

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



## **Mejora en las Prácticas de Manufactura en una Industria de Refrigeración Comercial Guatemalteca.**

Trabajo de graduación presentado por Luisa María Fernanda López Hernández para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala

2012



**Mejora en las Prácticas de Manufactura en una Industria de Refrigeración  
Comercial Guatemalteca.**

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

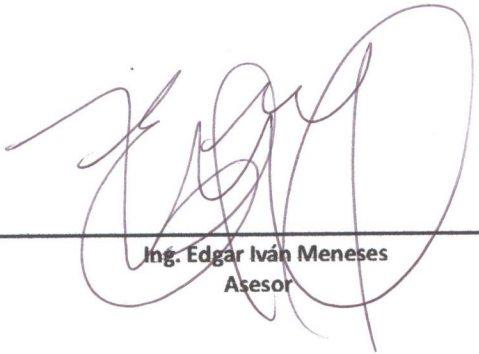
Facultad de Ingeniería

## **Mejora en las Prácticas de Manufactura en una Industria de Refrigeración Comercial Guatemalteca.**

Trabajo de graduación presentado por Luisa María Fernanda López Hernández para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Industrial

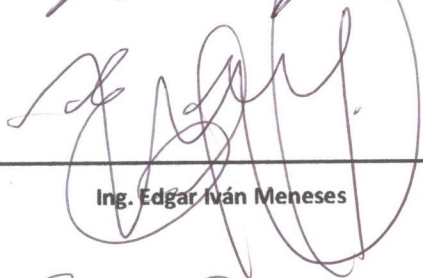
Guatemala  
2012

Vo. Bo.:

(f)   
Ing. Edgar Iván Meneses  
Asesor

Tribunal Examinador:

(f)   
Ing. María del Carmen Rodríguez

(f)   
Ing. Edgar Iván Meneses

(f)   
Lic. Raúl Dacaret

Fecha de aprobación: Guatemala, 19 de Noviembre de 2012

## **Prefacio**

El siguiente trabajo de graduación, se realizó en una de las más prestigiosas industrias de nuestro país, con base en un arduo trabajo de campo, con la ayuda de informes de los supervisores del Departamento de Calidad, datos recopilados de las diferentes áreas estudiadas, bajo las limitantes en ciertos documentos y datos que la empresa se abstuvo a brindar por cuestiones de seguridad y ética profesional.

Le agradezco de una manera muy especial al Ingeniero Edgar Meneses, por su tiempo, su ayuda y su apoyo, en la asesoría de este proyecto. Realmente sería muy difícil, el armar, preparar y completar un proyecto de mejora, sin la supervisión de alguien con experiencia en el campo de la producción industrial. Es por esto que este trabajo de graduación, viene siendo un esfuerzo tanto propio como de mis compañeros de práctica, ya que también formaron parte de la ayuda que recibí, sobre todo en la parte de recopilación de datos. Y es a esos amigos y colegas que tan generosa y desinteresadamente colaboraron en la realización de este trabajo de graduación, a quienes colectivamente les digo: “Un millón de gracias”.

Por otra parte, también le agradezco a mi madre Elsa Hernández, por su apoyo, paciencia y consejos, a lo largo de todo el recorrido de mi vida, ya que sin ella no habría llegado hasta aquí, gracias por ser mi guía y ser la columna vertebral de mi vida.

# Índice

	Páginas
PREFACIO.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN.....	x
<b>Capítulos</b>	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
IV. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	12
V. PROCESOS PRODUCTIVO.....	17
VI. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	26
VII. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA.....	33
VIII. ANÁLISIS DEL COSTEO ACTUAL.....	38
IX. MEJORAS TEÓRICAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO.....	39
X. COSTEO DE LAS MEJORAS PROPUESTAS.....	47
XI. RESULTADOS ESTIMADOS.....	49
XII. CONCLUSIONES.....	53
XIII. RECOMENDACIONES.....	54
XIV. BIBLIOGRAFÍA.....	55
XV. ANEXOS.....	56
XVI. GLOSARIO.....	66

# LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro	
1. Estructura organizacional.....	15
2. Layout de la planta de producción acotada.....	28
3. Tabla de registros de ingresos a pintura.....	29
4. Tabla de registros de líneas con mayor ingreso a pintura en el mes de enero.....	29
5. Tabla de registros de líneas con mayor ingreso a pintura en el mes de febrero.....	29
6. Tabla de registros de líneas con mayor ingreso a pintura en el mes de marzo.....	30
7. Tabla de registros de líneas con mayor ingreso a pintura en el mes de abril.....	31
8. Registro promedio de defectos encontrados en pintura.....	32
9. Registro de costeo primario.....	38
10. Resultados estimados.....	49

# LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Página
1. Porcentajes de ingresos a pintura por línea de producción en el mes de enero.....	29
2. Porcentajes de ingresos a pintura por línea de producción en el mes de febrero.....	29
3. Porcentajes de ingresos a pintura por línea de producción en el mes de marzo.....	30
4. Porcentajes de ingresos a pintura por línea de producción en el mes de abril.....	30
5. Diagrama de Pareto promedio de defectos en pintura.....	32

## Resumen

El presente proyecto de investigación se llevo a cabo en la planta de una empresa, la cual se dedica a la elaboración y comercialización de equipos de refrigeración comercial adaptados a los requerimientos de los clientes.

La empresa trabaja con varios modelos de refrigeradores, así como también, varios tipos de materiales, entre éstos están: los equipos de acero inoxidable, los equipos de pre-pintado blanco y pre-pintado negro. Siendo estos dos últimos los de mayor demanda actualmente.

Los equipos de acero inoxidable y los de galvanizado, son equipos que deben ser cuidadosamente elaborados, ya que si tienen algún tipo de golpe, estos no pueden ser reparados por el tipo de material. Por el contrario, los equipos de pre-pintado tanto blanco como negro, al tener un problema estético, pueden ser reparadas y pintados nuevamente.

Esto a la larga implica tiempo en reprocesar el equipo y un costo para la empresa, por lo que es importante lograr reducir los problemas estéticos.

La empresa cuenta con un área encargada de las reparaciones de los equipos que puedan presentar algún tipo de problema estético, que pudo haber sido provocado durante su paso en la línea de producción, esta área es llamada: Acabado final y pintura.

Según los datos recopilados, se observó que el 59.4% del total de la producción mensual de equipos de pre-pintado tanto blanco como negro ingresan a pintura, por lo que se busca encontrar las causas de los problemas estéticos durante la producción de los equipos para lograr minimizar la acumulación de equipos a pintura, y disminuir los costos en dicho reproceso.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado en una empresa líder en el campo de refrigeración comercial, 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. Hoy en día, posee aproximadamente más de 200 modelos de equipos de refrigeración comercial, que se adaptan a las necesidades de sus clientes.

Actualmente la demanda proveniente de los clientes ha aumentado, lo cual ha generado problemas en las líneas de producción de los equipos. Para la empresa es importante mantener la credibilidad de sus clientes, por esto, la empresa ha demostrado preocupación sobre el incremento de reclamos en el departamento de Calidad de la empresa. Dichos reclamos han sido por cuestiones de estética de los equipos, estos problemas generalmente pueden ocurrir a lo largo de la línea de producción, pero la empresa cuenta con un área de acabado final y pintura, que es la encargada de poder arreglar ciertos problemas de estética que pueden haber sido provocados en la elaboración de los equipos.

En los primeros meses del año, la empresa observó que el área de pintura ya no se daba abasto para cubrir con todos los problemas estéticos, por lo tanto se elabora el siguiente estudio del proceso de manufactura para lograr disminuir la acumulación de equipos en ésta área, a través de identificar las causas de los problemas estéticos de los equipos y logrando una reducción en los costos del área de pintura.

## **II. OBJETIVOS**

### **A. Objetivo general**

Minimizar los costos en el proceso de pintura, a partir de un analisis en el proceso de manufactura logrando una optimizacion en el uso de insumos en la industria de refrigeracion comercial.

### **B. Objetivos especificos**

1. Identificar las causas reales de los daños estéticos en los equipos.
2. Implementar mejoras, que reduzcan las posibilidades de daños esteticos, en los equipos de refrigeracion comercial.
3. Reducir un 10% de equipos que ingresan al proceso de pintura.
4. Determinar el porcentaje de ahorro que se obtendrá por la reducción de equipos en el proceso de pintura.

### III. MARCO TEÓRICO

#### A. INGENIERÍA DE MÉTODOS

La Ingeniería de métodos es la técnica que se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y esfuerzo; que procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndolos al alcance del mayor número de consumidores.

Por definición, se establece que el objetivo de la Ingeniería del trabajo es aumentar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos.

Esto, si entendemos el trabajo como la actividad que integra los recursos, materiales, mano de obra y de maquinaria, con el fin de producir bienes o servicios.

La productividad y los costos de producción: Los costos son establecidos o se suceden, cuando los recursos invertidos se utilizan a un nivel dado de productividad, entonces, cuando la productividad crece, los costos disminuyen.

Este es el objetivo final que se persigue al aplicar la ingeniería de métodos o el estudio del trabajo en las empresas.

**1. Orígenes de la empresa industrial.** Durante siglos, la manufactura de los productos utilizados por el hombre para su uso personal (vestido, calzado, adornos, para su casa (muebles, enseres, carruajes etc.), se hacían en trabajos de artesanías, por productores aislados o en el seno de las familias.

Posteriormente, en la Edad Media, se agrupan los artesanos en gremios, uno por cada especialidad, e incluso se instalan en una misma calle. Todavía se conservan en muchas ciudades este tipo de empresas.

Como los mercaderes estaban a merced de los precios que quisieran imponerles los artesanos y de la producción que quisieran cederles, se les ocurrió contratar artesanos, a los que entregaban las materias primas y les pagaban por piezas producidas, creando así las primeras empresas industriales, ya que se componían

de un elemento promotor, organizador y capitalista y un trabajador asalariado, simple elaborador del producto.

Hacia el año 1750, con la invención de la máquina de vapor por Jaime Watt, se inicia una nueva era en la producción industrial. Se crean entonces las primeras empresas industriales, en el moderno sentido de la palabra, y nace una clase de productores, los cuales eran los obreros.

Para la gran mayoría de los empresarios de aquella época, el obrero era un simple servidor de la máquina a la que había sido asignado, sin prestar la menor atención a su condición humana.

Durante muchos años, se les explotó en la jornada laboral: era común trabajar hasta doce horas diarias.

En 1824 se empiezan a dictar las primeras leyes para proteger a los trabajadores, prohibiéndose el trabajo de las mujeres y los niños en las minas.

En 1847 se reduce a diez horas la jornada de trabajo para las mujeres y los niños. Pronto empezó la fabricación en serie y masiva de algunos productos industriales de gran consumo, esto obligo a que las fábricas crecieran a dimensiones que rebasan la capacidad económica de un solo propietario. Para conseguir los fondos necesarios, se crearon las sociedades anónimas, en las que los títulos de propiedad están representados por acciones adquiridas, en gran parte por personas modestas, con la única intención de obtener un mayor beneficio posible a cambio de su dinero.

Este sistema, si bien permitió la implantación de grandes empresas industriales, que siguen siendo la base de la industria moderna, deshumanizó el trabajo, convirtiendo a los obreros en una masa anónima que se denominaría proletariado; esta expresión adquirió pronto una aceptación humillante.

Por esa época es cuando F.W. Taylor, precursor de la racionalización del trabajo, inicia sus famosas experiencias para aumentar el rendimiento de sus trabajadores. La mecanización del trabajo le permite dividirlo y simplificarlo. Por tanto, los oficios tradicionales quedan sustituidos por labores semiautomáticas que pueden ser realizados por personas sin oficio

El momento era oportuno y el escenario estaba puesto para que Taylor en 1888 hiciera culminar diez años de trabajo en la Midvale Steel Company; poniendo a prueba sus métodos en la administración. Consideraba que era obligación de la administración entender a los trabajadores y sus trabajos.

A principios de este siglo, con la barata y fácil utilización de la energía eléctrica para un incontable número de aplicaciones y con el cumulo de invenciones mecánicas y electrónicas, se produce una verdadera explosión de la producción industrial.

## **B. ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

La palabra productividad se ha vuelto muy popular en la actualidad, ya que se considera, que el mejoramiento de la productividad es el motor que está detrás del progreso económico y de las utilidades de la corporación. La productividad también es esencial para incrementar los salarios y el ingreso personal. Un país que no mejora su productividad pronto reducirá su estándar de vida.

La razón por la cual se busca estudiar la productividad en la empresa es poder encontrar las causas de una baja productividad, y establecer las bases para lograr incrementarla.

1. **Productividad.** Es una medida que suele emplearse para conocer qué tan bien están utilizando sus recursos (o factores de producción) un país, una industria o una unidad de negocios.

La productividad es una medida relativa; es decir, para que tenga significado, se debe comparar con otra cosa.

Para lograr un incremento en la productividad se puede realizar de la siguiente manera:

- Existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constante.
- Existe un incremento de las salidas, mientras los insumos permanecen constantes.

La productividad va relacionada con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad y gracias a este sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad del producto y así mejorar los estándares de calidad de la empresa sin que lleguen al usuario final. La productividad va en relación a los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad.

**2. EFICIENCIA.** Consiste en la medición de los esfuerzos que se requieren para alcanzar los objetivos. El costo, el tiempo, el uso adecuado de factores tanto materiales como humanos, cumplir con la calidad propuesta, constituyen elementos inherentes a la eficiencia. Los resultados más eficientes se alcanzan cuando se hace uso adecuado de estos factores, en el momento oportuno, al menor costo posible y cumpliendo con las normas de calidad requeridas.

**3. EFECTIVIDAD.** Es el grado en que se logran los objetivos. En otras palabras, la forma en que se obtiene un conjunto de resultados refleja la efectividad, mientras que la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia. La productividad es una combinación de ambas, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de los recursos.

Con estos conceptos es que un ingeniero industrial debe enfocar su trabajo, ya que en una empresa se busca ser productivos reduciendo los costos de la producción, manteniendo la calidad necesaria para satisfacer a los clientes actuales e incrementar el mercado.

### C. ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO

El estudio de métodos tiene varios objetivos, entre estos está el de evaluar el comportamiento del trabajador, planear las necesidades de la fuerza de trabajo, determinar el costo de o el precio del producto, comparar los métodos de trabajo, facilitar los diagramas de operaciones, como también establecer incentivos salariales.

Para elaborar un estudio de métodos se debe seguir un procedimiento sistemático, el cual comprenderá las siguientes operaciones:

1. **Obtención de los hechos.** Reunir todos los hechos importantes relacionados con el producto o servicio. Esto incluye dibujos y especificaciones, requerimientos cuantitativos, requerimientos de la distribución y proyecciones acerca de la vida prevista del producto o servicio

2. **Presentación de los hechos.** Cuando toda la información importante ha sido recabada, se registra en forma ordenada para su estudio y análisis. Un diagrama del desarrollo del proceso en este punto es muy útil.

3. **Efectuar un análisis.** Utilícense los planteamientos primarios en el análisis de operaciones y los principios del estudio de movimientos para decidir sobre cuál alternativa produce el mejor servicio o producto. Tales enfoques incluyen: propósito de la operación, diseño de partes, tolerancias y especificaciones, materiales, procesos de fabricación, montajes y herramientas, condiciones de trabajo, manejo de materiales, distribución en la fábrica y los principios de economía de movimientos.

4. **Desarrollo del método ideal.** Selecciónese el mejor procedimiento para cada operación, inspección, y transporte considerando las variadas restricciones asociadas a cada alternativa.

