRESA	PROGRAMADO												
	100%												
INTRODUCCION AL PROCESO PRODUCTIVO	PROGRAMADO	PROGRAMADO											
	REAL	100%											
OBSERVACION DE LAS ACTIVIDADES DE PRODUCCION		PROGRAMADO	PROGRAMADO										
		REAL	100%										
DEFINICION DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS			PROGRAMADO	PROGRAMADO									
			REAL	100%									
RECOPIACION DE INFORMACION				PROGRAMADO	PROGRAMADO	PROGRAMADO							
				REAL		100%							
ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION						PROGRAMADO	PROGRAMADO						
						REAL	100%						
DISEÑO DE LA PROPUESTA							PROGRAMADO	PROGRAMADO					
							REAL	100%					
PRESENTACION DE LA PROPUESTA									PROGRAMADO	PROGRAMADO			
									REAL	100%			
PRESENTACION DE HERRAMIENTAS PARA SEGUIMIENTO Y MEDICION											PROGRAMADO	PROGRAMADO	
											REAL	100%	

PROGRAMADO
REAL

Fuente: elaboración propia.

4.2. Análisis del proceso

El nuevo método que esta por implementarse es un complemento a la manufactura esbelta. No existe un cambio en el método de producción ni del Departamento de Metales ni de las líneas de ensamble. El Sistema de Control Justo a Tiempo es un método que permite convertir el sistema de producción en lotes a un sistema de producción en línea.

Se analizará a continuación algunos aspectos que pueden ser claves para la ejecución del proyecto.

4.2.1. Situación real versus teórica del Sistema de Control Justo a Tiempo

Como todo proyecto hay algo de incerteza en la propuesta, es decir que se puede dar el caso de que la situación real no sea exactamente igual a la teórica y por tal razón los resultados finales no sea los esperados pero si con un grado de proximidad.

Al momento de implementar la propuesta se espera que los beneficios se den paulatinamente debido a que representa un cambio en la estructura actual de control de componentes metálicos.

Algunos factores que pueden inferir en los resultados deseados pueden ser: la falta de capacidad de los operarios, resistencia al cambio, materiales de mala calidad, retrasos por cambio en secuencia de producción debido a pedidos urgentes, etc. Los primeros dos se pueden prevenir por parte de la dirección mejorando las capacitaciones y los entrenamientos y comprometiendo al personal a realizar un buen trabajo.

El tercero depende del Departamento de Compras, ya que son ellos quienes tienen el derecho de exigir calidad a los proveedores o cambio de los mismos.

Otros factores no son responsabilidad directa de la dirección por lo cual puede que se den y afecten el funcionamiento del proyecto pero si son bien controlados, podrían disminuirse.

4.2.2. Diseño de hojas de control estadístico

Las hojas de control estadístico son útiles herramientas que servirán para identificar los principales problemas que puedan afectar al nuevo método.

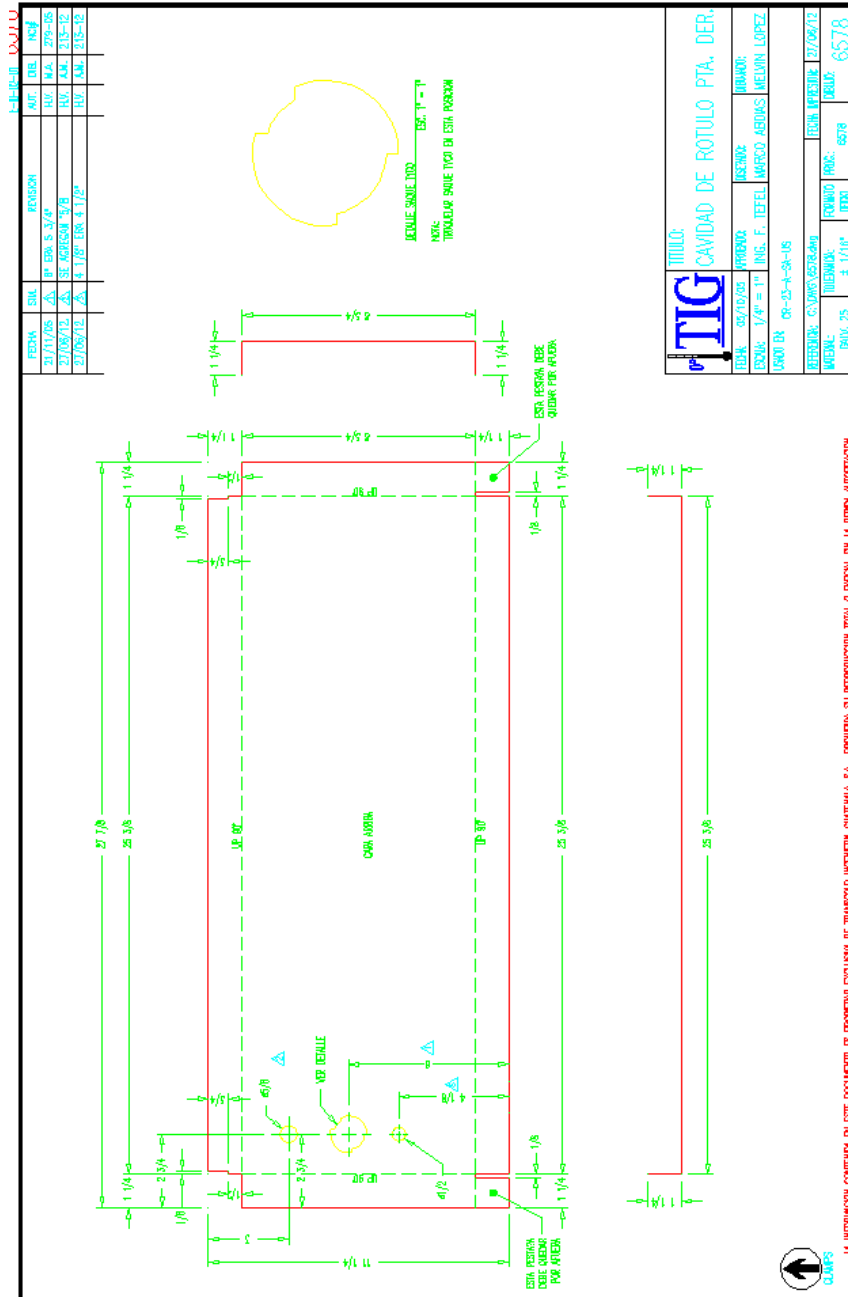
Para llevar un correcto control de todas las variaciones que pueden existir, se va a diseñar unas hojas de control las cuales deben ser llenadas por los operarios del Sistema de Control Justo a Tiempo para cada grupo de contenedores que se reciban de los mismos componentes, es decir, si la orden de producción completa (de un componente) se coloca en tres contenedores, solo uno de ellos será revisado para llevar el control estadístico. Como herramientas de control estadístico se puede utilizar las cartas de control, el Diagrama de Pareto y el Diagrama de Causa y Efecto.

