

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO



“ESCUDO DE LUZ MEDIA DE DOS PIEZAS A UNA”

Opción 2: Titulación Integral – Tesis Profesional

Elaborada por:

José Antonio Rodríguez Madrigal

Que presenta para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Asesor:

MI. Cristina Orozco Trujillo

“ESCUDO DE LUZ MEDIA DE DOS PIEZAS A UNA”

Elaborada por:

José Antonio Rodríguez Madrigal

Aprobado por.

MI. Cristina Orozco Trujillo
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial
Asesor de Tesis Profesional

Revisado por.

Ing. Roberto Magaña López
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial
Revisor de Tesis Profesional

Revisado por.

Ing. Ma. De Lourdes Ramírez Alcántar
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial
Revisor de Tesis Profesional

3.- LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL



Instituto Tecnológico Superior
del Sur de Guanajuato

TECNOLOGÍA Y CALIDAD PARA LA VIDA

LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto. **27/Agosto/2021**

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

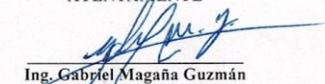
Ing. J. Trinidad Tapia Cruz
Director Académico y de Estudios Profesionales
ITSUR
PRESENTE

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

Nombre de estudiante y/o egresado(a): José Antonio Rodríguez Madrigal	
Carrera: Ingeniería Industrial	Núm. de control: D14120282
Nombre del proyecto: Escudo de luz media, de dos piezas a una.	
Producto: Opción 2: Titulación Integral – Tesis Profesional	

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

ATENTAMENTE

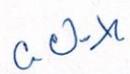
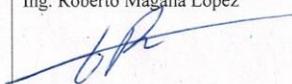
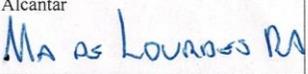

Ing. Gabriel Magaña Guzmán
Coordinador de Ingeniería Industrial
ITSUR

Instituto Tecnológico Superior
del Sur de Guanajuato



COORDINACIÓN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

MI. Cristina Orozco Trujillo 	Ing. Roberto Magaña López 	Ing. Ma de Lourdes Ramirez Alcantar 
Nombre y Firma de Asesor(a)	Nombre y Firma del Revisor(a)* ¹	Nombre y Firma del Revisor(a)* ²

c.c.p.- Expediente

Julio 2017

AGRADECIMIENTOS

Por la elaboración de mi proyecto “Escudo de luz media de dos piezas a una” agradezco principalmente a la empresa Mabe Refrigeradores Celaya que me abrió sus puertas para poder realizar mis prácticas profesionales en sus instalaciones. Agradezco a mi asesor externo ING. Arturo González Álvarez por todo el apoyo brindado a lo largo de mis residencias en la organización.

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato por brindarme las herramientas para desarrollar mi carrera profesional. Agradezco especialmente a los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, de cada uno de ellos me llevo aprendizajes y conocimientos diversos, tanto personales como profesionales, que me servirán de fortaleza para destacar en el ámbito laboral. Un agradecimiento especial a mí asesor interno en este proceso, la maestra MI. Cristina Orozco Trujillo quien siempre estuvo dispuesta a apoyarme a lo largo de estos 5 años de formación.

DEDICATORIA

Este trabajo de residencias profesionales, así como todo el esfuerzo a lo largo de mi preparación académica, se lo dedico a mis padres, Celina Madrigal y Antonio Rodríguez; quienes siempre, con gran entrega, me apoyaron y me alentaron para culminar mi carrera profesional.

También este trabajo lo dedico a mis hermanos menores, Giovanny, Jonathan y Alonso, para que tengan motivación y apoyo en el logro de todas sus metas y objetivos en su futuro.