5. **Presentación del método.** Explíquese el método propuesto en detalle a los responsables de su operación y mantenimiento.

**6. Implantación del método.** Considérense todos los detalles del centro de trabajo para asegurar que el método propuesto dará los resultados anticipados.

**7. Desarrollo de un análisis de trabajo.** Efectúese un análisis de trabajo del método implantado para asegurar que el operador u operadores están adecuadamente capacitados, seleccionados y estimulados.

**8. Establecimiento de estándares de tiempo.** Establézcase un estándar justo y equitativo para el método implantado.

**9. Seguimiento del método.** A intervalos regulares hágase una revisión o examen del método implantado para determinar si la productividad anticipada se está cumpliendo, si los costos fueron proyectados correctamente y se pueden hacer mejoras posteriores.

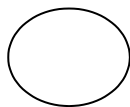
#### **D. DIAGRAMAS DE PROCESOS**

Cuando se realiza un análisis de métodos, es útil representar en forma clara y lógica la información de los hechos relacionados con el proceso. Para ello, la ingeniería de métodos nos brinda herramientas gráficas, que nos ayudan a estudiar detalladamente cada paso del proceso, con el fin de lograr la reducción de tiempo, optimizando el proceso de producción.

**1. Diagrama de curso (o flujo) del proceso.** Es un diagrama que emplea símbolos gráficos para representar los pasos o etapas de un proceso. También permiten describir la secuencia de los distintos pasos o etapas y su interacción. Este diagrama es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, se efectúa un análisis para su mejoramiento. Este proceso tiene 5 clasificaciones de acciones, las cuales son: operación, transporte, inspección, retrasos o demoras y almacenaje.

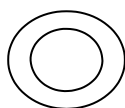
a. **Operación.** Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está cerrando o agregando algo o se está preparando para otra operación.

Símbolo:



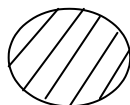
b. **Operación de trámite.** Se utiliza para indicar que se está creando un registro o conjunto de informes.

Símbolo:



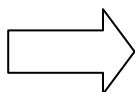
c. **Operación de trámite.** Ocurre cuando se está agregando información a un registro determinado.

Símbolo:



d. **Transporte.** Ocurre cuando uno o más objetos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.

Símbolo:



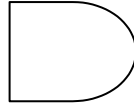
e. **Inspección.** Ocurre cuando uno o más objetos son examinados para su identificación o para comprobar y verifica la calidad de cualquiera de sus características.

Símbolo:



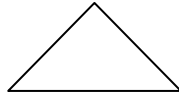
f. **Demora.** Ocurre cuando se interfiere en el flujo de uno o más objetos. Lo cual retarda el siguiente paso planeado.

Símbolo:



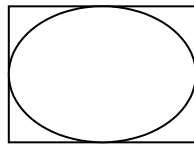
g. **Almacenaje.** Ocurre cuando uno o más objetos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.

Símbolo:



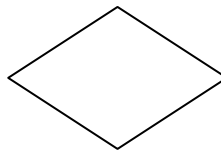
h. **Actividad combinada.** Se utiliza cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades se combinan.

Símbolo:



i. **Decisión.** Se utiliza cuando se desea tomar una decisión con respecto al proceso, para la indicación de operaciones lógicas de comparación entre datos.

Símbolo:



2. **Diagrama de Operación del Proceso:** Es la representación gráfica de operaciones e inspecciones del cual un proceso con indicación de los puntos de entrada de los materiales y repetición de operación. En el D.O.P. se registra solamente las operaciones principales y las inspecciones necesarias, sin tener cuenta donde se realiza o quién lo efectúa.

Se utilizan la simbología de operación e inspección indicada anteriormente.

## **IV. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

### **A. HISTORIA DE LA EMPRESA**

La empresa en estudio, tuvo su nacimiento en la ciudad de Filadelfia, Estados Unidos en el año de 1899, cuando su fundador inició a realizar cajones aislados de refrigeración para preservar alimentos funcionando estos con hielo que se encontraba colocado en la parte trasera del cajón.

Los cajones de refrigeración eran muy económicos, pero contaban con la desventaja de enfriar muy poco, esto debido a que los cajones eran de madera y el aislamiento se hacía de papel, aserrín o corcho. Posteriormente con el desarrollo tecnológico de los compresores, gases refrigerantes y los modernos sistemas de aislamiento, la empresa se convirtió rápidamente en uno de los líderes de la refrigeración comercial en Estados Unidos, con innovación que hoy en día son estándares en toda la industria de refrigeración.

Hoy en día está en boga la globalización y el concepto de alianzas estratégicas, sin embargo estas estrategias fueron aplicadas 40 años antes, gracias a la visión futurista de su fundador. En 1967, el fundador de la empresa en estudio observó a Centroamérica como un mercado potencial, por la necesidad de refrigeración comercial en el área. Debido a problemas políticos en Nicaragua la familia Teyo, se vio forzada a emigrar a Guatemala, en donde fundaron la nueva fábrica Refrigeradores de Guatemala S.A, la que gracias a su liderazgo en el mercado y la preferencia de las principales firmas de bebidas carbonatadas, cervezas, jugos, lácteos, 2 avícolas, hielo, helados y productos alimenticios, se han logrado impresionantes tasas de crecimiento.

Refrigeradores de Guatemala, S.A., a partir del año 2006 cambió su nombre al actual, esto con la finalidad de estandarizarse con las sucursales de Estados Unidos, Puerto Rico y Colombia.

Actualmente se producen más de 105 modelos diferentes de equipos de refrigeración con una variedad de más de 250 versiones de estos modelos para atender las necesidades de los diferentes mercados entre los cuales se pueden mencionar los países de Colombia, Perú, Ecuador, Venezuela, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Estados Unidos, Canadá, México, Puerto Rico, Republica Dominicana, Cuba, Bahamas, Curacao, Jamaica, Saint Marteen Surinam, Trinidad y Tobago y Guatemala, así como las marcas reconocidas de bebidas carbonatadas Pepsi Cola y Coca Cola, SAB Millar, entre otros.

## **B. GENERALIDADES**

La empresa actualmente cuenta con varias certificaciones entre las cuales están:

- ISO 9001:2008
- ISO 17025:2005

También cuenta con los reconocimientos siguientes:

- Primer lugar premio centrarse en categoría medio ambiente
- Reconversión industrial en protección a la capa de ozono

**1. 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.

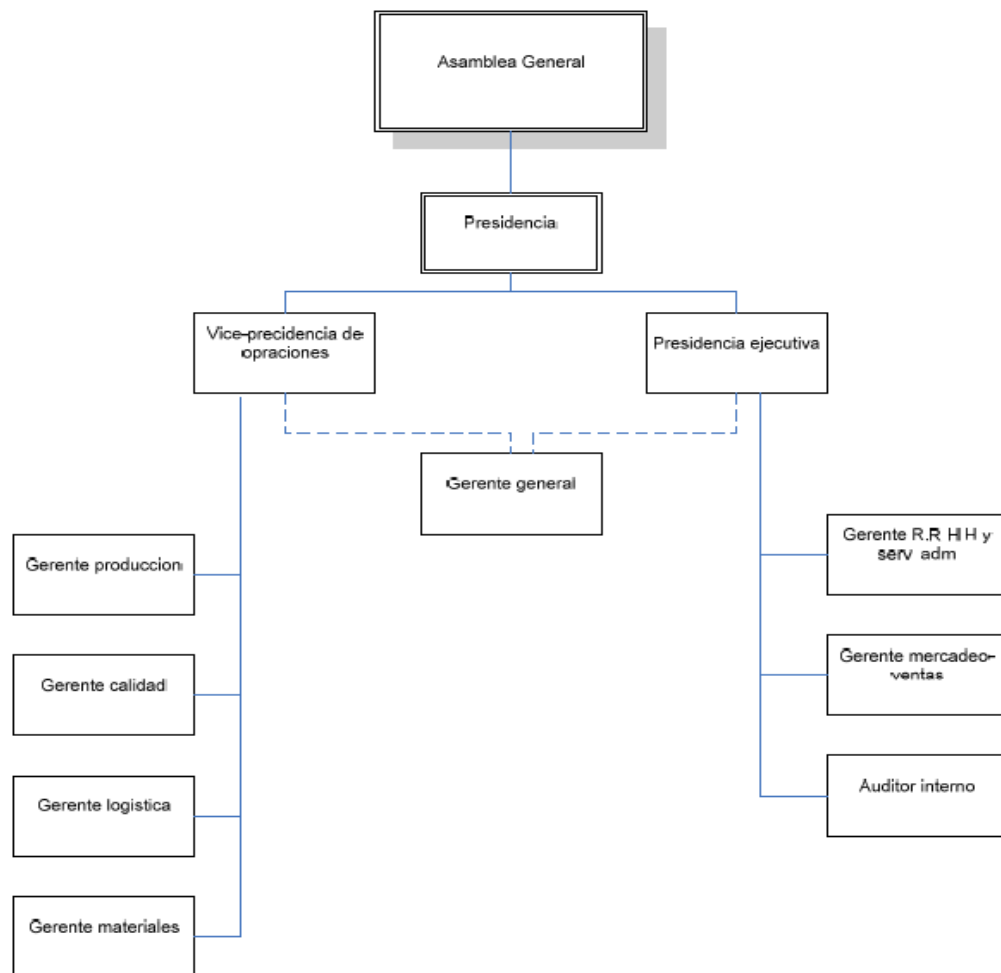
**2. Visión.** Ser el mejor proveedor de equipos de refrigeración comercial adaptados a los requerimientos del cliente, para puntos de ventas al detalle de productos fríos en América Latina.

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

**3. Estructura de la Empresa.** La estructura de la empresa consta de:

- Asamblea General: Es el ente superior formado por presidentes, vicepresidentes y gerente general.
- Presidente: Es el puesto con mayor autoridad dentro de la estructura.
- Presidente Ejecutivo: Es el responsable de todas las gestiones financieras, mercadeo y ventas.
- Vice-presidente de operaciones: responsable de todas las operaciones de la empresa, producción, logística, calidad y bodega.
- Gerente general: Es el encargado que todos los departamentos de la empresa caminen bien.
- Gerencias: Es el encargados y responsables del buen funcionamiento de sus áreas.

El organigrama de la empresa es el siguiente:



Fuente: Estudio de Campo

**a. Gerencia General.** La Gerencia General es la encargada de velar por el buen funcionamiento de la empresa en todos sus departamentos, apoyándose directamente en gerentes de los mismos. Uno de los trabajos más importantes que se realizan es el análisis para la optimización de los movimientos internos dentro de los distintos departamentos que tienen una relación directa con la fabricación de refrigeradores.

Es importante hacer notar que la Gerencia General es más que todo un apoyo importante en lo que significa la toma de decisiones en las distintas etapas de la producción de refrigeradores.

**b. Departamento de Producción.** El Departamento de Producción tiene como principal objetivo la realización de equipos de refrigeración comercial, optimizando de la mejor manera los recursos. El departamento de producción se encuentra distribuido en distintas áreas, las cuales son precedidas por el gerente de producción, el cual a su vez se apoya del jefe de planta. Dicho jefe de planta es el encargado de conjuntar al equipo de supervisores los cuales son los encargados de velar por el cumplimiento de las metas, todo esto brindando atención a los colaboradores y analizando mejoras en el proceso de producción.

**c. Departamento de Calidad.** El Departamento de Calidad, tiene como principal objetivo llevar un monitoreo y control de los equipos, tanto durante su producción como al terminar el proceso del mismo, para asegurar el cumplimiento de las normas de calidad de la empresa y cumplir con los requerimientos del cliente.

**d. Mercado.** Actualmente Refco S.A. 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.

## **V. PROCESO PRODUCTIVO**

El proceso de fabricación y ensamble de refrigeradores es bastante complejo debido a la cantidad de componentes que se manejan desde el principio al final del proceso. La complejidad del proceso inicia por los diferentes productos que se tiene y todos los procesos de ensambles y sub-ensambles son manuales, por lo tanto los colaboradores tienen un desgaste físico elevado.

En lo que a conocimiento se refiere, la mayoría de colaboradores deben de tener conocimientos básicos de refrigeración y eléctrico, para poder desenvolverse de mejor manera dentro de la línea de ensambla o subensamble según sea el caso.

### **A. PRINCIPALES MATERIALES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROCESO**

En cuanto a materiales se refiere se puede definir que dentro del proceso el material principal es la lámina galvanizada y el acero inoxidable, ya que el exterior e interior del refrigerador están constituidos de este material.

La espuma de poliuretano es una mezcla de polioliol, ciclopentano e isosianato, luego de un tiempo de premezclado es colocada en la parte interior del refrigerador. Las características de la espuma de poliuretano son: Brindar solidez al refrigerador y cumplir como aislante térmico.

Dentro de los ensambles los materiales se clasifican en materiales de ensamble y materiales de unidad.

Dentro de los materiales de ensamble se tienen los tornillos, remaches, cinta adhesiva, silicón, rinup y tornillos remachables. Los materiales de unidad son los compresores, evaporador, condensador, tubería de cobre. El nitrógeno y el refrigerante son los materiales utilizados dentro del departamento de refrigeración.

## B. ETAPAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

La finalidad del proceso es la elaboración de cámaras de refrigeración comercial. Este proceso es bastante complejo, ya que se manejan con diferentes tipos de materiales, para los diferentes modelos de refrigeradores.

El proceso cuenta con áreas de ensamble y subensamble, los cuales son manuales, por lo tanto los operarios deben de tener un conocimiento básico acerca de electricidad y refrigeración.

**1. Corte, troquel y dobléz (Metales).** Este departamento es el que da inicio al proceso de producción. Inicia realizando el corte de la lámina (galvanizada o pre-pintado) según las dimensiones que se soliciten para los distintos modelos. Luego continúa el proceso de troquelado, en el cual se realizan los troqueles o perforaciones en las distintas figuras que se requieran.

Para finalizar las piezas son dobladas en base a planos.

**2. Proceso de ensamble I.** Se procede a realizar los cajones de los equipos, los cuales se ensamblan utilizando grapas y tornillos. Luego se realizan los interiores, los cuales se ensamblan de manera similar a los cajones, con la diferencia que en el interior va colocado el arnés eléctrico. Ya ensambladas estas dos partes se procede a unir las para así formar el esqueleto del refrigerador.

**3. Proceso de espuma.** Esta área es abastecida directamente por ensamble I. Se procede a colocar los esqueletos una cámara a presión, y forrando el refrigerador con moldes de madera para que no se deforme debido a la expansión de la espuma en el interior del refrigerador.

En sí, la espuma se compone de tres sustancias en estado líquido las cuales son: Polioliol, éste es el agente que se polimeriza al momento de la mezcla,

ciclopentano, actúa como agente expansivo y por último el isocianato que da la resistencia térmica y solidez a la espuma.

Sabiendo las bondades de cada elemento el proceso de la mezcla inicia en la máquina de premix, en la cual se coloca en polioliol y el ciclopentano los cuales se mantienen en constante movimiento debido a que el polioliol es apolar y el ciclopentano es apolar, luego de esta mezcla se envía directamente a la cámara de presión.

El isocianato está en el chiller a una temperatura ambiente, este se mezcla con el polioliol y ciclopentano al momento en que ingresan al refrigerador y así completar el proceso de espumado. Luego de espumado el refrigerador es prudente darle un tiempo de curado para evitar cualquier problema.