Los factores que se deben tomar en cuenta son los de calidad. Entre ellos se puede mencionar: dimensiones, cantidades, defectos y buffer. Se examinará a continuación cada uno de estos factores:

Dimensiones:

Existe un plano para cada componente metálico que se produce, que incluye las dimensiones del mismo y el tipo de material. Este plano es el que utilizan los operarios de corte, doblado y troquel para realizar su proceso.

Figura 36. Plano de corte



Fuente: Departamento de Ingeniería del Diseño de Fogel de Centroamérica.

Cantidades:

La tarjeta Kanban contiene la cantidad de componentes metálicos que deben ir en el contenedor. Este dato se va comparar con el conteo real y este dato es el que se registrara en la hoja de control. (El diseño de esta tarjeta se vera más adelante).

Defectos:

Los defectos más comunes son golpes y rayones. Estos defectos no deben llegar a las líneas de ensamble porque representarían un tratamiento especial al producto terminado. Por esta razón es que es de vital importancia detectarlos en un proceso anterior.

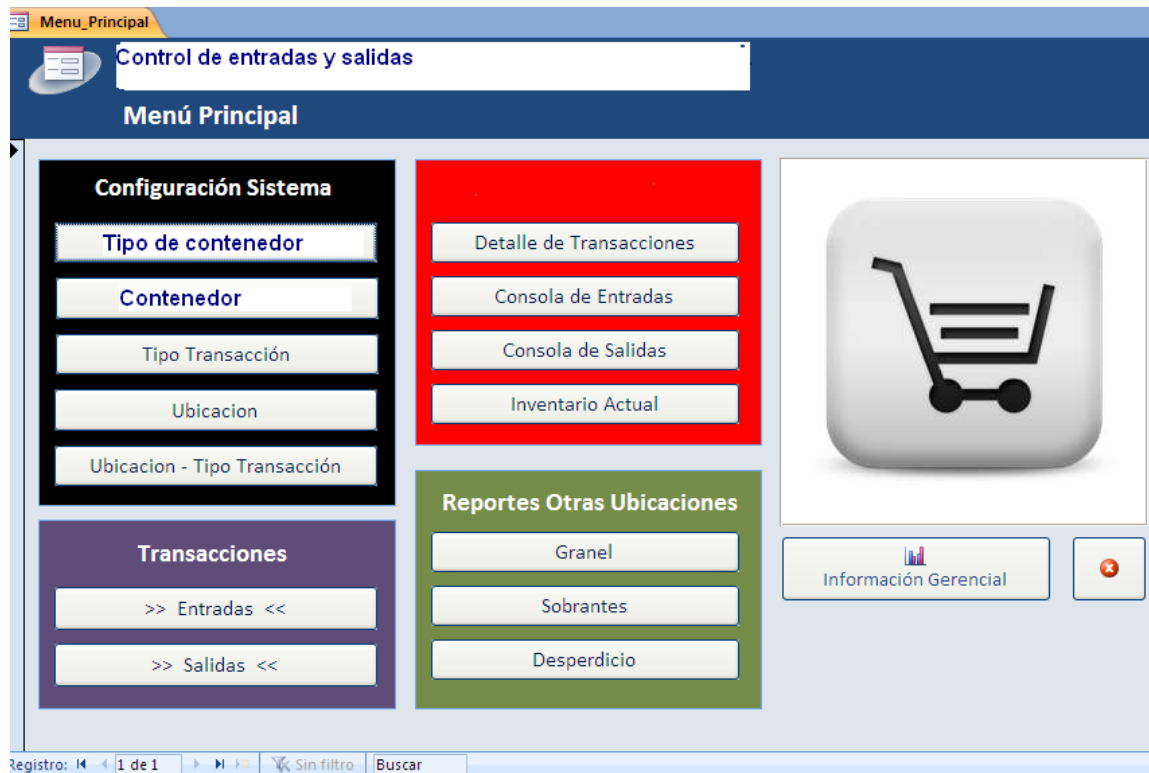
Buffer:

El buffer se determina a través de software de control ya que el indica en momento real si existe o no dicho buffer.

4.2.3. Diseño de programa de administración de entradas y salidas de material metálico

El diseño del programa o software para operar el Sistema de Control Justo a Tiempo debe ser de fácil manejo para el administrador de dicho sistema. Este debe permitirle realizar entradas y salidas de material llevando un registro de cada movimiento para que en cualquier momento se pueda consultar. Este programa debe permitir tomar decisiones inmediatas acerca de que producir, debido a que mostrará que es lo que se necesita con mayor urgencia y en qué cantidad. Para esto se determinó el buffer de seguridad.