Tabla de contenido

Capítulo 1	12
Introducción.	12
Capítulo 2	14
Marco teórico (Antecedentes).....	14
2.1. Estandarización.....	14
2.1.1. Beneficios de la estandarización:.....	14
2.1.2. Proceso de estandarización en Mabe.....	15
2.2. Mejora continua, <i>Kaizen</i>	21
2.3. Modularidad	22
2.3.1 Integración y modularidad en la arquitectura de producto	22
2.4. Sistema de refrigeración de uso doméstico.	23
2.4.1. Termodinámica de los sistemas de refrigeración.....	24
2.4.2. Principios termodinámicos de la refrigeración.	27
2.5 Refrigerantes.....	28
2.6. Generalidades principales de los refrigeradores actuales.....	29
2.6.1. Partes principales de un sistema de refrigeración.	30
2.6.2. Descongelación de la humedad acumulada.	35
□ Relés	40
□ Capacitor de arranque.....	40
□ Termostato	41
□ Condensador.....	41
2.7. Descripción de plataformas de refrigeradores de uso doméstico en MABE	45
2.7.1. Refrigeradores Sirius	45
2.7.2. Refrigeradores <i>Botton Freezer (BF)</i>	46
2.7.3. Refrigeradores Side by Side	47
Tabla 2.4. Datos del refrigerador SxS.	48
2.8. Normatividad energética mexicana para refrigeradores domésticos.....	49
2.9. Procesos de conformado para plásticos.	49

2.9.1. Moldeo por extrusión.	49
2.9.1.1. Proceso y equipo.	50
2.9.1. Moldeo por inyección.	52
2.9.1.1. Proceso y equipo.	52
Capítulo 3.....	55
Planteamiento del problema	55
3.1. Identificación.	55
3.2. Justificación.	55
3.3. Alcance.	55
Capítulo 4.....	57
Objetivos.....	57
Capítulo 5.....	58
Metodología	58
5.1. Definir el alcance del proyecto. (Scope).....	59
5.2. Herramental nuevo o modificación.	62
5.3. Plan de Evaluación propuesto.....	64
5.4. Generar CR / BCR.....	66
5.5. Revisión CP1 / Plan de evaluación.	70
5.6. Revisión IP2 / Capital de Inversión.....	71
5.7. Liberación de herramental nuevo.	72
5.8. Revisión de Manufactura.....	74
5.9. Corrida pre-piloto (PPR).	75
5.10. Revisión IP4 / Resultados de pruebas.....	76
5.11. Corrida Piloto (PR).	82
5.12. Revisión CP3 / Cierre del Proyecto.	83
Capítulo 6.....	85
Resultados	85
Capítulo 7.....	87
Análisis de Resultados.....	87
Capítulo 8.....	92

Conclusiones y trabajo a futuro.....	92
Referencias bibliográficas	93
Anexos	94

Lista de Figuras

Figura 2.1. Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de compresión de vapor.

Figura 2.2. Estructura y partes de un refrigerador.

Figura 2.3. Esquema y diagrama T-s para el ciclo real de compresión de vapor.

Figura 2.4. Refrigerador de uso doméstico de dos compartimientos

Figura 2.5. Comportamiento de refrigerante en el Evaporador.

Figura 2.6. Intercambio de calor entre el aire y el refrigerante.

Figura 2.7. Evaporador de Tiro Natural.

Figura 2.8. Descongelación eléctrica y por gas caliente.

Figura 2.9. Evaporador de tiro forzado.

Figura 2.10. Evaporador Estampado.

Figura 2.11. Evaporador aletado.

Figura 2.12. Utilización de Gas caliente para descongelar un evaporador.

Figura 2.13. Calentador para descongelación eléctrica de evaporadores

Figura 2.14. Conductos principales de un compresor.

Figura 2.15. Acción Rotatoria y alternativa de un compresor.

Figura 2.16. Partes internas de un compresor hermético soldado.

Figura 2.17. Partes móviles de un compresor hermético reparable.

Figura 2.18. Movimiento de las bolsas de gas en el espiral

Figura 2.19. Eje del rotor, impulsores centrífugos y cojinetes magnéticos.

Figura 2.20. Relé Amperométrico.

Figura 2.21. Capacitor de arranque.

Figura 2.22. Termostato con tubo capilar.

Figura 2.23. Líquido subenfriado en la salida del condensador.

Figura 2.24. Condensador (A) de tiro natural, (B) de tiro forzado.

Figura 2.25. Condensador enfriado por agua.