**4. Proceso de ensamble II.** Es una de las partes más complejas del proceso, ya que en ésta se procede a introducirle al esqueleto todos los componentes necesarios para que este funcione de una manera optima.

Los componentes son evaporador, condensador, ventiladores y la tubería de cobre. Luego que se termina esta parte del proceso el esqueleto se convierte en equipo de refrigeración.

**5. Proceso de ensamble III.** Es la parte del proceso en la cual se le colocan los últimos detalles al equipo. Se procede a la colocación de tarima, puerta(s) y tapaderas para cubrir el motor.

**6. Proceso de refrigeración.** Con el equipo completo se procede a introducir la carga de refrigerante que el equipo requiera para su óptimo funcionamiento.

En sí el proceso del refrigeración o ciclo de refrigeración inicia en el condensador, el cual envía el refrigerante en estado liquido al evaporador, el cual convierte el refrigerante a estado gaseoso y lo envía al compresor el cual comprime el gas refrigerante y lo envía al evaporador para iniciar nuevamente el ciclo. El refrigerante viaja por un tubo de drenaje y un capilar, los cuales son de cobre.

**7. Proceso de prueba.** Es en el cual, se verifica el buen funcionamiento del equipo.

**8. Proceso de acabado final.** Es el proceso en el cual los equipos son limpiados y reparados (de ser necesario) por algún tipo de golpe o hundimiento mínimo en alguna parte del equipo, para que el equipo salga sin ningún defecto y pueda ingresar a ser empacado.

**9. Proceso de pintura.** En esta parte del proceso, solo ingresan los equipos que necesitan ser pintados luego de alguna reparación del proceso de acabado final. Este proceso es vital para la buena presentación de los equipos.

**10. Proceso de empaque.** Es el proceso final, en el cual se procede a empacar el equipo, el cual ya está listo para su despacho.

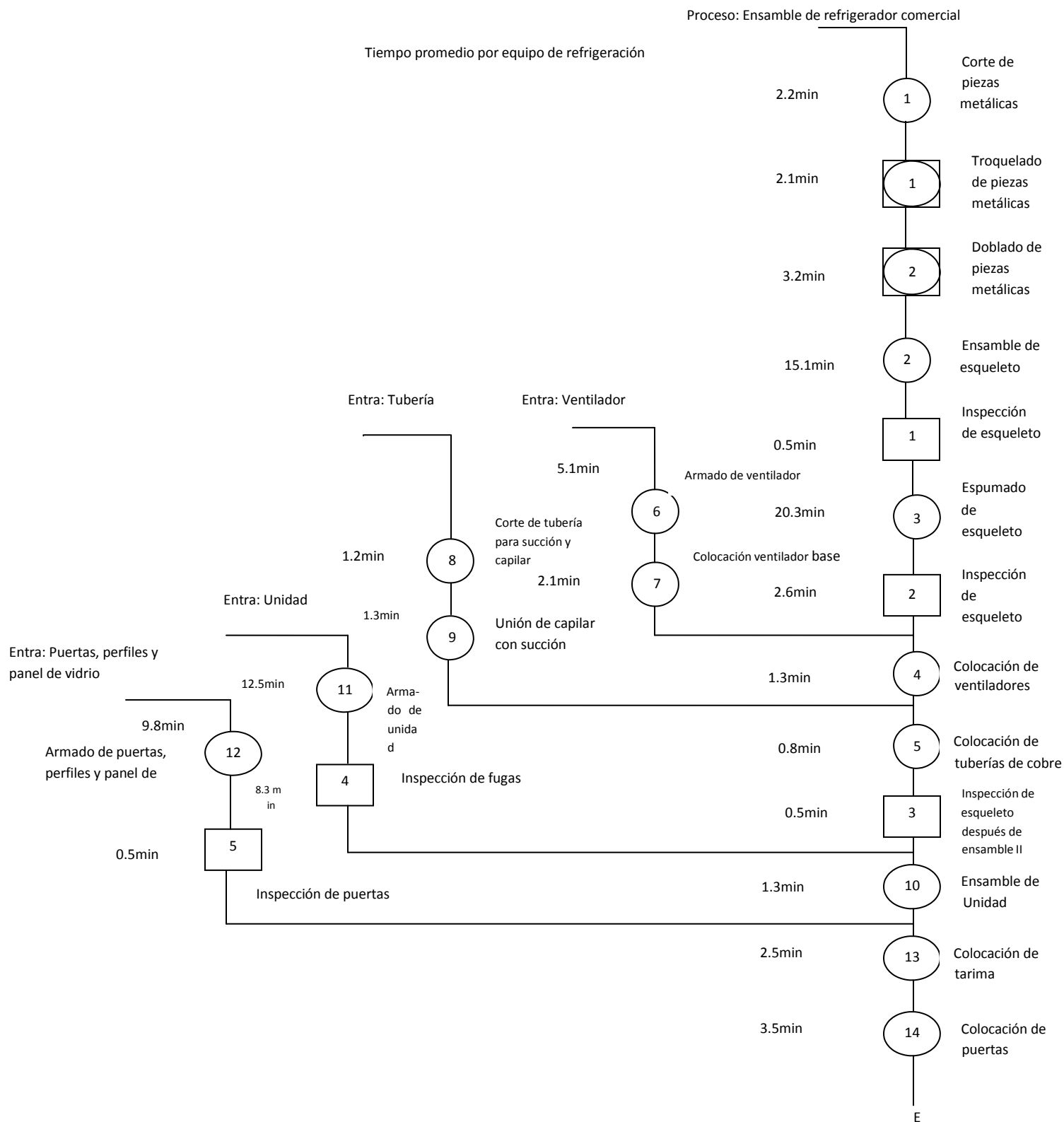
## DIAGRAMAS

### Diagrama de Operación del Proceso

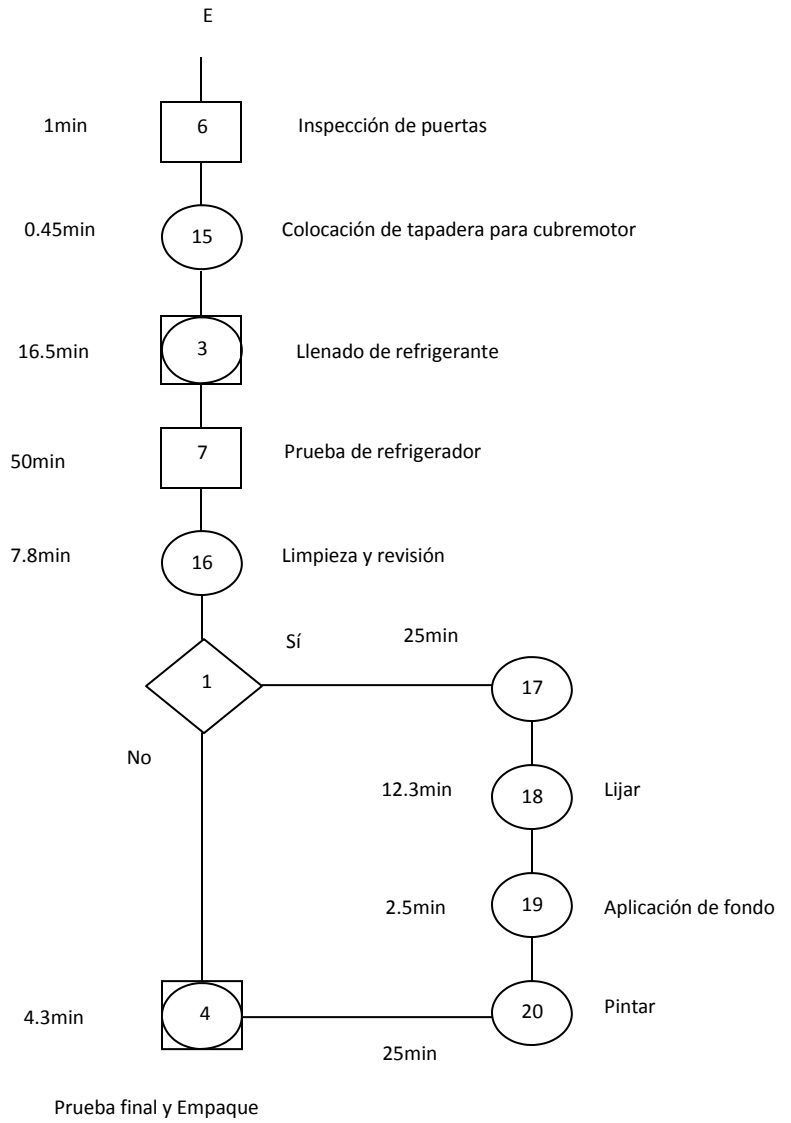
DOP Ensamble de Refrigeradores Comerciales

Realizado por: Luisa López El 20 de junio de 2011

Desde almacenado de materiales hasta almacenado en bodega de producto final proceso-actual



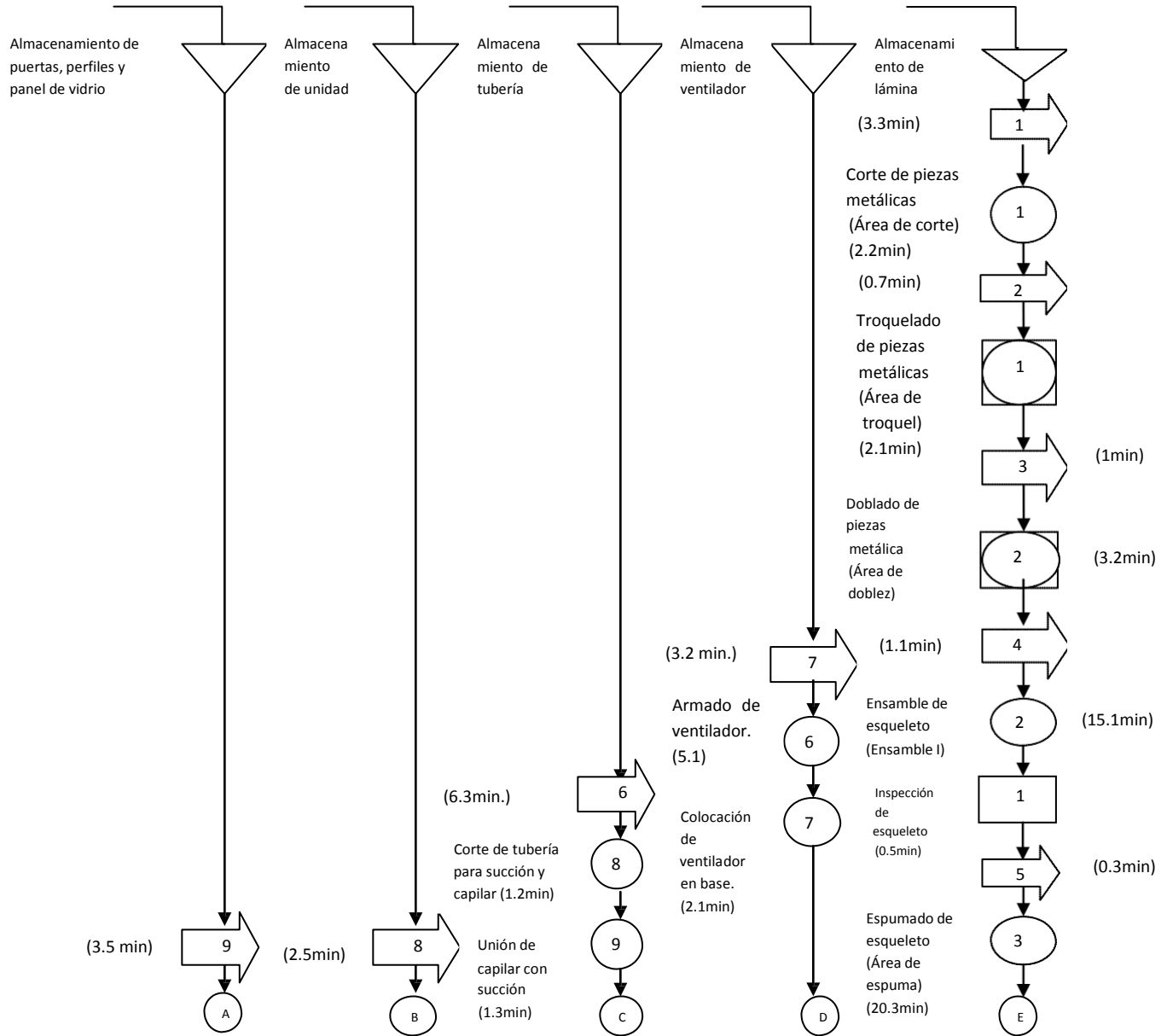
### Continuación Diagrama de Operación del Proceso



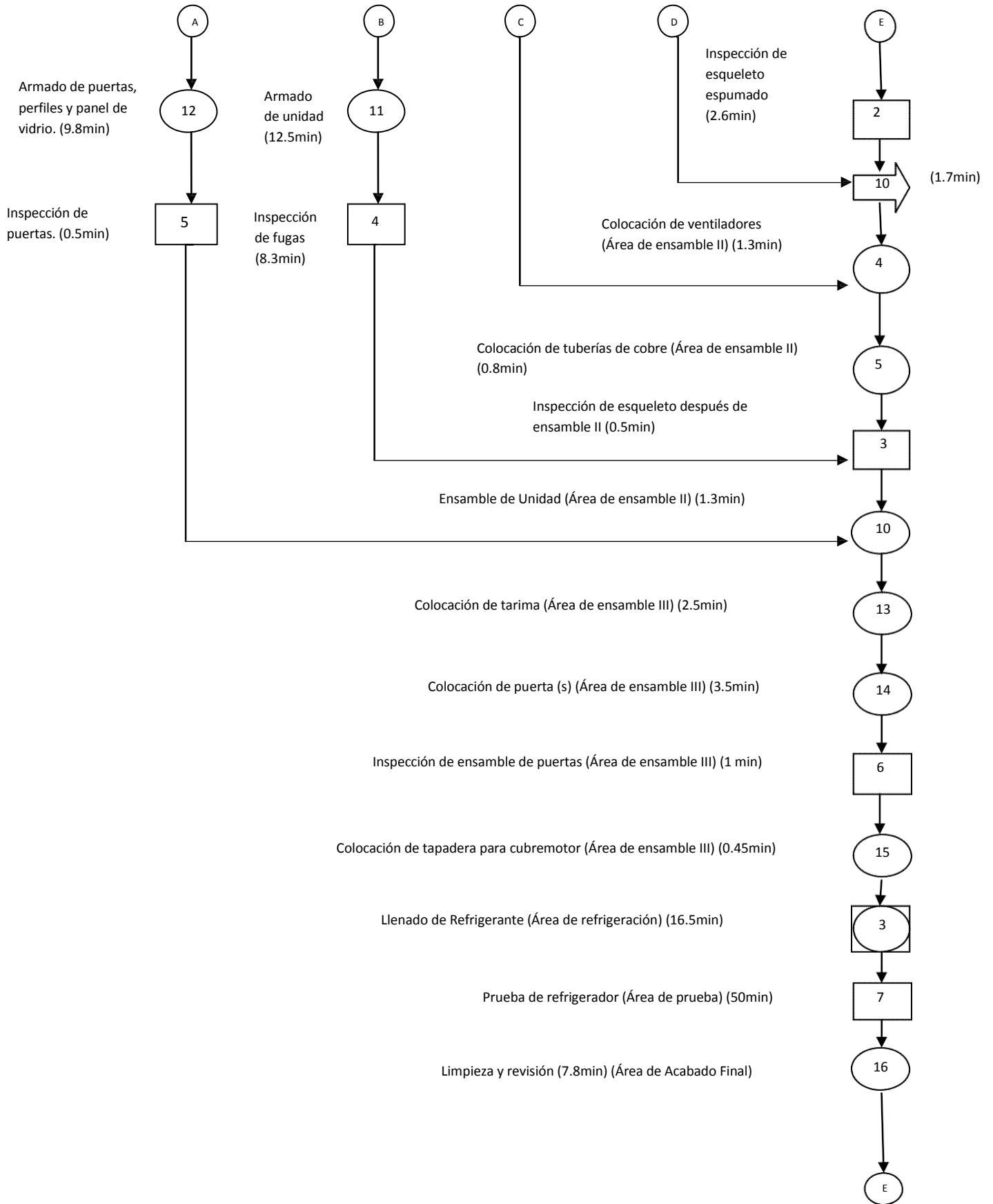
Evento	Cantidad	Tiempos
Operación	20	152.05min
Inspección	7	63.4min
Decisión	1	---
Actividad combinada	4	26.1min
Total		241.55min = 4.025 hrs