Figura 37. **Software de control del Sistema Justo a Tiempo**



Fuente: elaboración propia.

Además del registro de entradas y salidas de componentes metálicos, debe tener la posibilidad de registrar sobrantes, esto con la finalidad de ponerlos a disposición en una próxima producción de equipos que utilicen esos componentes metálicos.

4.2.4. Infraestructura necesaria

La infraestructura del Sistema de Control Justo a Tiempo consiste en un conjunto de elementos que permiten el buen funcionamiento del mismo. A continuación se detallan estos elementos:

- Planta física

El techo de las instalaciones debe estar a una altura prudente de tal modo que se puedan estibar los contenedores de una forma fácil y segura.

El piso debe ser de material duro y liso para permitir el transporte de contenedores sin ningún tipo de desgaste temprano. Se recomienda un piso de concreto.

Las paredes deben ser de block reforzado con columnas de concreto para evitar incidentes sobre estas.

El lugar debe quedar iluminado de forma natural y artificial de tal modo que se garantice una buena visibilidad en todo momento a los operarios.

Es necesario instalar ventanas para permitir la renovación del aire. Este factor es clave para el rendimiento de los operarios debido a que permite una disminución en el calor del lugar.

- Servicios básicos:

Se necesita contar con energía eléctrica para la iluminación artificial. Esto permitirá que los operarios puedan continuar con sus actividades en horas finales de la tarde o noche y en días nublados o lluviosos. También se utiliza para conectar computadoras que servirán para llevar el registro de entradas y salidas de componentes metálicos en cualquier momento.

Los sanitarios deben estar en buenas condiciones y abiertos a cualquier hora del día para que los operarios puedan acudir a ellos al momento en que lo deseen.

- Equipamiento

Se necesita una computadora para registrar entradas y salidas de componentes metálicos y es el administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo quien se encarga de esta actividad.

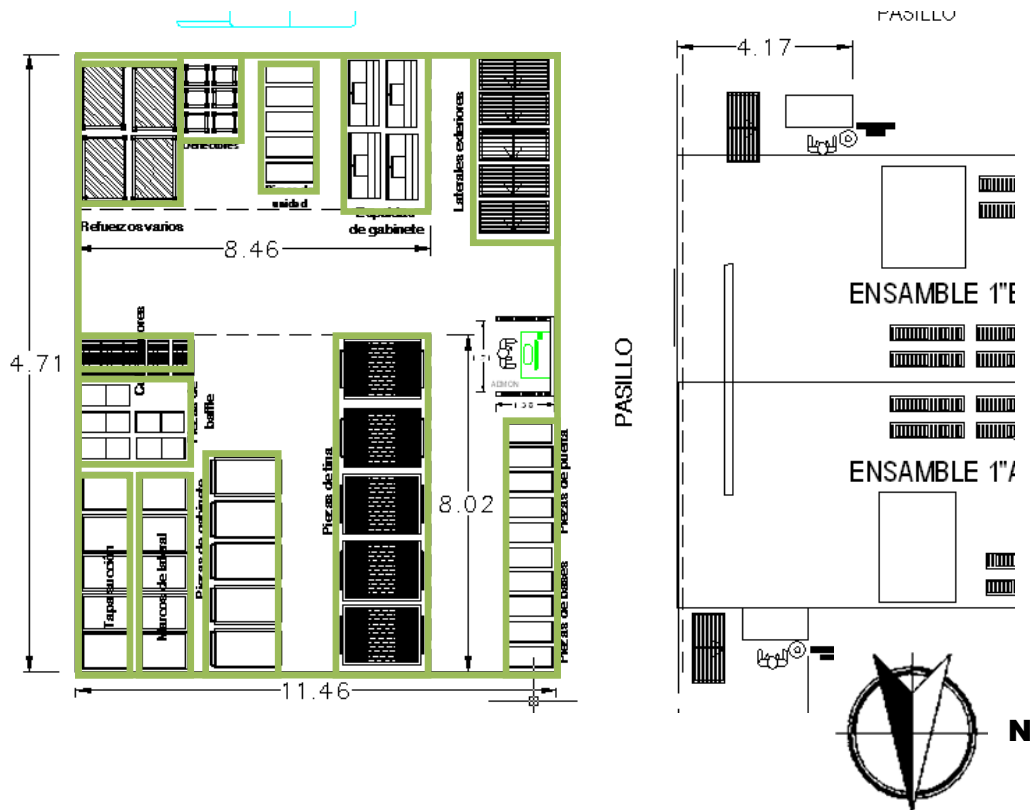
El montacargas no se utilizara como medio de transporte de contenedores pero si se utilizara para estibar los contenedores por lo cual es necesario contar con un montacargas.

4.2.5. Delimitación del área designada para cada componente

Para delimitar el área asignada para cada componente, se hará con pintura amarilla en el piso, la cual es la que se usa para delimitar todas las áreas de la planta y señalar los pasillos.

Para indicar donde se debe pintar, se dibujarán las líneas amarillas sobre el *lay out* propuesto.