Figura 2.26. Condensadores de tubo concéntrico.

Figura 2.27. Condensador enfriado por aire.

Figura 2.28. Válvula de expansión termostática.

Figura 2.29. Refrigerador Sirius.

Figura 2.30. Apariencia interna de un refrigerador de uso doméstico BF.

Figura 2.31. Refrigerador de uso doméstico SxS.

Figura 2.32. Componentes y características de un extrusor para plásticos.

Figura 2.33. Diagrama de una máquina de moldeo por inyección.

Figura 2.34. Ciclo común de moldeo: 1) molde cerrado, 2) se inyecta fluido a la cavidad, 3) se retrae el tornillo y 4) se abre el molde, y la pieza se expulsa.

Figura 3.1. Diseño propuesto del nuevo número de parte.

Figura 3.2. *Four block* del proyecto “*Escudo de luz media de dos piezas a una*”.

Figura 3.3. Planos 2D del *escudo de luz media*.

Figura 3.4. Diapositiva del Plan de Evaluación propuesto.

Figura 3.5. Diapositiva del plan de materiales propuesto.

Figura 3.6. Diapositiva del plan de manufactura y calidad.

Figura 3.7. Comités de cambios en Mabe refrigeradores Celaya.

Figura 3.8. Proceso de implementación de cambios.

Figura 3.9. Definición de la clase de un proyecto.

Figura 3.10. Plataformas de gestión de proyectos.

Figura 3.11. Sistema de agendas de proyectos.

Figura 3.12. Sesiones semanales para revisiones de proyectos.

Figura 3.13. Formato de presentación CP1.

Figura 3.14. Estudios dimensionales (FPR) de *Escudo de luz media*.

Figura 3.15. Orden de compra del nuevo herramental.

Figura 3.16. Imágenes del proceso de extrusión y troquelado de Criser para producir el nuevo escudo de luz media.

Figura 3.17. Evidencia de colocación de escudo de luz media.

Figura 3.18. Diapositiva de las pruebas presentada ante CIB en IP4.

Figura 3.19. Formato Rodger (RRHEH01) para la estación de midlight shield.

Figura 3.20. Instructivo de operación actualizado para *Cubierta de luz media*.

Figura 3.21. FPR en disposición A.

Figura 7.1. En la parte superior el escudo de luz y en la parte inferior la cubierta del tanque de agua.

Figura 7.2. Escudo de luz media.

Lista de Tablas

Tabla 2.1. Principales plataformas de producción y mercado.

Tabla 2.2. Datos generales del refrigerador Sirius.

Tabla 2.3. Datos del refrigerador BF.

Tabla 2.4. Datos del refrigerador SxS.

Tabla 5.1. Proyectos en libro de costo de productividad.

Tabla 5.2. *ADD-DELETE*

Tabla 5.3. Información financiera del proyecto.

Tabla 5.4. Cotización de nuevos herramientas.

Tabla 5.5. Modelos afectados por el escudo de luz media.

Tabla 5.6. Lista P&A para PPR del cambio del escudo de luz media.

Tabla 5.7. AMEF para el midlight shield.

Tabla 5.8. Lista de asistencia a la capacitación *Ensamble Cubierta Luz*.

Tabla 5.9. Lista P&A para PR del cambio del escudo de luz media.

Tabla 5.10. Revisión de Materiales en Fase 2.

Tabla 7.1. Ahorros generados por el proyecto hasta el día 10 de junio.

Tabla 7.2. Resultados satisfactorios de las pruebas Odor & taste y Heat Distortion.

Tabla 7.3. Resultado satisfactorio del Showroom test.

Tabla 7.4. Resultado satisfactorio del shipping test.