### Diagrama de Flujo del Proceso

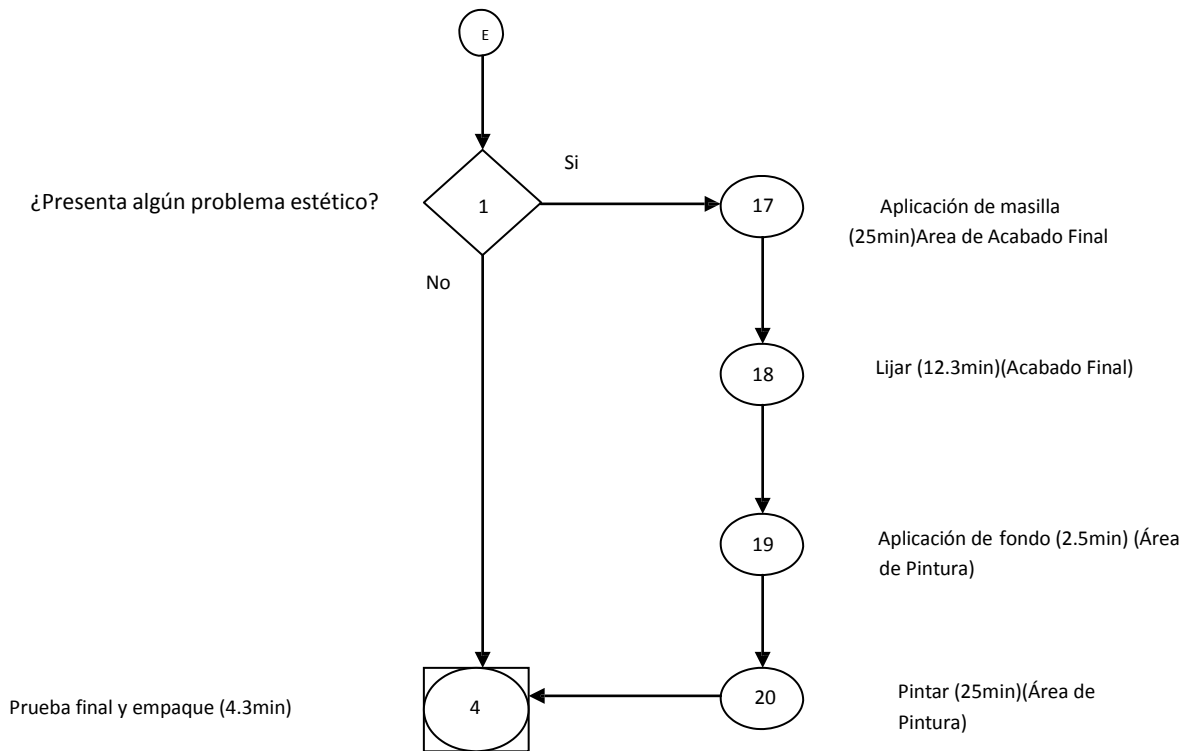
Diagrama de Flujo del Proceso  
 Proceso: Manufactura de Refrigeradores  
 Inicio del proceso: Desde el almacenamiento de los materiales  
 Método: Actual  
 Elaborado por: Luisa López



### Continuación Diagrama de Flujo del Proceso



### Continuación Diagrama de Flujo del Proceso



### Resumen

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo
	Operación	20	152.05 min.
	Inspeccion	7	63.4 min.
	Actividad Combinada	4	26.1 min.
	Transporte	10	23.6 min.
	Decision	1	--
Tiempo total			265.15mín= 4.41hrs

## VI. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA

### A. INFRAESTRUCTURA

1. **Análisis de planos:** La planta de producción está elaborada con combinación de acero estructural con concreto armado. Se utiliza cimentación corrida, ya que los muros interiores y exteriores cargan su peso al suelo. La cubierta superior es de lámina galvanizada pre-pintada, utilizando un techo de dos aguas. Los muros interiores y exteriores son de ladrillo, con ventanas metálicas.

Consta de dos áreas, las cuales son el área de oficinas y el área de planta, utilizando en la planta un piso de concreto armado sin pulir, debido al movimiento constante de los montacarga.

El tipo de iluminación que se utiliza en su mayor parte es natural, ahora bien en los procesos críticos se utiliza iluminación artificial.

La señalización de las distintas áreas y rutas de evacuación se encuentran bien definidas.

### B. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La planta cuenta con cinco líneas de producción, cuenta con seis departamentos principales, los cuales se describen a continuación:

#### 1. Departamentos.

- **Corte, troquel y dobléz (Metales):** Es el inicio del proceso, en esta área se cuenta con maquinas cortadoras, troqueladoras y dobladoras, correctamente distribuidas y señalizadas. El sistema de iluminación que utiliza es artificial y cada máquina cuenta su propio sistema, esto como una medida de seguridad para los colaboradores.

▪ **Ensamble I:** En este departamento inicia la división por líneas, por lo cual realiza diferentes operaciones por cada una, ya que cada línea trabaja distintos modelos de equipos de refrigeración. Dentro de este departamento no se utiliza maquinaria, únicamente se utilizan unas camillas, las cuales sirven de apoyo para recostar los esqueletos y el proceso sea más fácil.

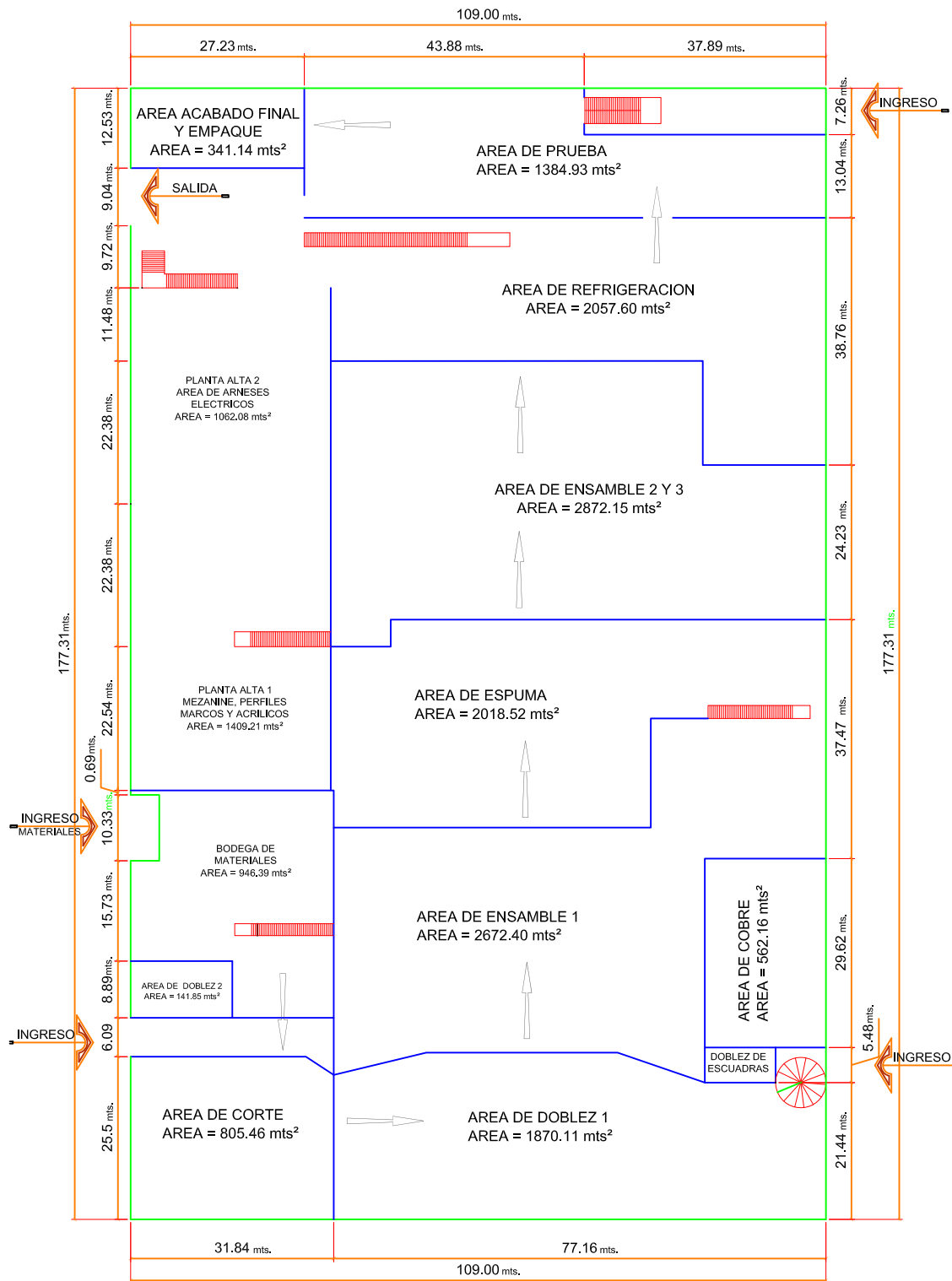
▪ **Espuma:** En este departamento se procede a llenar los esqueletos con espuma de poliuretano, la cual es una solución líquida. Esta solución es transportada por medio de tuberías dentro de un ducto. Existen máquinas prensadoras a base de moldes, ya que esto ayuda a que el equipo no sufra ningún tipo de deformación al ser espumado.

▪ **Ensamble II y III:** En estas áreas es donde existe mayor cantidad de personal y el trabajo que se realiza es totalmente manual. Utilizan herramientas como barrenos manuales, martillos, atornilladores, cuchillas entre otros. Estas áreas cuentan con sub-ensambles de baffle, evaporadores, puertas, los cuales abastecen a la línea.

En la línea los operarios utilizan andamios para facilitar la colocación de los componentes. Dentro de los subensambles se analizan varios factores, el más importante es la fuga del evaporador.

▪ **Refrigeración:** Se procede a inyectar el refrigerante. Para llevar a cabo este proceso se utilizan bombas de vacío para limpiar la tubería de cualquier tipo de contaminación que pueda dañar las propiedades del refrigerante, para luego soldar la tubería y verificar que no exista fuga

### Distribución de la Planta




**AREA TOTAL 19326.26 mts<sup>2</sup>**
ESC 1/1000

## Estadísticas del Proceso de Pintura

Tabla No. 1: Registro de ingresos a pintura en 2,011

Meses	Total de Producción	A Pintura	Conforme	% a Pintura
Enero	6,222.00	3,065.00	3,157.00	49.26
Febrero	8,109.00	4,885.00	3,224.00	60.24
Marzo	8,774.00	5,797.00	2,977.00	66.07
Abril	7,930.00	4,919.00	3,011.00	62.03
Promedio	7,758.75	4,666.50	3,092.25	59.40

Tabla No. 2: Registro de líneas con mayor cantidad de equipos a pintura en enero de 2,011

LINEA	EQUIPOS A PINTURA	%ENERO
A	946.00	30.86
B	785.00	25.61
C	185.00	6.04
D	387.00	12.63
E	762.00	24.86
TOTAL	3,065.00	

Gráfica No. 1: Porcentaje por línea

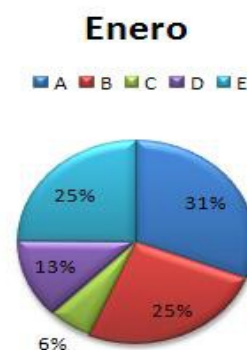


Tabla No. 3: Registro de líneas con mayor cantidad de equipos a pintura en febrero de 2,011

LINEA	EQUIPOS A PINTURA	%FEBRERO
A	1,808.00	37.01
B	1,322.00	27.06
C	180.00	3.68
D	339.00	6.94
E	1,236.00	25.30
TOTAL	4,885.00	

Gráfica No. 2: Porcentaje por línea



**Tabla No. 4: Registro de líneas con mayor cantidad de equipos a pintura en marzo de 2,011**

LÍNEA	EQUIPOS A PINTURA	%MARZO
A	1,821.00	31.41
B	1,353.00	23.34
C	215.00	3.71
D	489.00	8.44
E	1,919.00	33.10
TOTAL	5,797.00	

**Gráfica No. 3: Porcentaje por línea**



**Tabla No. 5 Registro de líneas con mayor cantidad de equipos a pintura en abril de 2,011**

LÍNEA	EQUIPOS A PINTURA	%ABRIL
A	1,695.00	34.46
B	1,237.00	25.15
C	274.00	5.57
D	569.00	11.57
E	1,144.00	23.26
TOTAL	4,919.00	

**Gráfica No. 4: Porcentaje por línea**



**Tabla No. 6: Registro de porcentaje de ingresos a pintura por líneas de producción 2,011.**

Línea	Promedio
A	33.44%
B	25.29%
C	4.75%
D	9.89%
E	26.63%

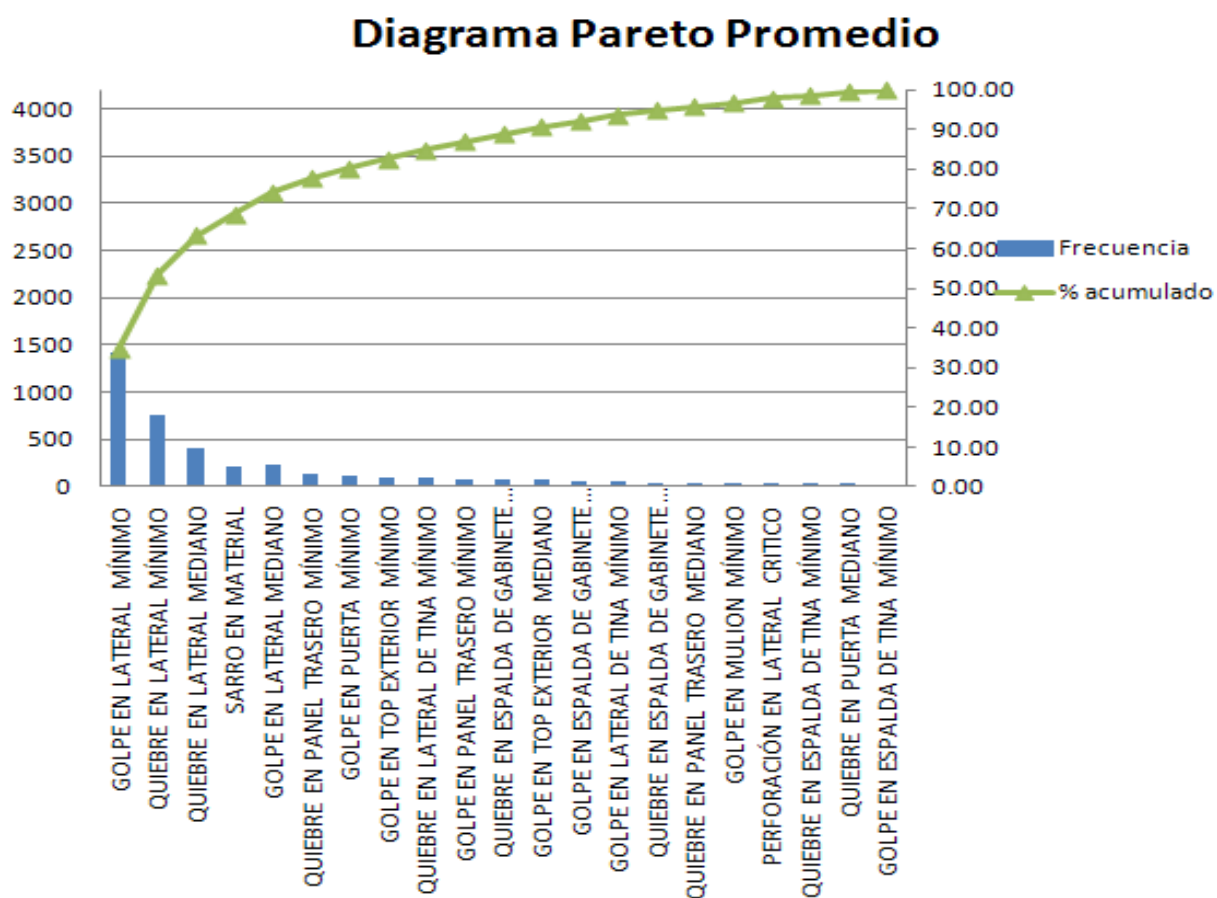
Tabla No. 7: Porcentaje de problemas con sus fuentes.