Figura 38. Delimitación del área asignada para cada componente



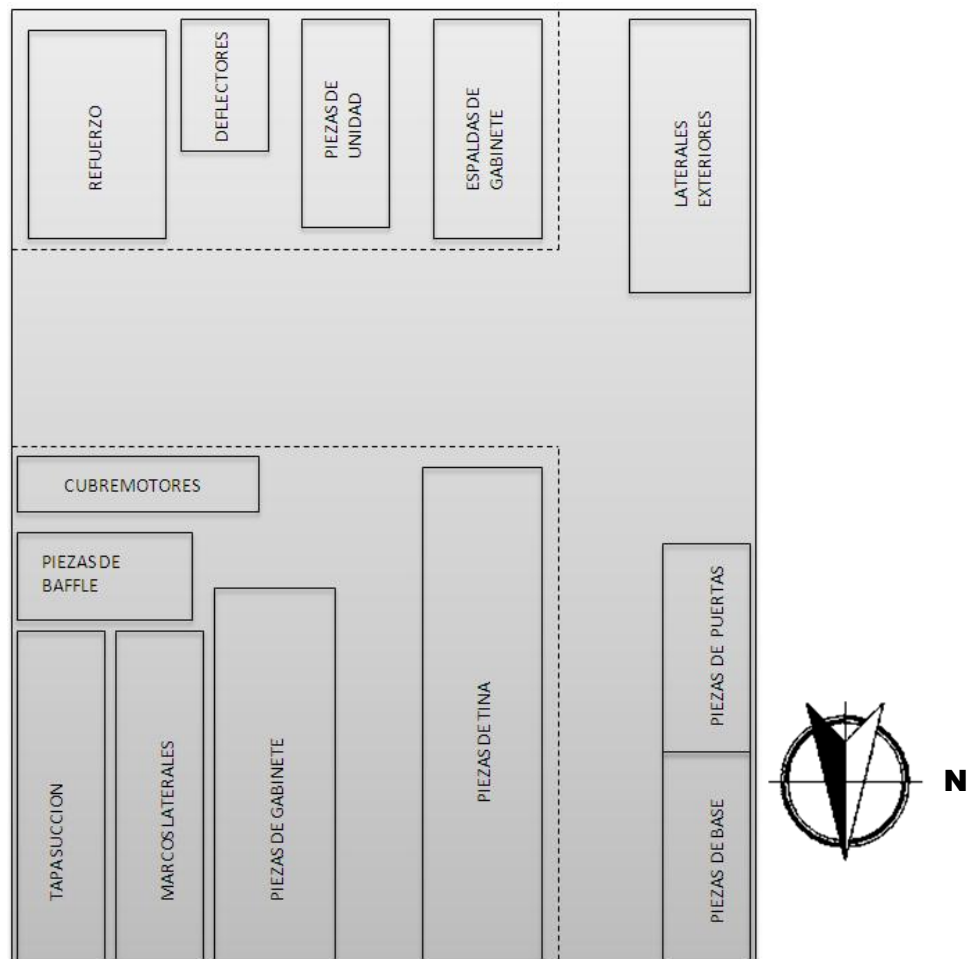
Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

4.2.6. Señalización del área designada para cada componente

El rotulo mostrado en la figura 31, será colocado en la pared para ayudar a los operarios a ubicar cada contenedor y con esto cada componente.

El piso como ya se dijo anteriormente, estará pintado de amarillo para la ubicación de cada componente y también se escribirá el nombre del contenedor. Con esto se evitará que exista confusión por parte de los operarios.

Figura 39. **Área con nombres de cada contenedor**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

4.3. Capacitación del nuevo personal

El objetivo de capacitar al personal que atenderá el Sistema de Control Justo a Tiempo, es dotarlos de conocimientos acerca del Justo a Tiempo y Kanban como herramientas en su área de trabajo. Es necesario que también conozcan los indicadores de control que se utilizarán en el sistema, así como especificaciones técnicas de cada componente que forma un equipo de refrigeración.

La metodología a utilizar, es la presentación con diapositivas en sala de recursos humanos, en un solo grupo debido a que son pocas personas.

4.3.1. Capacitación en Sistemas Justo a Tiempo y Kanban

El éxito en la implementación de este nuevo método de trabajo depende de que el personal contratado para el Sistema de Control Justo a Tiempo, tenga conocimiento de estos dos sistemas y sepa comprometerse en el desarrollo de los mismos ya que son ellos quienes lo van a ejecutar. Por tal motivo es de suma importancia que se les capacite acerca de los conceptos más importantes de Justo a Tiempo y Kanban.

Esta capacitación debe ser similar a la capacitación que se le proporcionará al personal de planta pero más específica al sistema que ellos van a atender. Para verificar que todos los conceptos han quedado claros, se debe proceder a una evaluación teórica al finalizar la capacitación.

4.3.2. Capacitación de indicadores de control

Esta capacitación va dirigida al administrador y encargado del sistema y pretende aprender a interpretar los indicadores de control. Estos indicadores se manejarán por medio del software de control y ayudarán a determinar cuál es el estatus de las órdenes en proceso de producción.

El administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo, en cualquier momento puede determinar si está bien con respecto al programa de producción o si se encuentra atrasado o adelantado. Esto permitirá que el tome acciones inmediatas notificando al Departamento de Metales acerca del material que se tiene atrasado o adelantado y estos puedan reaccionar de mejor manera.

El software de control debe ser capaz de informar al administrador cuando exista material sobrante que pueda ser utilizado para órdenes de producción futura.

4.3.3. Capacitación en especificaciones técnicas de los componentes

Todos los componentes metálicos necesarios para el ensamble de un equipo de refrigeración, cuentan con planos específicos para corte, doblado y troquel. Esto les permite a los operarios realizar con exactitud sus tareas.

Los operarios asignados al Sistema de Control Justo a Tiempo, deben saber interpretar todos esos planos debido a que tiene la función de supervisar la calidad de las piezas que reciben, es decir medidas, materiales y cantidades. Por tal motivo se hace necesario realizar una capacitación acerca de todos los componentes que existen para el ensamble y en que contenedor deben ir.

Dentro de esta capacitación se debe incluir el uso correcto de instrumentos de medición tales como el metro y el vernier. La interpretación de los planos es sencilla ya que en ella se muestra todo lo necesario para evitar errores, como por ejemplo la medida de corte, la línea del dobléz, el diámetro del troquel, el tipo de material y el espesor del material. Esto para cada componente.

4.4. Análisis de transporte

La idea de la instalación del Sistema de Control Justo a Tiempo, en el lugar que se designó fue precisamente la reducción de los trasportes y es por ello que se encuentra al inicio de las líneas de producción y a un costado del Departamento de Metales (ver figura 29).