RESUMEN

“Escudo de luz media, de dos piezas a una” es un proyecto que se realizó en Mabe Refrigeradores Celaya por motivo de mis prácticas profesionales. El proyecto consiste en un rediseño de dos números de parte para formar solo uno, el objetivo de este proyecto fue reducir y estandarizar el número de partes utilizados para fabricar un refrigerador de la línea *Side by Side* de General Electric. También se logró una reducción de costos por materiales, ya que la nueva pieza se realiza por extrusión de plástico y no por inyección como se hacía anteriormente con las piezas reemplazadas, se redujeron espacios físicos en almacenes y en la línea de producción. Se realizaron pruebas estructurales a la nueva pieza para verificar que cumpliera los parámetros establecidos y así asegurar la calidad de la pieza dentro de los refrigeradores Mabe. La metodología consistió en una serie de revisiones por parte del CIB (Change Implementation Board), comité encargado de la revisión y aprobación de los proyectos que se generan en Mabe. En las distintas revisiones por parte del comité se presentó el plan de evaluación de la nueva pieza, se solicitó capital de inversión y se presentaron los resultados de las corridas pre-piloto y piloto correspondientes. Cabe mencionar que las exposiciones, así como los documentos presentados al CIB debían estar en el idioma inglés. En la última revisión con el plan de evaluación 100% cerrado se aprobó la implementación del proyecto.

Palabras Clave: Escudo de Luz, Rediseño, Refrigerador, Estandarización, CIB, Herramental, Evaluación, Manufactura, Revisión, Resultados.

ABSTRACT

“Midlight shield two pieces to one” is a project that was carried out at Mabe Refrigeradores Celaya for professional practices. The project consists of a redesign of two part numbers to form just one, the objective of this project was to reduce and standardize the number of parts used to manufacture a General Electric Side by Side refrigerator. A reduction in material costs was also achieved, since the new part is made by plastic extrusion and not by injection as previously done with the replaced parts, physical spaces in warehouses and on the production line were reduced. Structural tests

were carried out on the new part to verify that it met the established parameters and thus ensure the quality of the part within the Mabe refrigerators. The methodology consisted of a series of reviews by the CIB (Change Implementation Board), the committee in charge of reviewing and approving the projects generated in Mabe. In the different reviews by the committee, the evaluation plan for the new piece was presented, investment capital was requested and the results of the corresponding pre-pilot and pilot runs were presented. It is worth mentioning that the presentations as well as the documents presented to the CIB must be in the English language. In the last review with the 100% closed evaluation plan, the project implementation was approved.

Key Words: Light Shield, Redesign, Refrigerator, Standardization, CIB, Tooling, Evaluation, Manufacturing, Review, Results.

Capítulo 1

Introducción.

Mabe Celaya es una empresa comprometida a fabricar refrigeradores de calidad a nivel mundial desde 2001, busca cumplir las expectativas de sus clientes, mediante un sistema de trabajo de alto desempeño, promoviendo el cuidado del medio ambiente.

La empresa divide su mercado de venta en Estados Unidos (USA) y Nacional, este último comprende países de Latinoamérica, Europa y Asia, la división se hace por la diferencia de normas de exportación, que existe entre los diferentes países.

Los diferentes refrigeradores se comercializan con una determinada marca dependiendo el mercado, para Estados Unidos de América, es con la marca General Electric (GE) y SUMMIT, el mercado al que se define como Nacional, usa diferentes marcas propias de Mabe, que son, MABE, para países de Centroamérica, Sudamérica, Asia, México, la marca iOMabe se distribuye en México, Venezuela, Europa, MOFFAT para Canadá, CETRON y ATLAS para países de Centroamérica, SAUTER y HOOVER para países de Europa.

La empresa se divide en cuatro líneas de producción, la primera fábrica refrigeradores Side by Side (SxS), en la segunda línea se fabrican refrigeradores Bottom Mount (BM) dichas líneas se distribuyen en países de Estados Unidos de América y en mercado Nacional, la tercera línea de producción, conocida como Sirius, fabrica los refrigeradores solo para el mercado Nacional al igual que la cuarta línea Andrómeda.

En la actualidad la empresa busca desarrollar productos flexibles, es decir introducir nuevos productos rápidamente sin necesidad de rediseñar todo el proceso, basta con combinar los componentes de diferentes productos para ofrecer al consumidor lo que quiera exactamente, de forma rápida pero sin alterar la calidad, para lograrlo debe reducir el número de partes existentes en inventario, apoyándose en la estandarización, participando activamente en talleres Kaizen, donde se aplican diferentes estrategias de ingeniería que permitan aumentar y dar flexibilidad a la capacidad productiva.