Problema	Fuente	Porcentaje
<b>Golpes en laterales</b>	Falta de rampa	5.00%
<b>Golpes laterales</b>	Falta de mantenimiento en el facilitador	15.00%
<b>Golpes en puertas</b>	Falta de mantenimiento en el facilitador	2.50%
<b>Golpes mínimos en laterales</b>	Golpes con Herramientas	5.00%
<b>Ensamble I</b>		
<b>Golpes medianos en laterales</b>	Golpes con Herramientas	4.00%
<b>Ensamble I</b>		
<b>Golpes en laterales en ensamble II</b>	Golpes por herramienta	5.00%
<b>Golpes mínimos en laterales</b>	Golpes por herramienta en Ensamble II	5.00%
<b>Golpes de laterales medianos.</b>	Golpes por herramienta en Ensamble II	4.00%
<b>Golpes en laterales</b>	Operadores suben a los equipos	5.00%

Tabla No. 8: Tabla de registros promedio de defectos encontrados en pintura

Tabla Promedio					
DEFECTOS	Frecuencia	%	% acumulado	Clasificación	Área
GOLPE EN LATERAL MÍNIMO	1,417.00	34.61	34.61	Operacional	Ensamble I y II
QUIEBRE EN LATERAL MÍNIMO	765.00	18.69	53.30	Espumar	Espuma
QUIEBRE EN LATERAL MEDIANO	411.00	10.04	63.34	Espumar	Espuma
SARRO EN MATERIAL	219.00	5.35	68.69	Material	Materiales
GOLPE EN LATERAL MEDIANO	227.00	5.54	74.23	Operacional	Ensamble I
QUIEBRE EN PANEL TRASERO MÍNIMO	138.00	3.37	77.60	Operacional	Ensamble I
GOLPE EN PUERTA MÍNIMO	110.00	2.69	80.29	Operacional	Ensamble III
GOLPE EN TOP EXTERIOR MÍNIMO	96.00	2.34	82.63	Operacional	Ensamble I
QUIEBRE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO	93.00	2.27	84.90	Operacional	Ensamble III
GOLPE EN PANEL TRASERO MÍNIMO	84.00	2.05	86.96	Operacional	Ensamble II
QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO	79.00	1.93	88.89	Operacional	Ensamble II
GOLPE EN TOP EXTERIOR MEDIANO	69.00	1.69	90.57	Operacional	Ensamble II
GOLPE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO	65.00	1.59	92.16	Operacional	Ensamble II
GOLPE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO	60.00	1.47	93.62	Operacional	Ensamble II
QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MEDIANO	45.00	1.10	94.72	Espumar	Espuma
QUIEBRE EN PANEL TRASERO MEDIANO	44.00	1.07	95.80	Espumar	Espuma
GOLPE EN MULION MÍNIMO	38.00	0.93	96.73	Operacional	Ensamble II
PERFORACIÓN EN LATERAL CRITICO	44.00	1.07	97.80	Espumar	Espuma
QUIEBRE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO	34.00	0.83	98.63	Espumar	Espuma
QUIEBRE EN PUERTA MEDIANO	34.00	0.83	99.46	Espumar	Espuma
GOLPE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO	22.00	0.54	100.00	Operacional	Ensamble II
<b>Total</b>	<b>4,094.00</b>				

Gráfica No.5: Diagrama de Pareto promedio de defectos en ingresos a pintura



## VI. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA

### A. ANÁLISIS DE CAUSAS

Actualmente, la empresa está ingresando a pintura un promedio de 59.40% <sup>1</sup> de la producción total, lo cual son aproximadamente 4,666.50 equipos mensuales, esto hace un total de 55,998 equipos anuales. Cabe recalcar que este dato varía según la fluctuación de la producción mensual de la fábrica.

En los meses de enero, febrero, marzo y abril, las líneas de producción con mayor registro de ingresos a pintura fueron: las líneas A, B y E con un promedio del 33.44%, 25.29% y 26.63% respectivamente<sup>2</sup>, debido a que son las líneas con mayor producción.

Las líneas A y E producen los mismos modelos de equipos a diferencia de la línea B, que es la encargada de manufacturar modelos de equipos más grandes.

Durante el presente estudio, se identificaron siete defectos que representan el 80% del total de los problemas estéticos<sup>3</sup>. Por lo tanto al disminuir estos problemas, se logra una disminución de equipos en el reproceso y al mismo tiempo se reducen los costos de pintura.

A continuación se realiza un análisis de las causas de los problemas estéticos con mayor impacto en pintura.

1. Golpe en lateral mínimo: Impacta en un 34.61% del total de defectos<sup>4</sup>, este golpe se puede dar en cualquier parte del proceso de ensamble por múltiples causas, las cuales van desde malas prácticas de manufactura, hasta una mala organización de las estaciones de trabajo.

---

<sup>1</sup> Ver Tabla No.1

<sup>2</sup> Ver Tabla No.6

<sup>3</sup> Ver Tabla No. 8

<sup>4</sup> Ver Tabla No. 8

Las malas prácticas que ocasionan este golpe inician desde el área de metales, debido a que los operarios no brindan un manejo apropiado a las piezas, ya que solo un trabajador opera por máquina, por lo tanto se les dificulta mover las piezas de un lugar a otro, sobre todo si son piezas grandes. Asimismo los facilitadores que se utilizan para el transporte de estas piezas, no es adecuado ya que no cumple con las medidas necesarias para proteger las piezas de múltiples golpes al ser transportadas. Actualmente tienen las siguientes medidas: 2.5mts x 1mts.

Posteriormente en el área de ensamble I y II donde registran un 34.61%<sup>5</sup> de este problema, debido a que los laterales son las piezas más grandes que el operario maneja al momento, las piezas son golpeadas una con otra o topan en algún facilitador, creando algún tipo de golpe en el lateral.

En el ensamble II la principal causa de estos golpes es el mal manejo de la herramienta, esto repercute en gran manera en los daños a los equipos, ya que los operarios dejan caer en ocasiones la herramienta sobre los equipos, generando golpes en las partes más vulnerables que son los laterales.

En esta área también es importante mencionar, que los operarios al trabajar en las partes superiores de los equipos, sobre todo si los equipos son grandes, cuentan con un facilitador que funciona como un elevador, el cual ayuda a trabajar en áreas de mayor altura. El problema del facilitador es que no cuenta con un apoyo donde el operario pueda sostenerse, por lo tanto para poder realizar su trabajo se apoyan en los equipos dejando caer su peso, provocando golpes en los mismos.

En el área de prueba, el principal problema es que el área es muy reducida, y ya que es un área indispensable para monitorear el funcionamiento de los equipos, todos los equipos deben pasar por esta área, esto quiere decir que atiende a las 5 líneas de producción, por lo tanto, hay momentos en los cuales dicha área tiende acumular muchos equipos, la razón de esto es porque no se puede trabajar en línea uno a uno, por lo que se envían bloques de

---

<sup>5</sup> Ver Tabla No. 8

equipos, también se debe de tomar en cuenta que hay ciertos equipos que tardan de 2 a 3 horas en ser evaluados, debido a esto se crea la acumulación, lo cual crea problemas ya que los equipos chocan unos con otros.

2. Quiebre en lateral mínimo, Quiebre en lateral mediano, Quiebre en panel trasero mínimo: Impactan en un 32.10% del total de los defectos<sup>6</sup>, estos tipos de quiebres se provocan en su mayoría en el área de Espuma, ya que se utiliza una metodología rudimentaria, ya que se deben de colocar los moldes de madera en todo el esqueleto del equipo, y al salir de la máquina se retiran dichos moldes. Este proceso queda fuera del presente estudio, ya que la causa del problema no es operacional, por lo tanto requiere de un estudio más profundo acerca de la maquinaria utilizada.

En el área de ensamble I se registra un 3.37% de problemas de quiebres<sup>7</sup>, ya que donde se inicia el ensamble, no se cuenta con ninguna base de respaldo que proteja la pieza del panel trasero al ser transportado en el conveyor, causando golpes en las piezas. Otra causa del problema es la mala manipulación de las piezas por parte del operario, ya que dentro de éste ensamble no se utilizan facilitadores para el transporte de las piezas de una estación a otra, sino que son los mismos operarios los que mueven los equipos, cargándolos de un lado a otro, montando y desmontando los equipos del conveyor, manipulándolos de una estación a otra.

Este es un problema relevante, ya que el operario tiene un desgaste físico constante, lo cual repercute en la calidad de su trabajo a lo largo de la jornada laboral, ya que se trabaja con un material pesado y delicado al mismo tiempo, por lo que es complicado mantener la calidad del equipo si se continúa utilizando la misma metodología, ya que se crean así problemas que afectan al producto, como los mencionados anteriormente.

3. Sarro en material. Impacta en un 5.35% del total de los defectos<sup>8</sup>, este es un problema de proveedor, ya que la lámina ingresa a la fábrica con sarro, el problema es que la lámina ingresa en rollo, por lo que es complicado ver la calidad del producto que ingresa.

---

<sup>6</sup> Ver Tabla No. 8

<sup>7, 8</sup> Ver Tabla No. 8

4. Golpe en lateral mediano: Impacta un 5.54% del total de defectos<sup>9</sup>, este problema es causado debido al transporte de las piezas, teniendo un registro del 5.54% en el área de ensamble I<sup>10</sup>, ya que se utilizan varios tipos de facilitadores, como por ejemplo: Carretillas. El problema que se presenta con las carretillas, es que se utilizan para todo tipo de lateral, esto quiere decir que no son carretillas que tengan las medidas exactas para cada pieza, por lo tanto cuando se utilizan laterales de modelos grandes, los laterales salen del área de protección, quedando expuestos a ser lastimados al transportarlos.

5. Golpe en puerta mínimo: Impacta en un 2.69% del total de los defectos. El cual se registra en un 2.69% en el área de ensamble III<sup>11</sup>. Las causas de este problema son diversas. Una de ellas, es el manejo de las piezas durante su transporte, las puertas son transportadas del área de ensamble de puertas al área de espuma, seguidamente son transportadas para el área de puertas, para luego ser transportadas a ensamble III.

Actualmente se utilizan carretillas, que cuentan con barreras de metal que ayudan a separar una puerta de otra. Estas carretillas poseen una superficie de cartón en el suelo, y para sostener las puertas contienen barras de madera con un recubrimiento de cinta asfáltica, que sirve de amortiguador para disminuir la probabilidad de golpes. El problema éstos facilitadores, es que no se le brinda un mantenimiento continuo, por lo tanto el suelo de los mismos tiende a desgastarse, por el uso constante que se les brinda, lo cual provoca que se manipulen las piezas al ser transportadas, ocasionando golpes en las mismas.

Se puede concluir que la mayoría de problemas son operacionales, generados a lo largo de las líneas de producción, desde malas prácticas de manufactura hasta problemas en la ergonomía del área de trabajo. Se debe mencionar que dentro de las malas prácticas de manufactura, se le agrega que los operarios se acomodaron a reprocesar los equipos de prepintado, ya que están consientes que se cuenta con ésta área por lo tanto, no tienen el mismo cuidado que tienen con los equipos de galvanizado y de acero inoxidable que con los de prepintado, porque saben que cualquier problema estético lo pueden resolver gracias al área de pintura.

---

<sup>9</sup> Ver Tabla No.8

<sup>10</sup> Ver Tabla No.8

<sup>11</sup> Ver Tabla No. 8

Estos problemas se pueden disminuir o hasta eliminar, si se cambia la cultura organizacional de los operarios, al trabajar juntamente con ellos para poder lograr un mejor desempeño en la producción disminuyendo los reprocesos, en éste caso los ingresos de equipos a pintura.

Al trabajar con los problemas estéticos de causas operacionales, reduciríamos el 46.21% de los problemas estéticos generales<sup>12</sup>, lo cual generaría un ahorro para la empresa.

Es importante mencionar, que tanto en las áreas de Metales y Ensamblados, cuenta con una rotación de personal alto, sobre todo para la jornada nocturna, ya que el trabajo que se necesita para la elaboración de los equipos de refrigeración comercial es pesado y además se trabaja bajo mucha presión, de parte del personal de producción.

---

<sup>12</sup> Ver Tabla No.8

## VII. ANÁLISIS DEL COSTEO ACTUAL

A continuación, se muestra la tabla de registros del costeo de los materiales más importantes utilizados en el área de pintura.

Tabla No. 9: Registro de costeo primario

Desglose	Costo Un. (Q)	En.	Febr.	Mar.	Abr.	Cant. Promedio	Costo Promedio Material (Q)
<b>Materiales Directos</b>							
Pintura blanca Poliuretana Mexicana Ulta 7000 Gal.	650.00	18.00	16.00	40.00	29.00	25.75	16,737.50
Pintura blanca Coreana Poliuretana Gal.	650.00	35.00	30.00	25.00	4.00	23.50	15,275.00
Pintura Excelbase Negro Mate Gal.	624.90	50.00	40.00	38.00	45.00	43.25	27,026.93
Catalizador CCH-690 Octavos	114.90	60.00	75.00	105.00	86.00	81.50	9,364.35
Reductor AS-8 Gal	256.90	65.00	59.00	60.00	68.00	63.00	16,184.70
Diesel Gal.	35.00	164.00	208.00	208.00	200.00	195.00	6,825.00
Pasta para Pulir Gal.	270.00	10.00	15.00	20.00	18.00	15.75	4,252.50
Tinner Gal.	44.45	100.00	120.00	135.00	110.00	116.25	5,167.31
Masilla plástica Gal.	160.00	20.00	35.00	28.00	30.00	28.25	4,520.00
Mopas unidad	177.87	20.00	18.00	17.00	19.00	18.50	3,290.60
Nylon 27x 2.5mm de espesor (lb)	8.99	200.00	230.00	300.00	375.00	276.25	2,483.49
Retazo de tela (lb)	35.00	500.00	550.00	650.00	590.00	572.50	20,037.50
Lija circular No. 320 discos de 6'	1.98	2,400.00	2,275.00	2,450.00	2,995.00	2,530.00	5,009.40
Lija circular No. 120 discos de 6'	2.22	2,200.00	3,125.00	3,567.00	3,423.00	3,078.75	6,834.83
Transparente Poliuretano (Gris metálico)	620.90	7.00	10.00	15.00	10.00	10.50	6,519.45
<b>Total de MD</b>							<b>149,528.55</b>
Trabajadores		Salario mensual	Salario total mensual	Cuota patronal		Total MOD mensual	
8		2,280.00	18,240.00	2,311.01		20,551.01	
<b>TOTAL COSTO PRIMARIO</b>							<b>170,079.55</b>

Actualmente la empresa registra solamente en costos de materiales directos para la reparación de equipos, la cantidad de Q. 149,528.55 mensuales lo cual al año nos representa una salida de **Q. 1,794,342.60**, lo cual contiene los costos de los materiales más importantes para poder cubrir las necesidades del reproceso de pintura, nos enfocamos en este costo en especial ya que al minimizar la cantidad de equipos a pintura se puede disminuir de la misma manera el uso de insumos, en este caso los materiales directos del reproceso.