Es muy importante que el transporte se haga de una forma cuidadosa para evitar golpes en los componentes metálicos.

Los contenedores fueron diseñados incluyendo en ellos ruedas de diámetro grande (8"), con la finalidad de disminuir el esfuerzo de los operarios. Además cada contenedor cuenta un agarrador para hacer más cómodo el jale o empuje del mismo por parte de los operarios.

El ancho de los pasillos (3 metros), es apropiado al ancho de los contenedores lo cual facilita la maniobra.

4.4.1. Equipo de seguridad del personal

Los equipos de seguridad personal, comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.

Estos equipos constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados por otros medios.

El Código del Trabajo de Guatemala en el Título Quinto, contiene las obligaciones de los patronos para los trabajadores en cuanto a Higiene y Seguridad en el trabajo.

La empresa Fogel, cuenta con un Departamento de Seguridad Industrial quienes se encargan de velar por la seguridad de los operarios y han establecido que tipo de equipo de seguridad industrial es el más apropiado a las tareas realizadas. Se clasifican de la siguiente manera:

- Equipo para protección de la cabeza
- Equipo para protección de ojos y cara
- Equipos para protección de oídos
- Equipo para protección de vías respiratorias
- Equipo para protección de manos y brazos
- Equipo para protección de pies y piernas
- Ropa protectora

Cada uno de estos grupos de equipos de protección se constituye dependiendo del área y riesgo al que se expone el operario.

Para la posición del Sistema de Control Justo a Tiempo no son necesarios muchos de estos, la tabla siguiente muestra la recomendación de equipo de seguridad industrial.

Tabla XIII. **Tabla de equipo de seguridad personal**

Empleado	Botas Punta Acero	Tapones de Oído	Orejera	Guantes	Antebrazo	Gabacha	Lentes	Careta	Mascarilla	Cinturón
Supervisor	x	x							x	
Encargado	x	x							x	
Operarios	x	x							x	x

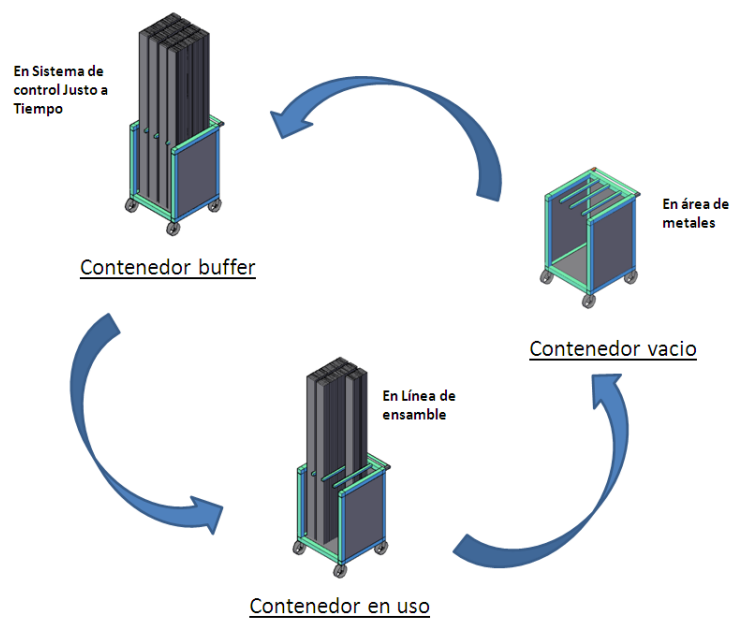
Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Rotación de los contenedores

El buen funcionamiento del Sistema de Control Justo a Tiempo se puede medir a través del uso de los contenedores, ya que estos fueron diseñados para la rotación de Departamento de Metales al Sistema de Control Justo a Tiempo y de allí a las líneas de ensamble. Posteriormente de las líneas de ensamble al Departamento de Metales nuevamente para completar el ciclo. Si este método se lleva a cabo de forma eficiente, significa que un contenedor vacío es un disparador de producción en área de metales.

El contenedor vacío se genera cuando las líneas de ensamble están produciendo, es decir que son ellos los que ordenan la producción de metales a través del uso de cada componente metálico. El hecho de que no existan contenedores vacíos evita que se produzcan componentes en exceso en un momento en el cual no fueron requeridos.

Figura 40. **Rotación de contenedores implementando el Sistema Kanban**



Fuente: elaboración propia, con programa de Auto CAD.

4.4.3. Kanban en acción

El Kanban, como se mencionó anteriormente, es un sistema de tarjetas de instrucciones que sirve como apoyo al Sistema Justo a Tiempo.

El Kanban se verá en acción al momento de que se marque el ciclo de lleno- vacío de los contenedores y se respete el uso de los mismos. Anteriormente se mencionó, que un contenedor vacío es el disparador de producción de componentes metálicos.

El uso correcto de los contenedores en cuanto a su llenado, almacenamiento y transporte, el llenado de la tarjeta de producción, el llenado del sistema de entradas y salidas electrónico así como su correcta interpretación, la buena comunicación entre supervisores, encargados y operarios de metales y las líneas de ensamble garantizara que el sistema funcione correctamente.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA

5.1. Indicadores de control

Como se ha mencionado, la implementación correcta del Sistema de Control Justo a Tiempo garantiza que este sea eficiente. Sin embargo la única forma de estar seguros de que el proyecto este teniendo resultados es midiéndolo, ya que solo a través de las mediciones se pueden obtener resultados y tomar decisiones a corto, mediano o largo plazo para eliminar o reducir cualquier factor que altere el sistema.

El sistema electrónico para registrar entradas y salidas puede ayudar a determinar si se está cumpliendo con el buffer. Esta información es muy importante ya que refleja la eficiencia en el cumplimiento de entregas de material metálico a las líneas y también es una información muy fácil de obtener ya que solamente se necesita acceder al sistema electrónico.