El presente proyecto en el cual colaboré fue parte de mis estancias como residente en la empresa Mabe Refrigeradores Celaya y me fue asignado por parte del departamento de productividad también conocido como PCTO por sus siglas en inglés Product Cost Take Out. El proyecto tuvo precisamente la finalidad antes mencionada, con el rediseño del escudo de luz media y la cubierta del tanque de agua se redujo el número de partes utilizadas en la fabricación de los modelos de refrigeradores de línea 1 que son los llamados Side by Side, los cuales como se mencionó anteriormente, son exportados al mercado estadounidense. Con la fusión de estas dos piezas plásticas en una sola, por consecuencia también se obtuvieron ahorros de materiales y de fabricación, así como reducción de espacios en almacenes y reducción de tiempo en la línea de ensamble por parte de los operadores.

Al estar trabajando en el proyecto tuve contacto con las diferentes áreas de la empresa tales como calidad, manufactura, almacén, y en general toda aquella área que tiene relación al número de parte con que estuve trabajando mi proyecto.

Capítulo 2

Marco teórico (Antecedentes).

2.1. Estandarización.

La estandarización es la herramienta que permite definir un criterio óptimo y único en la ejecución de una determinada tarea u operación.

El trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Sin el trabajo estandarizado, no se puede garantizar que, las operaciones necesarias para la obtención de los productos, se realicen siempre de la misma forma. La estandarización permite la eliminación de la variabilidad de los procesos.

Al estandarizar las operaciones se establece la línea base para evaluar y administrar los procesos y evaluar su desempeño lo cual será el fundamento de las mejoras.

2.1.1. Beneficios de la estandarización:

- Recopila los métodos de trabajo de los operarios más expertos y los hace extensivos a toda la fábrica. Se mejora la productividad.
- Acelera el proceso de aprendizaje del personal de nueva incorporación.
- Reduce el riesgo de errores que afecten a la calidad del producto y a la seguridad de las personas.
- Establece una base documentada del conocimiento operativo de la empresa, que será el pilar de futuras mejoras.
- La incorporación de una metodología optimizada de trabajo y su cumplimiento produce un efecto motivador y de incremento de la disciplina.
- Mejora la detección de los problemas y los desperdicios.
- Crea una gestión visual fácil de comprender por todo el personal de la planta.
- Las empresas que tienen definidos estándares de trabajo, consiguen mejoras continuas en la productividad y en la calidad. Además, crean una base documentada del conocimiento que facilita procesos de aprendizaje ágiles y efectivos.
- La estandarización es la base para la mejora continua.

La estandarización de partes en almacén tiene como principal objetivo simplificar la cadena de valor que está conformada por proveedor, manufactura, planeación, cliente.

Beneficios:

- Flexibilidad en la planeación y producción.
- Eficiencia operativa.
- Calidad.
- Liberar capacidad de procesos.
- Reducción de inventarios.
- Reducir en la complejidad y números de parte.

2.1.2. Proceso de estandarización en Mabe.

El equipo de Productividad del cual forma parte el departamento de estandarización sigue una metodología de trabajo para la realización de proyectos, se basa en el *checklist* que dependiendo el tipo de proyecto se realizan ciertas actividades.

1 Definir alcance de la idea (Scope).

Es la etapa crucial, en este punto se define la factibilidad del proyecto, se hace el análisis financiero, la cotización del cambio propuesto, definen las partes que se van a afectar y el volumen estimado anual (EAU) de cada una, si la propuesta dará un ahorro económico o un beneficio al proceso se toma como un proyecto viable y se diseña el Gantt de actividades.

Estos son los pasos a seguir para determinar el *Scope*.

- 1.1 Definir tipo de cambio (Servicio).
- 1.2 Determinar el *Add-Delete* y volúmenes.
- 1.3 Determinar nuevas capacidades.
- 1.4 Cotización previa o estimada con los proveedores.
- 1.5 Factibilidad en mercadotecnia (MKT).
- 1.6 Generar Gantt de actividades.