Entre los materiales más importantes se encuentra: Pintura blanca poliuterana tanto coreana como mexicana, pintura Excelbase negro mate, catalizador, reductor, Diesel, pasta para pulir, tinner, masilla plástica, mopas, nylon, lija circular de 320 y 120 y el poliuretano transparente.

Los materiales que tienen mayor relevancia según los costos son: Los tres tipos de pintura y el poliuretano transparente.

Los CIF, no se tomaron en cuenta ya que para reducir nuestros costos, se piensan reducir tomando la porción más representativa los cuales son los costos más altos de este proceso, que son los materiales directos que muestran un costeo anual de **Q. 1,794,342.60**.

## VIII. MEJORAS TEÓRICAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO

### A. Propuestas para el Área de Metales(Corte, Troquel y Doblez)

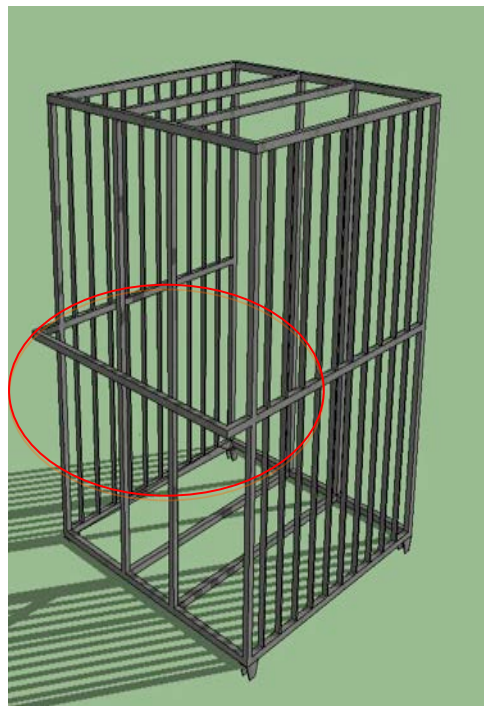
Para mejorar el manejo de las piezas al ser cortadas, es importante contar con 2 operarios en cada una de las máquinas de corte, lo cual facilitará el manejo de las piezas grandes. Por contar con 5 máquinas en el área de corte, se necesitan 5 personas más para la operación, ya que actualmente solo hay una persona por máquina, por lo tanto se puede contratar a este personal. Las consecuencias de contratar a más personal, pueden ser el pago de salarios, pero dado a que aquí en Guatemala, la mano de obra es relativamente barata con relación a otros países, no es un problema para la empresa, ya que en los flujos de la empresa representa un porcentaje bajo, por esta misma razón la empresa permite el trabajo laboral en horas extras.

Otra consecuencia de la contratación, puede ser el proceso de reclutamiento, por el factor tiempo. Pero la empresa, cuenta con una base de datos extensa, de personal interesado en laborar en la empresa, por lo tanto la última fase del proceso es la de aceptación por parte del jefe, por lo cual se tardan a lo sumo dos días para contratarlo, por lo tanto se tiene un proceso de pre-selección eficiente, por lo consiguiente no es un problema para la empresa.

Mejorar los dos facilitadores de transporte utilizados en esta área, modificando los facilitadores de dos pisos agregando 0.5 metros de largo y ancho, con capacidad para 24 laterales, 12 arriba y 12 abajo, dando como resultado las medidas de: 2.5 metros de largo x 1.5 metros de ancho, el cual se pueda utilizar para los laterales con distinto tamaño. Esto impedirá que el lateral salga del área de protección, evitando así la posibilidad de ser golpeados en el transcurso del envío de piezas de un área a otra. Al mismo tiempo contar con una mayor protección en las barreras divisorias, forrándolas de cinta asfáltica, para crear un amortiguador el cual resguarde los laterales para que no se golpeen con la manipulación del manejo del facilitador.

Los facilitadores deben contar con halador en las esquinas, para que sea mucho más fácil la manipulación del mismo para los operarios, ya que si lo manipulan de frente, no se tiene una buena visibilidad y puede ocasionarle problemas a la hora de transportar los laterales.

Ilustración No. 1: Propuesta de facilitador para transporte de laterales y comparación con el actual.



Se debe brindar un mantenimiento constante a los facilitadores, de al menos una vez al mes por cada área, para asegurar que cumplan con el propósito de disminuir la probabilidad de golpes en las piezas.

Como se observa en las imágenes, el modelo propuesto ya cuenta con el halador y con las medidas necesarias para que las piezas no se golpeen en el traslado.

## B. Propuestas para el Área de Ensamble I

**Ilustración No. 2: Propuesta de rampa para el conveyor**



En esta área, se puede implementar el uso de las rampas pequeñas de 1.20 metros x 1.5 metros con una inclinación de 1.92 metros, de esqueleto de hierro y la rampa de lamina con hule, ya que esto beneficiaría en el montaje y desmontaje de los equipos al conveyor en el área de Ensamble I, además se puede agregar protección provisional de cartón para las espaldas de los equipos, ya que sería una barrera para evitar golpes a las espaldas, amortiguando la caída del equipo al conveyor, al mismo tiempo el cartón es un material barato, por lo que no se necesita de una gran inversión, y puede utilizarse varias veces, utilizando estas herramientas se disminuirá la posibilidad de dañar el equipo en esta parte del proceso.

Se desea implementar la rampa ya que por la carencia de la misma, los operarios golpean los equipos al montarlos sobre el conveyor, además de que su desgaste físico es elevado por la fuerza que deben de hacer para poder subirlos al conveyor, por lo tanto es de gran ayuda para la facilitar el proceso.

Para el transporte de las puertas es necesario, realizar un mantenimiento constante en el recubrimiento de las barreras del suelo de los facilitadores, por lo menos de una vez al mes. Así mismo, se forrará de cinta asfáltica las barreras de hierro que sirven de división entre una puerta y otra, para amortiguar los golpes que pueden ser causados por la manipulación en el traslado.

El mantenimiento del transporte de las piezas ayudará a reducir en un 15%, las probabilidades de los golpes en laterales y un 2.5% en los golpes de puerta mínimo.

Como se había mencionado anteriormente, el desgaste físico de los operarios en ésta área es alto, por lo tanto se desea implementar el uso de alfombras anti fatiga en las áreas donde los operarios se mantienen de pie por más de 5 horas diarias, para mejorar el desempeño del operario.

Organizar las estaciones de trabajo, para ahorrar movimiento por parte del operario al realizar su labor. Esta organización incluye: organización de las herramientas de trabajo, para facilitar el manejo de las operaciones y organización de los materiales que se van a utilizar, para proporcionar un mejor manejo y reducir el trabajo del operario.

La implementación de la organización de las estaciones de trabajo, ayudará a reducir un 5%, las probabilidades de golpes mínimos en laterales y un 4% en los golpes de laterales medianos.

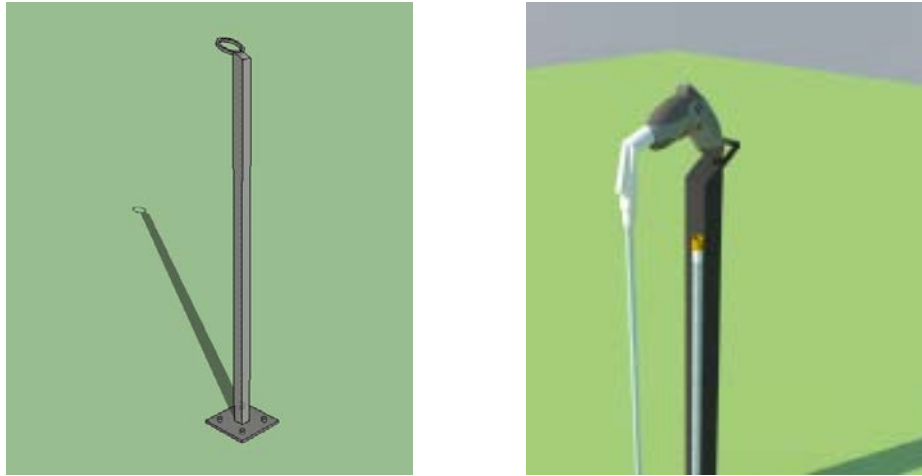
### C. Propuestas para el Área de Ensamble II

Esta área de ensamble, se caracteriza por su gran manejo de herramientas manuales, por lo tanto, para lograr reducir los problemas estéticos, se debe de implementar la metodología 5's, la cual ayudará a reducir el trabajo del operario y lo más importante disminuirá la manipulación de las herramientas entre operarios, ya que cada operario contará con sus herramientas.

La implementación de la organización de las estaciones de trabajo, ayudarán a reducir un 5% las probabilidades de golpes en laterales.

A lo largo de la línea de ensamble, se debe de crear un facilitador por estación, que sirva de soporte para las herramientas neumáticas de trabajo, mientras éstas se encuentren en reposo, para que los operarios no recuesten o lancen las herramientas a los equipos. Puede tener forma de gancho o un aro, elaborado de hierro, donde se sostengan los atornilladores y barrenos.

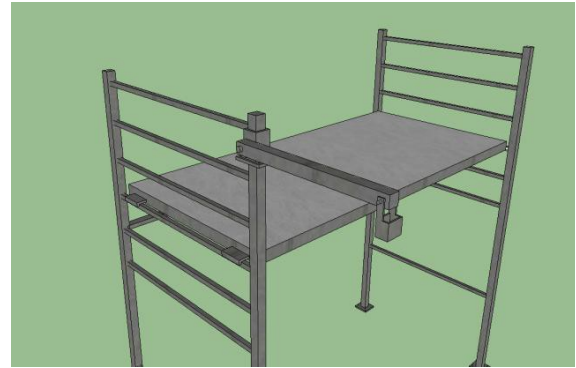
### Ilustración No. 3: Propuesta de facilitador para herramientas



En el área donde se trabaja la parte alta del equipo, se cuenta con un facilitador tal como se muestra en la Ilustración No. 3, es un tipo de facilitador elevador, que ayuda a ajustar al operario según la altura en la cual necesite trabajar sobre los equipos, se propone incrustar en la estructura del elevador un brazo de apoyo que sean removible, para que no impida el paso del ingreso del siguiente equipo. Este brazo además de servirle de apoyo para el operario, así de esta manera se impide que el operario tenga que subirse en el equipo para trabajar, evitando que se golpee el refrigerador. También puede contar con una canasta de hierro, cuya función es almacenar las herramientas manuales, esto ayudará a evitar que los operarios lancen las herramientas sobre los equipos en proceso.

La implementación de los facilitadores ayudará a la reducción del 5% de probabilidad de golpes en laterales.

**Ilustración No. 4: Propuesta de brazo de apoyo y herramientas y comparación con el actual**



Como se observa en la ilustración actualmente los operarios no tienen Buenas Prácticas de Manufactura al ensamblar los equipos de refrigeración por lo tanto, al implementar las mejoras se busca eliminar dichas prácticas. Como por ejemplo que los operarios se recuesten en los equipos al ensamblarlos, ya que el brazo le servirá de apoyo y así mismo podrá colocar sus herramientas en la canasta del brazo para que no las apoyen sobre los equipos, evitando golpes en el proceso.

Un cambio en la metodología del trabajo de una línea de producción, no causa mayor impacto si no se lleva a cabo un plan de seguimiento, el cual registre la consistencia del manejo de la misma, para lograr alcanzar los resultados deseados.

#### D. Propuesta para materiales

Para reducir los problemas de la lámina con sarro, se deberá llevar un control riguroso de los rollos que ingresan con sarro, este control lo debe llevar a cabo el encargado de recepción de material, haciendo un reporte de los rollos que ingresaron con sarro, para ser reportados al proveedor y poder llegar a una negociación con respecto a la calidad del producto.

#### E. Propuesta de capacitación

Como se ha demostrado, la mayoría de problemas estéticos son debido a problemas operacionales de parte de los operarios. Por lo tanto, es indispensable capacitar al

operario, no solamente en el proceso de su trabajo, sino que complementar la capacitación dando un énfasis en la forma en cómo se va a realizar su labor, y concientizar al trabajador del cuidado que debe tener al trabajar con un material tan delicado como es la lámina.

Cuando un operario inicia su labor, actualmente se le brinda una capacitación sobre la empresa, el proceso de fabricación y seguridad industrial. Lo que se propone que se agregue a la capacitación son; los cuidados que deben tomar en cuenta los operarios al trabajar con cada equipo, teniendo buenas prácticas de manufactura durante el proceso de producción, con este conocimiento y el apoyo de los supervisores de calidad y encargados de calidad por área, se facilitará la disminución de las malas prácticas de manufactura. Solamente de esta manera se podrán obtener cambios en la forma operacional del trabajador.

La capacitación, no sería muy larga ya que se tiene la ayuda de los supervisores de calidad, así que como capacitación sería alrededor de tres horas, donde se le imparten las ideas principales sobre los temas anteriormente mencionados, serán pocas horas pero darán mucho fruto al realizar cada operario su labor. También se debe de tomar en cuenta que la supervisión constante es de gran ayuda para concientizar al operario, ya que como objetivo se quiere que trabajen lo más rápido posible, pero que sea una labor de calidad.

Cabe mencionar que las propuestas anteriormente mencionadas, mantienen los tiempos estándar de cada actividad del proceso productivo, esto quiere decir que no incrementa el tiempo de cada actividad ni lo reduce de forma representativa, ya que se debe de mantener el cuidado adecuado de las piezas para lograr la efectividad y los resultados que se buscan.

## IX. COSTEO DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

Para la primera propuesta de contratación de una persona más para el área de corte, se realizó con base al salario base del año 2011, y el costeo es el siguiente:

Tabla No. 10: Costo de Personal para el área de corte

<b>Operarios para Metales</b>	<b>Salario base</b>	<b>Bonificación</b>	<b>Remuneración total Anual</b>
5	Q. 1,940.00	Q. 250.00	Q. 150,800.00

En la remuneración total se toma en cuenta el salario base del 2011 con su bonificación, multiplicado por los 12 meses del año, más las prestaciones de ley de la totalidad de los empleados propuestos.

A continuación se presenta una tabla con las propuestas y los costos que cada una representa para su implementación.