Existe otro tipo de información muy valiosa que solamente se puede obtener en el piso, como lo es la cantidad exacta de componentes metálicos, las especificaciones técnicas correctas (medidas y materiales), el uso correcto de facilitadores en cuanto a llenado, transporte, ubicación dentro del sistema y otros.

5.1.1. Análisis de paros en líneas de producción

Para planificar la producción, la empresa cuenta actualmente con un programa de control que tiene la finalidad de distribuir las órdenes de producción de forma eficiente dentro de las cinco líneas de producción, siempre tomando en cuenta las capacidades y restricciones de cada una de ellas. El programa se llama SCO (Sistema de Control de Operaciones), y permite ver en cualquier momento el estatus de producción. Adicional a esto registra los paros en líneas y los asigna a diferentes áreas, por ejemplo se puede determinar cuántas horas paró una línea de producción por falta de componentes metálicos.

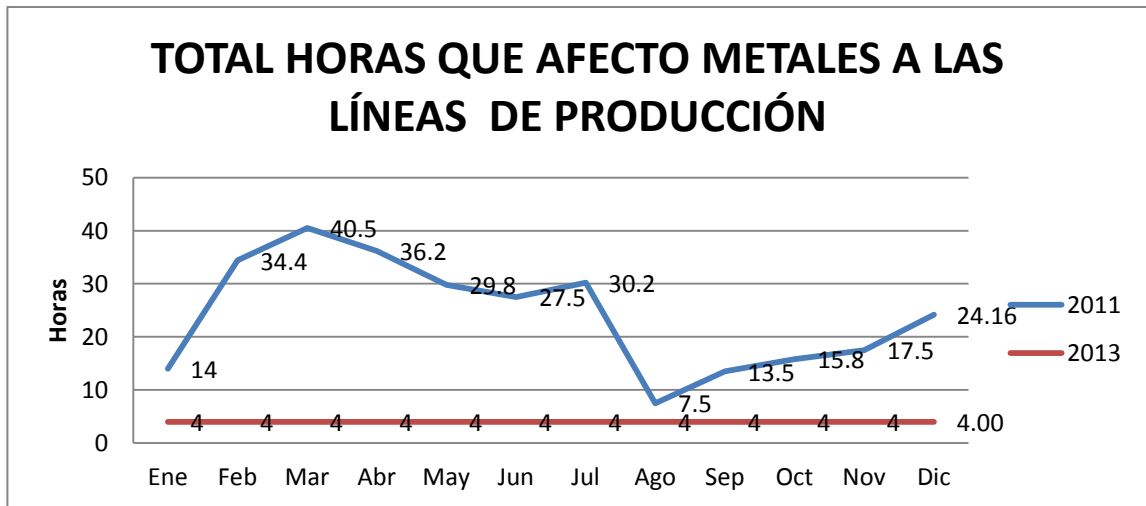
La gráfica de la figura 10 (gráfica de horas paro por falta de material metálico) fue elaborada con datos del SCO y es de allí que se puede obtener información para comparar la situación actual con la propuesta.

5.1.2. Comparación de paros con año anterior

A través del SCO se puede obtener todo tipo de información en cuanto a paros de línea de producción. se va tomar los paros por falta de material metálico, esperando que estos se reduzcan y a través del buen desarrollo del nuevo sistema, estos se eliminen.

Para el primer año de funcionamiento del nuevo sistema, es decir el 2013, la cantidad de paros se debe reducir en un 80 % como mínimo (20 horas mensuales). Esto es lo mínimo que se espera.

Figura 41. **Gráfica de horas paro por falta de material metálico para el 2013**



Fuente: elaboración propia.

5.2. Chequeo de control de calidad

Es importante no solamente cumplir con la cantidad requerida de componentes metálicos sino también con la calidad de los mismos. Ya se definieron algunos aspectos claves en cuestión de calidad.

Para poder llevar un control estadístico del desempeño del sistema en cuanto a calidad, se definirá un cuestionario que llenaran los operarios del Sistema de Control Justo a Tiempo de forma aleatoria durante el día a diferentes contenedores. No se hará una inspección al 100 % porque se ha determinado que este método no es eficiente debido a la fatiga de los operarios y adicional a esto no se cuenta con un operario específico para auditorías.

A continuación se presenta el formato de la auditoría:

Figura 42. **Auditoría de calidad del Sistema de Control Justo a Tiempo**

Auditoria de calidad del Sistema de Control Justo a Tiempo

Nombre del auditor: _____

Fecha de la Auditoria. _____

Contenedores:		SI	NO
1	¿Se tienen los contenedores en la posición sugerida dentro del Sistema de Control Justo a Tiempo?		
2	¿Se están colocando únicamente los componentes metálicos para los cuales fueron diseñados los contenedores?		
3	¿Se está colocando la cantidad de componentes metálicos de acuerdo a la capacidad de los contenedores?		
4	¿Las tarjetas de identificación de los componentes metálicos están debidamente llenadas y en el contenedor?		
5	¿Se está recibiendo correctamente el servicio de montacargas?		
6	¿Se encuentran los contenedores en condiciones óptimas para su operación?		

Componentes metálicos		SI	NO
7	¿La cantidad de componente recibidos es igual a la anotada en la tarjeta de identificación?		
8	¿Se cuenta con componentes metálicos disponibles para por lo menos las 4 horas siguientes de producción (buffer)?		
9	¿Se está registrando entradas y salidas de componentes metálicos en el Software de control?		
10	¿Se están estibando los contenedores de la forma preestablecida?		
11	¿Los componentes metálicos cuantificados cuentan con las especificaciones técnicas descritas en planos y listas de corte?		