Tabla No. 11: Costo de mejoras en facilitadores y rampas

<b>Propuesta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo de Propuesta</b>
<b>Agregar al Facilitador de Transporte 0.5 mts con jalador</b>	2.00	Q. 4,500.00
<b>Rampas para conveyor</b>	2.00	Q. 8,000.00
<b>Facilitador "Elevador" con brazo porta herramientas</b>	2.00	Q. 2,000.00
<b>Facilitador porta-herramienta</b>	6.00	Q. 3,000.00
<b>Total</b>		Q. 17,500.00

Tabla No. 12: Costo de mantenimiento de facilitadores y otros

<b>Propuesta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (Q)</b>	<b>Costo Anual</b>
<b>Mantenimiento de facilitadores</b>	1 vez al mes 1 caja	Q.31.00	Q. 372.00
<b>Cinta asfáltica en las barreras de los facilitadores de transporte</b>	1 vez al mes 0.5 cajas	Q. 15.50	Q. 93.00
<b>Cartón para espaldas de equipos</b>	25.00 piezas de 2mt x 1mt	Q. 120.00	Q. 3,000
<b>Mantenimiento fondo y barras a facilitador de transporte de puertas con cinta asfáltica</b>	1 vez al mes 1 caja	Q. 31.00	Q. 372.00
<b>Alfombra anti-fatiga</b>	4.00	Q. 209.00	Q. 836.00
<b>Total</b>			Q. 4,673.00

## X. RESULTADOS ESTIMADOS

El costeo anual de cada una de las propuestas es el siguiente:

**Tabla No. 13: Inversión de los cinco operarios para el área de metales**

Operarios para metales	Salario base	Bonificación	Remuneración total Anual
5	Q. 1,940.00	Q. 250.00	Q. 150,800.00

**Tabla No. 14: Inversión total anual de las propuestas de mejora**

<b>Facilitadores</b>	Q. 17,500.00
<b>Mantenimiento</b>	Q. 4,673.00
<b>Total de la inversión anual</b>	Q. 172,973.00

El total del costo de la inversión de las mejoras propuestas es de Q. 172, 973.00, el cual incluye la contratación de los 5 operarios para el área de corte en metales, tomando en cuenta los salarios, la bonificación de ley, incluyendo las prestaciones, las implementaciones de los facilitadores y el mantenimiento de los mismos. Se debe tomar en cuenta que la inversión de los facilitadores se haría solo una vez, por el contrario, el mantenimiento y los salarios de las personas es periódico, pero tomando en cuenta que el costo de materiales para el proceso de pintura actualmente representa una salida de Q. 1, 794,342.60 la cual corresponde solamente de materiales directos, por lo tanto es posible y bastante beneficioso para la empresa, el poder invertir en las mejoras propuestas.

Debido a que las causas son operacionales, para poder modificar la conducta del operario, se necesita de un proceso de capacitación, el cual ayudará a que el operario modifique su cultura laboral, al poder trabajar en el proceso productivo con los mismos resultados que se obtiene al trabajar con los materiales de acero inoxidable y galvanizado, sin embargo es cuestión de constancia y capacitación que al ser implementadas ambas herramientas brinda resultados a largo plazo, por lo tanto los siguientes resultados fueron estimados.

Tomando en cuenta que los problemas estéticos operacionales representan el 46.21% del total de los defectos, sabemos que se puede disminuir significativamente y hasta eliminar dicho porcentaje. Con los siguientes datos se realizaron las proyecciones del porcentaje de ahorro que se obtendrá, si se inicia la implementación de las mejoras anteriormente propuestas.

**Tabla No. 15: Proyección mínima**

Costo mensual Actual	Costo Anual	Equipos a pintura Anual	Costo Unitario	Reducción de 10% de Equipos	Reducción del costo Anual	Ahorro	%
Q. 149,528.55	Q. 1,794,342.60	55,998	Q. 32.04	5,600	Q.179,424.00	Q.6,451.00	0.36

Con el costo anual de Q. 1, 794,342.60 y la cantidad de equipos que ingresan al proceso de pintura al año el cual es de 55,998.00 equipos, se obtiene el costo unitario de cada uno de los equipos reprocesados en pintura el cual como se muestra en la tabla anterior, es de Q. 32.04.

Al implementar las propuestas anteriores, se reducirían como mínimo un 10% la cantidad de equipos que ingresan al reproceso en un año, obteniendo 5,600 equipos menos al proceso de pintura, lo cual tendría una reducción del costo anual de Q.179,424.00, que representa Q. 6, 451.00 siendo un 0.36 % de ahorro para iniciar, ya que si se le da seguimiento y constancia a las propuestas se llegarían a obtener los siguientes escenarios de ahorro hasta llegar a eliminar el 46.00% del total de los problemas estéticos, obteniendo así un ahorro de 36.36% al costo actual.

Tabla No. 16: Proyecciones de ahorro del proceso de pintura

Escenarios	Cantidad de Equipos	Reducción del costo	Ahorro	%
10.00%	5,600	Q179,417.59	Q6,444.59	0.36
11.00%	6,160	Q197,359.35	Q24,386.35	1.36
12.00%	6,720	Q215,301.11	Q42,328.11	2.36
13.00%	7,280	Q233,242.87	Q60,269.87	3.36
14.00%	7,840	Q251,184.63	Q78,211.63	4.36
15.00%	8,400	Q269,126.39	Q96,153.39	5.36
16.00%	8,960	Q287,068.15	Q114,095.15	6.36
17.00%	9,520	Q305,009.91	Q132,036.91	7.36
18.00%	10,080	Q322,951.67	Q149,978.67	8.36
19.00%	10,640	Q340,893.42	Q167,920.42	9.36
20.00%	11,200	Q358,835.18	Q185,862.18	10.36
21.00%	11,760	Q376,776.94	Q203,803.94	11.36
22.00%	12,320	Q394,718.70	Q221,745.70	12.36
23.00%	12,880	Q412,660.46	Q239,687.46	13.36
24.00%	13,440	Q430,602.22	Q257,629.22	14.36
25.00%	14,000	Q448,543.98	Q275,570.98	15.36
26.00%	14,559	Q466,485.74	Q293,512.74	16.36
27.00%	15,119	Q484,427.50	Q311,454.50	17.36
28.00%	15,679	Q502,369.26	Q329,396.26	18.36
29.00%	16,239	Q520,311.02	Q347,338.02	19.36
30.00%	16,799	Q538,252.78	Q365,279.78	20.36
31.00%	17,359	Q556,194.54	Q383,221.54	21.36
32.00%	17,919	Q574,136.29	Q401,163.29	22.36
33.00%	18,479	Q592,078.05	Q419,105.05	23.36
34.00%	19,039	Q610,019.81	Q437,046.81	24.36
35.00%	19,599	Q627,961.57	Q454,988.57	25.36
36.00%	20,159	Q645,903.33	Q472,930.33	26.36
37.00%	20,719	Q663,845.09	Q490,872.09	27.36
38.00%	21,279	Q681,786.85	Q508,813.85	28.36
39.00%	21,839	Q699,728.61	Q526,755.61	29.36
40.00%	22,399	Q717,670.37	Q544,697.37	30.36
41.00%	22,959	Q735,612.13	Q562,639.13	31.36
42.00%	23,519	Q753,553.89	Q580,580.89	32.36
43.00%	24,079	Q771,495.65	Q598,522.65	33.36
44.00%	24,639	Q789,437.40	Q616,464.40	34.36
45.00%	25,199	Q807,379.16	Q634,406.16	35.36
46.00%	25,759	Q825,320.92	Q652,347.92	36.36

Como se puede apreciar en la tabla, en el inicio del proceso de implementación de mejoras teniendo un escenario pesimista de la implementación, se inicia a reducir un 10% la cantidad de equipos de refrigeración en el área de pintura, representando 5,600 equipos menos en dicha área, obteniendo así un ahorro de 0.36%, lo cual representa una reducción del costo de Q. 6,451.00, lo cual si se siguen los procedimientos de mejora brindando constancia al proceso, se puede llegar a eliminar los problemas estéticos en los equipos obteniendo un 46% de equipos menos, para lo cual se obtiene una reducción de 25,759 equipos menos a dicho reproceso, representando una reducción en el costo actual de Q. 825,320.92 teniendo como resultado un porcentaje de ahorro del 36.36% en comparación con los costos actuales, lo cual representa la cantidad de Q. 652, 347.92 de ahorro para la empresa.

Dicha estimación se puede lograr en un año, dependiendo del seguimiento, la constancia y la atención de cada una de las necesidades de las propuestas de mejora, ya que los problemas son en su mayoría de índole operacional por las malas prácticas de manufactura, sin embargo, este tipo de problema se pueden erradicar de la cultura laboral del trabajador mediante constancia en la eficiencia de los resultados de los procesos de ensamble, exigiendo la misma calidad con la que se trabajan los demás equipos de refrigeración comercial, brindando ayuda en la implementación de mejoras para lograrlo.

## XI. CONCLUSIONES

1. Se analizó el proceso de manufactura, logrando identificar las causas reales de los problemas estéticos, siendo operacionales en su mayoría representando un 46.21% del total de los defectos, por golpes, hundimientos o quiebres en diversas partes de los equipos.
2. Mediante la implementación de las mejoras propuestas del presente estudio, en el proceso de manufactura de refrigeradores comerciales, se obtiene como mínimo un 10% de reducción de equipos en el reproceso de pintura.
3. Con las implementaciones de las mejoras propuestas se logra reducir como mínimo un 10% de equipos que es equivalente a 5,600 equipos en el proceso de pintura, representando una reducción en el costo del reproceso de Q. 6,444.59 anual, como mínimo.
4. El porcentaje de ahorro que se obtendrá con la implementación de las mejoras al inicio del proceso será de 0.36% que representa Q.6,444.59 que al darle seguimiento se llegará a un ahorro de 36.36%, que representa Q. 652,436.35 de ahorro anual, según las proyecciones realizadas.

## **XII. RECOMENDACIONES**

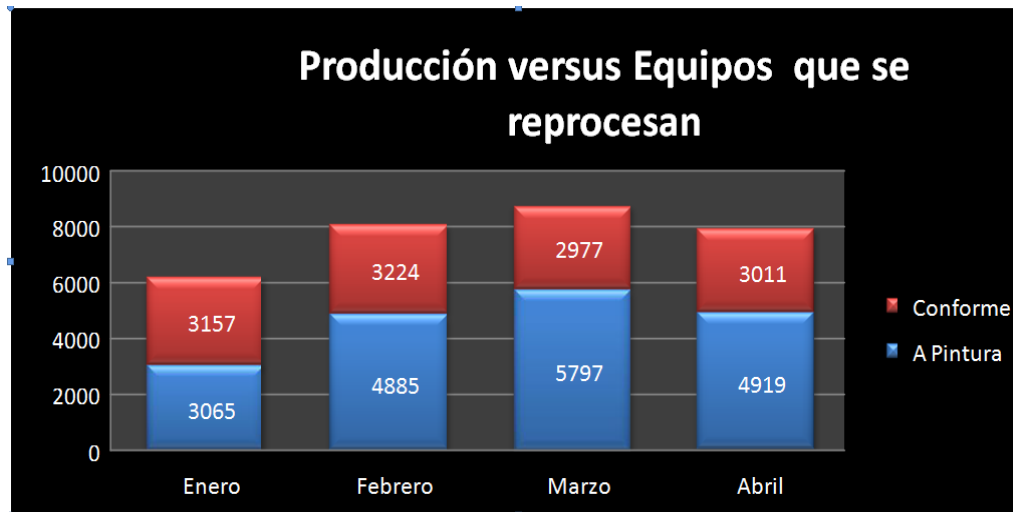
1. Capacitar a los operarios sobre las Buenas Prácticas de Manufactura que deben emplear al realizar su trabajo operativo tales como, organizar su área de trabajo para adquirir sus herramientas de tal forma que no golpeen la materia prima, no trabajar dentro de los equipos de refrigeración ni sobre ellos, tener cuidado al trabajar con el material empleado, creando conciencia en lo delicada que es la materia prima con la que se trabaja.
2. Implementar los facilitadores que se proponen para disminuir los riesgos de problemas estéticos en las piezas durante su traslado.
3. Implementar las herramientas propuestas para reducir el manejo de las herramientas manuales sobre los equipos.
4. Contratar a un empleado más para cada una de las máquinas de corte, en el área de metales, así se mejorará la manipulación de la materia prima en dicha área.
5. Supervisar las mejoras propuestas, ya que si se implementan pero no hay un monitoreo continuo de parte de supervisión del área, no se obtendrán los resultados esperados por el presente estudio, que es el de llegar a disminuir el 46% de equipos de refrigeración comercial que ingresan a pintura actualmente.

#### XIV. BIBLIOGRAFÍA

- Niebel, Benjamín W. 1995. *Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos*. Tercera Edición México D.F. Alfaomega grupo editor, S.A. 814 págs.
- Sumanth, David J.1990. *Ingeniería y Administración de la Productividad*. Primera edición. México, McGraw Hill. 547 págs.
- Singh Soin, Sarv. 1997. *Control de Calidad Total*. Primera Edición. México D.F. McGraw Hill Companies. Inc. 305 págs.

### XIII. ANEXOS

Gráfica No. 6: Producción vrs Equipos que se reprocesan



En esta gráfica se puede apreciar claramente que la cantidad de equipos que se están reprocesando es elevada. Se puede observar en la gráfica la totalidad de la producción, siendo esta la suma tanto de la cantidad de las barras azules más la cantidad de la barra roja. Las barras azules representan a los equipos que se reprocesan y las barras rojas los equipos conformes, esto quiere decir que no pasan al reproceso de pintura.

Tabla No. 17: Registro resumen de defectos enero 2011

DEFECTOS	Frecuencia	%	% acumulado
<b>GOLPE EN LATERAL MÍNIMO</b>	1909	39.08	39.08
<b>QUIEBRE EN LATERAL MÍNIMO</b>	518	10.60	49.68
<b>GOLPE EN LATERAL MEDIANO</b>	316	6.47	56.15
<b>QUIEBRE EN LATERAL MEDIANO</b>	296	6.06	62.21
<b>SARRO EN MATERIALES</b>	280	5.73	67.94
<b>QUIEBRE EN FRENTE LATERAL MÍNIMO</b>	166	3.40	71.34
<b>GOLPE EN PANEL TRASERO MÍNIMO</b>	155	3.17	74.51
<b>QUIEBRE EN PANEL TRASERO MÍNIMO</b>	148	3.03	77.54
<b>GOLPE EN TOP EXTERIOR MÍNIMO</b>	128	2.62	80.16
<b>QUIEBRE EN PANEL FRONTAL MÍNIMO</b>	117	2.40	82.56
<b>QUIEBRE EN CAP SUPERIOR MEDIANO</b>	98	2.01	84.56
<b>PERFORACIÓN EN LATERAL CRITICO</b>	81	1.66	86.22
<b>GOLPE EN MULION MÍNIMO</b>	79	1.62	87.84
<b>TROQUEL EN ESPALDA DE TINA MEDIANO</b>	61	1.25	89.09
<b>TROQUEL EN PANEL TRASERO MEDIANO</b>	59	1.21	90.30
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MEDIANO</b>	56	1.15	91.44
<b>GOLPE EN TOP EXTERIOR MEDIANO</b>	51	1.04	92.49
<b>QUIEBRE EN PANEL TRASERO MEDIANO</b>	49	1.00	93.49
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO</b>	47	0.96	94.45
<b>QUIEBRE EN PUERTA MEDIANO</b>	36	0.74	95.19
<b>GOLPE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO</b>	35	0.72	95.91
<b>GOLPE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO</b>	34	0.70	96.60
<b>GOLPE EN PUERTA MÍNIMO</b>	32	0.66	97.26
<b>PERFORACIÓN EN IZQUIERDO CRITICO</b>	30	0.61	97.87
<b>GOLPE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO</b>	27	0.55	98.42
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO</b>	26	0.53	98.96
<b>QUIEBRE EN FRENTE LATERAL MEDIANO</b>	26	0.53	99.49
<b>QUIEBRE EN CAP INFERIOR MÍNIMO</b>	25	0.51	100.00
<b>Total</b>	<b>4885</b>		

Tabla No. 18: Registro resumen de defectos febrero 2011

DEFECTOS	Frecuencia	%	% acumulado
<b>GOLPE EN LATERALES MÍNIMO</b>	1050	34.26	34.26
<b>QUIEBRE EN LATERAL MÍNIMO</b>	513	16.74	51.00
<b>SARRO EN MATERIAL</b>	263	8.58	59.58
<b>QUIEBRE EN LATERAL MEDIANO</b>	196	6.39	65.97
<b>QUIEBRE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO</b>	138	4.50	70.47
<b>GOLPE EN LATERAL MEDIANO</b>	111	3.62	74.09
<b>QUIEBRE EN FRENTE LATERAL MÍNIMO</b>	82	2.68	76.77
<b>GOLPE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO</b>	81	2.64	79.41
<b>GOLPE EN PUERTA MÍNIMO</b>	77	2.51	81.92
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO</b>	71	2.32	84.24
<b>GOLPE EN TOP EXTERIOR MÍNIMO</b>	60	1.96	86.20
<b>GOLPE EN PANEL TRASERO MÍNIMO</b>	57	1.86	88.06
<b>GOLPE EN CAP SUPERIOR MEDIANO</b>	49	1.60	89.66
<b>GOLPE EN TOP EXTERIOR MEDIANO</b>	36	1.17	90.83
<b>QUIEBRE EN PANEL TRASERO MÍNIMO</b>	30	0.98	91.81
<b>GOLPE EN MULION MÍNIMO</b>	30	0.98	92.79
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO</b>	26	0.85	93.64
<b>QUIEBRE EN TOP EXTERIOR MEDIANO</b>	25	0.82	94.45
<b>HUNDIMIENTO EN LATERAL MEDIANO</b>	24	0.78	95.24
<b>GOLPE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO</b>	24	0.78	96.02
<b>QUIEBRE EN PUERTA MEDIANO</b>	22	0.72	96.74
<b>PERFORACIÓN EN LATERAL CRITICO</b>	22	0.72	97.46
<b>QUIEBRE EN MULION MÍNIMO</b>	19	0.62	98.08
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MEDIANO</b>	18	0.59	98.66
<b>GOLPE EN PANEL FRONTAL MEDIANO</b>	18	0.59	99.25
<b>PERFORACIÓN EN LATERAL CRITICO</b>	17	0.55	99.80
<b>GOLPE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO</b>	6	0.20	100.00
Total	3065		

Tabla No. 19 Registro resumen de defectos marzo 2011

DEFECTOS	Frecuencia	%	% acumulado
<b>GOLPE EN LATERAL MÍNIMO</b>	1432	24.70	24.70
<b>QUIEBRE EN LATERAL MÍNIMO</b>	982	16.94	41.64
<b>QUIEBRE EN LATERAL MEDIANO</b>	594	10.25	51.89
<b>SARRO EN MATERIAL</b>	308	5.31	57.20
<b>QUIEBRE EN PANEL TRASERO MÍNIMO</b>	294	5.07	62.27
DEFORMIDAD EN ESPALDA DE TINA MEDIANO	252	4.35	66.62
<b>GOLPE EN LATERAL MEDIANO</b>	203	3.50	70.12
<b>GOLPE EN PUERTA MÍNIMO</b>	138	2.38	72.50
<b>GOLPE EN TOP EXTERIOR MEDIANO</b>	120	2.07	74.57
PERFORACIÓN EN LATERAL DE TINA CRITICO	103	1.78	76.35
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO</b>	83	1.43	77.78
<b>GOLPE EN PANEL TRASERO MÍNIMO</b>	82	1.41	79.20
GOLPE EN FRENTE LATERAL MEDIANO	81	1.40	80.59
DEFORMIDAD EN LATERAL MEDIANO	79	1.36	81.96
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO</b>	78	1.35	83.30
<b>GOLPE EN TOP EXTERIOR MÍNIMO</b>	76	1.31	84.61
<b>QUIEBRE EN FRENTE LATERAL MEDIANO</b>	74	1.28	85.89
<b>QUIEBRE EN PANEL TRASERO MEDIANO</b>	71	1.22	87.11
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MEDIANO</b>	56	0.97	88.08
<b>QUIEBRE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO</b>	56	0.97	89.05
<b>GOLPE EN PANEL FRONTAL MEDIANO</b>	54	0.93	89.98
DEFORMIDAD EN ESPALDA DE PUERTA MEDIANO	46	0.79	90.77
<b>GOLPE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO</b>	46	0.79	91.56
<b>GOLPE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO</b>	45	0.78	92.34
GOLPE EN ESPALDA DE PUERTA MEDIANO	42	0.72	93.07
QUIEBRE EN MULION MEDIANO	38	0.66	93.72
DEFORMIDAD EN BAFLE MEDIANO	37	0.64	94.36
GOLPE EN PUERTA MEDIANO	37	0.64	95.00
QUIEBRE EN LATERAL DE TINA MEDIANO	36	0.62	95.62
GOLPE EN ESPALDA DE GABINETE MEDIANO	33	0.57	96.19
TROQUEL EN LATERAL DE TINA MEDIANO	32	0.55	96.74
<b>GOLPE EN MULION MÍNIMO</b>	31	0.53	97.27
GOLPE EN MARCO PERIMETRAL MÍNIMO	29	0.50	97.77
GOLPE EN PANEL TRASERO MEDIANO	29	0.50	98.27
<b>PERFORACIÓN EN LATERAL CRITICO</b>	29	0.50	98.78
<b>GOLPE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO</b>	25	0.43	99.21
GOLPE EN MULION MEDIANO	24	0.41	99.62
QUIEBRE EN MULION MÍNIMO	22	0.38	100.00
Total	5797		

Tabla No. 20: Registro resumen de defectos abril 2011

DEFECTOS	Frecuencia	%	% acumulado
<b>GOLPE EN LATERAL MÍNIMO</b>	1277	25.96	25.96
<b>QUIEBRE EN LATERAL MÍNIMO</b>	1045	21.24	47.20
<b>QUIEBRE EN LATERAL MEDIANO</b>	559	11.36	58.57
<b>GOLPE EN LATERAL MEDIANO</b>	279	5.67	64.24
<b>GOLPE EN PUERTA MÍNIMO</b>	194	3.94	68.18
<b>GOLPE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO</b>	157	3.19	71.38
<b>GOLPE EN TOP EXTERIOR MÍNIMO</b>	119	2.42	73.80
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MÍNIMO</b>	115	2.34	76.13
<b>QUIEBRE EN PANEL FRONTAL MÍNIMO</b>	90	1.83	77.96
<b>QUIEBRE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO</b>	84	1.71	79.67
<b>QUIEBRE EN PANEL TRASERO MÍNIMO</b>	78	1.59	81.26
<b>GOLPE EN LATERAL DE TINA MÍNIMO</b>	70	1.42	82.68
<b>GOLPE EN TOP EXTERIOR MEDIANO</b>	70	1.42	84.10
<b>QUIEBRE EN TOP EXTERIOR MEDIANO</b>	69	1.40	85.51
<b>QUIEBRE EN LATERAL DE TINA MEDIANO</b>	59	1.20	86.70
<b>GOLPE EN ESPALDA DE PUERTA MÍNIMO</b>	57	1.16	87.86
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE GABINETE MEDIANO</b>	51	1.04	88.90
<b>PERFORACIÓN EN LATERAL CRITICO</b>	49	1.00	89.90
<b>DEFORMIDAD EN ESPALDA DE TINA MEDIANO</b>	44	0.89	90.79
<b>QUIEBRE EN PUERTA MEDIANO</b>	44	0.89	91.69
<b>GOLPE EN PANEL TRASERO MÍNIMO</b>	43	0.87	92.56
<b>QUIEBRE EN TOP EXTERIOR MÍNIMO</b>	32	0.65	93.21
<b>GOLPE EN PUERTA MEDIANO</b>	30	0.61	93.82
<b>SARRO EN MATERIAL</b>	25	0.51	94.33
<b>QUIEBRE EN MARCO PERIMETRAL MÍNIMO</b>	24	0.49	94.82
<b>HUNDIMIENTO EN TOP EXTERIOR MEDIANO</b>	23	0.47	95.28
<b>GOLPE EN ESPALDA DE PUERTA MEDIANO</b>	19	0.39	95.67
<b>QUIEBRE EN BAFLE MÍNIMO</b>	19	0.39	96.06
<b>DEFORMIDAD EN BAFLE MEDIANO</b>	18	0.37	96.42
<b>HUNDIMIENTO EN LATERAL MEDIANO</b>	18	0.37	96.79
<b>GOLPE EN BAFLE MÍNIMO</b>	13	0.26	97.05
<b>GOLPE EN MARCO PERIMETRAL MEDIANO</b>	13	0.26	97.32
<b>GOLPE EN PANEL TRASERO MEDIANO</b>	13	0.26	97.58
<b>GOLPE EN ESPALDA DE GABINETE MEDIANO</b>	11	0.22	97.80
<b>GOLPE EN FONDO DE TINA MÍNIMO</b>	11	0.22	98.03
<b>GOLPE EN MULION MÍNIMO</b>	11	0.22	98.25
<b>QUIEBRE EN PANEL TRASERO MEDIANO</b>	11	0.22	98.48
<b>GOLPE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO</b>	10	0.20	98.68
<b>GOLPE EN MULION MEDIANO</b>	9	0.18	98.86
<b>QUIEBRE EN ESPALDA DE TINA MÍNIMO</b>	7	0.14	99.00

**Continuacion Tabla No. 20: Registro resumen de defectos abril 2011**

<b>Defecto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>% acumulado</b>
QUIEBRE EN GRADA DE TINA MÍNIMO	6	0.12	99.13
QUIEBRE EN LATERAL CRITICO	6	0.12	99.25
PERFORACIÓN EN PANEL TRASERO CRITICO	5	0.10	99.35
QUIEBRE EN CAVIDAD DE UNIDAD MEDIANO	5	0.10	99.45
GOLPE EN CUBREMOTOR MÍNIMO	4	0.08	99.53
GOLPE EN CUBREMOTOR MEDIANO	3	0.06	99.59
GOLPE EN GRADA DE TINA MÍNIMO	3	0.06	99.65
HUNDIMIENTO EN TOP EXTERIOR CRITICO	3	0.06	99.72
PERFORACIÓN EN MARCO PERIMETRAL CRITICO	3	0.06	99.78
PERFORACIÓN EN PANEL FRONTAL CRITICO	3	0.06	99.84
QUIEBRE EN CUBREMOTOR MEDIANO	3	0.06	99.90
QUIEBRE EN ESPALDA DE PUERTA MÍNIMO	3	0.06	99.96
PERFORACIÓN EN TOP EXTERIOR CRITICO	2	0.04	100.00
<b>Total</b>	<b>4919</b>		



**Tabla No. 22: Cotizacion de las mejores propuestas**

Cotización							
Propuesta	Número de Facilitadores	Materiales	Cantidad	Precio	Total	Distribuidor	Telefono
Agregar al Facilitador de Transporte 0.5mts con jalador	2	tubo cuadrado 2" Chapa 14	24	Q.187.50	Q. 4,500.00	El Arenal	23104949
				<b>total</b>	<b>Q,4,500.00</b>		
Rampas para conveyor	2	tubo cuadrado 3" Chapa 14	12	Q. 349.16	Q,4,190.00	Dist. Petapa	23868181
		Hule	1	Q. 1960.00	Q,1,960.00	Hulecel	24781232
		lamina plana c28	2	Q. 925.00	Q,1,850.00	Dist. Petapa	23868181
				<b>total</b>	<b>Q,8,000.00</b>		
Facilitador "Elevador" con brazo porta herramientas	2	tubo cuadrado 4"	1	Q. 1700.00	Q. 1,700.00	Dist. Petapa	23868181
	1	hembra 1/4"x2"x20'	1	Q200.00	Q,200.00	Ferr. Lewonski	23837800
		tornillos y tuercas 4"	4	Q. 25.00	Q. 100.00	Ferr. Lewonski	23837800
				<b>total</b>	<b>Q, 2,000.00</b>		
Facilitador portaherramientas	6	tubo cuadrado 3" chapa14	3	Q. 349.16	Q. 1,048.00	Dist. Petapa	23868181
		tubo redondo de 4"	1	Q. 900.00	Q. 900.00	Dist. Petapa	23868181
		lamina planta c28	1	Q. 925.00	Q. 925.00	Dist. Petapa	23868181
		Tornillos y tuercas	24	Q. 5.30	Q. 127.00	Dist. Petapa	23868181
				<b>total</b>	<b>Q, 3,000.00</b>		
Total por propuestas de Facilitadores y Rampas					<b>Q, 17,500.00</b>		
Cotización							
Propuesta	Material	Cantidad	Mantenimiento	Precio	Costo Anual	Distribuidor	Teléfono
Mantenimiento de facilitadores	Cinta asfáltica	1 caja	1 vez al mes	Q. 31.00	Q. 372.00	Importación	
Barreras de los facilitadores de transporte	Cinta asfáltica	0.5 caja	1 vez al mes	Q. 15.50	Q. 93.00	Importación	
cartón para espaldas de equipos	Cartón	25 piezas 2mts x 1mts		Q. 3000.00	Q. 3,000.00	Metrocartones	66337828
Mantenimiento fondo y barras a facilitador de transport	Cinta asfáltica	1 caja	1 vez al mes	Q. 31.00	Q. 372.00	Importación	
Alfombras anti-fatiga	Alfombras anti-fatiga	4		Q. 209.00	Q. 836.00	Comercial e Indu	24775429
Total					Q. 4,673.00		

En la tabla anterior, en el material de cinta asfáltica no se conoce al distribuidor ya que el material es importado, la empresa del estudio ya utiliza este material y tienen precio especial por ser cliente frecuente, el precio utilizado para la presente cotización es el precio que posee la empresa y ya están contemplados los gastos de envío, se realizó la cotización en la ciudad capital sin embargo es mejor el precio del proveedor de la empresa. La cotización se realizó en el año 2011.

*Fotografías*





## XV. GLOSARIO

<b>Condensador</b>	Dentro del ciclo de refrigeración cumple la función de evaporar el refrigerante para que este vaya al compresor.
<b>Esqueleto</b>	Es la unión del cajón y el interior, es decir la estructura metálica del refrigerador armada por completo.
<b>Evaporador</b>	Dentro del ciclo de refrigeración cumple la función de evaporar el refrigerante para que este vaya al compresor.
<b>Mopa</b>	Utensilio circular, utilizado para sacar brillo.
<b>Poliuretano</b>	Polímero que resulta de la polimerización de un polialcohol con un polisocianato.
<b>Problema estético</b>	Se le llama así a los equipos que presentan un golpe, hundimiento o deformación.
<b>Troquelado</b>	Acción que ejecuta un dado o molde a una pieza, el cual realiza en base a presión un corte en la forma que se desee.