Programación		SI	NO
16	¿Se ha realizado diariamente la reunión con el supervisor de metales?		
17	¿Las líneas de producción han solicitado componentes metálicos por lo menos con media hora de anticipación?		
18	¿Se ha realizado la programación según el SCO?		

Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

5.2.1. Chequeo de cantidades completas

La auditoría mostrada en la figura 42 proporcionará información acerca de la cantidad de componentes metálicos recibida y su comparación con la cantidad mostrada en la tarjeta de producción. Esta información permitirá llevar un análisis estadístico y tomar acciones inmediatas.

Si la información recopilada muestra resultados negativos, será necesario valorar el proceso por el cual llega cada uno de los componentes metálicos.

5.2.2. Especificaciones técnicas

La auditoría mostrada en la figura 42 también proporciona información estadística en cuanto a especificaciones técnicas. Esta información va desde el uso apropiado de cada contenedor hasta las medidas y materiales usados para cada componente. Se puede decir que lleva aspectos operativos del nuevo método y especificaciones técnicas de cada componente y ambos son importantes para la eficiencia del proyecto.

Esta información estadística la debe llevar el administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo y debe publicarla al Departamento de Producción ya que son ellos los que se encargarán de las acciones de mejora.

5.3. Estadísticos de producción

Si se ingresa toda la información de forma correcta al software de control, se podrá tomar datos del estatus general del Sistema de Control Justo a Tiempo. Esta información al igual que la de calidad, servirá de análisis para el funcionamiento correcto ya que en base a esta se podrán hacer cambio al sistema.

5.3.1. Análisis de variaciones

Las variaciones se pueden definir a través del software de control. Estas variaciones pueden darse tanto en cantidades como en calidad. Una gráfica de Pareto puede ayudar a visualizar de una forma más sencilla las variaciones.

5.3.2. Análisis de faltantes

El análisis de componentes metálicos para los ensambles se da después de comparar los resultados de las entradas con las planeadas. Anteriormente se describieron algunos factores que pueden influir en esta diferencia. Con los resultados obtenidos se pueden tomar acciones inmediatas en áreas de mayor contribución al problema y de este modo atacarlos. Esta información se puede obtener en el software de control o directamente en el piso a través de las auditorías.

5.4. Auditorías 5's

Las 5's son 5 disciplinas que permiten mejorar cada lugar de trabajo en cuestión de orden y limpieza ya que se elimina todos aquellos accesorios, materiales o herramientas que no son útiles para la tarea que se realiza.

Son llamadas 5's debido a 5 palabras japonesas que son descritas a continuación:

SE-I-RI = despejar, seleccionar. Separar lo útil de lo inútil.

SE-I-TO-N = ordenar, organizar. Colocar lo útil en su sitio.

SE-I-SO = recuperar, limpiar. Reparar lo que no está bien.

SE-I-KE-TSU = normalizar, estandarizar, mantener. Establecer los procesos.

SHI-TSU-KE = disciplina, respetar las reglas. Actuar sistemáticamente respetando los criterios establecidos.

Estas disciplinas se aplicaran al Sistema de Control Justo a Tiempo como parte del programa de 5's que se lleva en toda la planta.

La metodología que utiliza Fogel de Centroamérica para implantar las 5's en cada área es la siguiente:

- Formar al personal en conceptos relativos a la fase específica.
- Visitar el área afectada para detectar oportunidades de mejora.
- Analizar las desviaciones y decidir las posibles soluciones y las acciones a tomar.
- Implementar las acciones seleccionadas.
- Establecer índices representativos de cada fase para evaluar los resultados.
- Llevar a cabo un seguimiento sistemático para comprobar la correcta implementación (auditorías).

Figura 43. Formato de auditoría 5's

Seleccionar

- 1 ¿Se han retirado todas las herramientas y dispositivos innecesarios del área de trabajo?
- 2 ¿Se han retirado los señalamientos y pizarrones obsoletos del área de trabajo?
- 3 ¿Esta libre de Documentos obsoletos ó innecesarios en el área de trabajo?
- 4 ¿ Esta libre de material No Conforme o antiguo en el área de trabajo?

SI	NO
0	0

Ordenar

- 5 ¿Están accesibles y libres de obstrucción los extinguidores y equipo de seguridad ?
- 6 ¿Está el personal utilizando el equipo de Protección Personal y Seguridad en el área de trabajo?
- 7 ¿Se tiene designada un área de entrega y recepcion de material?
- 8 ¿Se tiene identificada y marcada un área para todas las herramientas de trabajo?
- 9 ¿Está etiquetado e identificado con toda la información necesaria el material?
- 10 ¿Se tienen los Documentos archivados de forma adecuada?

0	0

Continuación de la figura 43.

Limpiar

- 11 ¿Está el piso libre de rebabas, desechos o residuos?
- 12 ¿Están los bancos, mesas y estaciones de trabajo libres de rebabas, desechos y residuos ?
- 13 ¿Están los pasillos limpios y libres de obstrucciones?
- 14 ¿Está limpio y en buenas condiciones el equipo y herramientas de trabajo?
- 15 ¿Están las áreas de almacenaje, entrepaños, repisas y contenedores limpias y en las condiciones adecuadas de trabajo?
- 16 ¿Están en buen estado los elementos de limpieza y se encuentran en su lugar asignado?
- 17 ¿Están en buen estado las luces, reflectores, cristales y ventanas?
- 18 ¿El uniforme de trabajo del personal del departamento tiene buen aspecto?

0	0

Estandarizar

- 19 ¿Se cuenta con señalamientos de seguridad y advertencia en el area de trabajo?
- 20 ¿Están marcados e identificados los contenedores, recipientes y tuberías de acuerdo a el código estándar de colores?

Si	No
0	0

Mantener

- 21 ¿Están todas las herramientas y equipo de trabajo en su localización correcta?
- 22 ¿Se han tomado acciones para corregir los hallazgos detectados en la evaluacion anterior?
- 23 ¿Se ha detectado una oportunidad para mejorar el orden y la limpieza en su area de trabajo?
- 24 ¿Se realiza la limpieza de forma sistemática?

0	0

Fuente: Ingeniería de Manufactura de Fogel de Centroamérica, S. A.

Los beneficios que se obtiene posteriores a su implementación, son los siguientes:

- Menos productos defectuosos
- Menor nivel de existencias o inventarios
- Menos accidentes
- Menos movimientos y traslados inútiles
- Menor tiempo para el cambio de herramientas o accesorios
- Más espacio disponible para otras actividades de valor
- Orgullo del lugar en el que se trabaja
- Mejor imagen ante nuestros clientes
- Mayor cooperación y trabajo en equipo
- Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas
- Mayor conocimiento del puesto

5.5. Evento Kaizen


Kaizen es una filosofía de trabajo que tiene el propósito de apoyar la implementación de un Programa Integral de Mejoramiento Continuo en las empresas, con el involucramiento y participación activa de todo el personal. El termino Kaizen esta formado de dos palabras en idioma japonés que traducidos al español quieren decir:

Kai---Cambio

Zen--- Bueno

El Kaizen busca siempre una mejor forma de hacer las cosas y por tal motivo es que se busca implementar en cada proceso de la planta, inculcando en los operarios la cultura de buscar siempre una forma mas practica de hacer su trabajo.

Figura 44. Formato de Kaizen

FOGEL DE CENTROAMÉRICA S.A.		
		
HOJA DE ACCION MINI-KAIZEN		
Código: R-IM-00-01		
Fecha: Página 1 de 1		
Jefe o Líder de Equipo:	Área o Nombre de Proceso :	Persona llenando esta hoja :
Descripción del Problema:	Acciones Tomadas /A Ser Tomadas:	Resultados / Resultados Esperados:
Antes de Kaizen (imagen):		Después de Kaizen (imagen):
Outputs Medidos / A Ser Medidos para Determinar Impacto de Cambios:		

Fuente: Ingeniería de Manufactura de Fogel de Centroamérica, S. A.

Los beneficios de la implementación de Kaizen son los siguientes:

- Las personas entienden los asuntos críticos reales con mayor rapidez. Se pone mayor énfasis en la etapa de planeación.
- Se fomenta una forma de pensamiento orientada al proceso.
- Las personas concentran su atención en los asuntos de mayor importancia.
- Todos participan y contribuyen a la construcción de un nuevo sistema.

CONCLUSIONES

1. Para producir un equipo de refrigeración comercial se necesitan diferentes componentes metálicos a los cuales se les puede llamar estándar y no estándar. Estos representan componentes metálicos comunes en todos los equipos y componentes diferentes respectivamente.
2. Para garantizar que no existan paros de línea de producción por falta de componentes metálicos, debe existir un buffer de protección en el área de Control Justo a Tiempo. Se determinó que este buffer debe ser de 5 horas para cada línea de producción.
3. Se diseñaron diferentes tipos de contenedores adecuados a las cantidades de componentes metálicos que deben contener y en las cantidades establecidas por el buffer. Estos contenedores presentan condiciones apropiadas al transporte por parte de los operarios tomando en cuenta el factor ergonómico. Es por ello que se sugiere instalar rodos de diámetro de 8 pulgadas. Asimismo, se propone una ubicación cercana al proceso de metales y al proceso de ensamble.
4. El nuevo método de producción será administrado por un ingeniero industrial al cual se le llamará administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo. Este debe tener conocimiento del Sistema de Justo a Tiempo y Kanban. Adicional a su conocimiento sobre estos temas, recibirá capacitación por parte de la empresa. El administrador estará apoyado por un encargado y cuatro operarios.

5. Los indicadores de control serán extraídos de software de control y estos servirán para verificar que se estén cumpliendo las condiciones apropiadas que garanticen el buen funcionamiento del Sistema de Control Justo a Tiempo. Estos indicadores serán analizados por el administrador del Sistema de Control Justo a Tiempo.

6. Con base en el análisis financiero que se desarrolló, se determinó que sí es rentable la realización del proyecto de acuerdo a los requisitos definidos por la alta dirección de la empresa. La Tasa Interna de Retorno es del 13 % y el período de recuperación de la inversión es de 8 meses. Estos datos indican que el proyecto sí es aceptable.

RECOMENDACIONES

1. Para diseñar un Sistema Justo a Tiempo es muy importante que se puedan estandarizar los materiales, procesos y diseños. Esto permitirá que sea más fácil la implementación de dicho sistema debido a que se reduce la variabilidad.
2. Es recomendable introducir un proceso intermedio entre un sistema de producción en lotes a un proceso de producción a línea. A este le llama buffer de seguridad y para garantizar su buen funcionamiento, se debe activarlo por medio del Sistema Justo a Tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fogel de Centroamérica S. A. *Acerca de nosotros*. [en línea]. <http://www.Fogel-group.com/es/node/6/>>. [Consulta: 3 de marzo de 2012].
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
3. GRIMALDI, John V.; SIMONDS, Rollin H; SALDAÑA DURÁN; Isidro. *La seguridad industrial: su administración*. México: Alfaomega, 1991. 751 p.
4. HAY, Edward J. *Justo a tiempo = Just in time: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. Barcelona: Norma, 1989. 327 p.
5. LIKER, Jeffry K. *Cómo el fabricante más grande del mundo alcanzó el éxito*. Bogotá: Norma, 2010. 422 p.
6. Guatemala. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. *Código de trabajo de la República de Guatemala. Edición conmemorativa del cincuentenario de su promulgación, (1947-1997)* 113 p.
7. NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 745 p.

8. TARQUIN, Anthony J.; BLANK, Leland T. *Ingeniería económica*. México: McGraw-Hill, 1978. 412 p.