2 Herramental nuevo o modificación o activo fijo.

Cuando el proyecto requiere de un cambio de herramental o alguna modificación el existente, se siguen los pasos siguientes, este cambio se debe justificar con los beneficios definidos en el *Scope*:

- 2.1 Diseño pieza.
- 2.2 Cotizar herramental y tiempos de entrega.
- 2.3 Propuesta de proveedores.
- 2.4 Modelos afectados.

3 Plan evaluación propuesta.

Se debe tener un plan de evaluación, este se hace con el fin de estar preparado para las próximas revisiones que son necesarias antes de obtener la aprobación para implementar, al proponer un cambio debes asegurar que no se afectara la funcionalidad, la apariencia y cuidar no impactar en la calidad del producto, para esto debes someter la parte propuesta (*ADD*) a determinadas pruebas según el tipo de cambio, es decir si se trata de un cambio en lámina deberán hacerse prueba estructurales, si el cambio solo es una sustitución de una parte por otra que ya se usa en producción, como es el caso de los proyectos de estandarización las pruebas se reducen principalmente a obtener la aprobación de mercadotecnia, verificar si no hay situación de patentes, comprobar que el proveedor tenga la capacidad de producir un mayor volumen de cierta parte, los pasos para definir el plan de evaluación son:

- 3.1 Pruebas térmicas o de estructura.
- 3.2 Revisión de manufactura (*MFG review*).
- 3.3 Revisión de llamadas de servicio (*Service review*).
- 3.4 Revisión de materiales (MT).
- 3.5 Evaluación de patentes (*Patent risk assesment*).
- 3.6 Revisar al país que va dirigido el producto (*Right product right country*).
- 3.7 Revisar el costo del material con el departamento de calidad (*Cost of quality, COQ*).
- 3.8 Consultar normas de energía y seguridad.

- 3.9 Plan de transición de materiales (*Material transition plan*).
- 3.10 Registrar en el sistema el número de parte creado (FPR).
- 3.11 Plan de producto preliminar.
- 3.12 Documentar el análisis integral de capacidad de producción de la parte.
- 3.13 Análisis de consumo del material para determinar fecha de implementación (*Balance in-out*).

4 Generar CR / BCR.

Antes de una revisión con el consejo aprobatorio se registra el proyecto en el sistema, si el proyecto afecta al mercado Nacional se hará un CR y si afecta al mercado de Estados Unidos, se hace un BCR, esto es para asignar un número de folio a tu propuesta, así el grupo que hace las revisiones, tendrá acceso a la información de manera rápida.

5 CP1 / Plan de evaluación.

C1 es el nombre con el que se define a la primera revisión que pasa la propuesta de proyecto, aquí se presenta de manera breve lo que se definió en el *Scope*, si es el caso de requerir un cambio en herramental, se agrega una cotización, si la propuesta afecta (*DELETE*) a mercado nacional se presenta ante el comité de **CIIC**, compuesto por personas de la planta de Mabe Celaya, si afecta al mercado de Estados Unidos, la aprobación se efectúa en el **CIB**, aquí las personas de GE son quienes son los revisores.

6 Cerrar plan de evaluación aprobado.

Para tener aprobado CP1 y poder pasar a la siguiente revisión, se debe tener el plan de evaluación completo y los puntos que te hayan solicitado durante la revisión.

7 Crear números de parte nuevos o grupos nuevos.

Por estandarización se busca no crear nuevos números de parte, pues estos harían crecer el universo, pero hay ocasiones en que esto es necesario y se deben seguir los siguientes pasos:

- 7.1 Notificar al personal de información técnica (CIT) y personal de GE, que se desarrollara un nuevo número de parte.
- 7.2 Registrar el proyecto para obtener número de folio (BCN / CN).
- 7.3 Creación del nuevo número de parte en SAP como nuevo artículo (Z3) por el equipo de CIT.
- 7.4 Generación carrito de compras para la nueva parte.
- 7.5 Liberación de contrato y libro de pedido.
- 7.6 Costeo en planta, pedir al equipo CIT poner como activa la parte creada (Z5).
- 7.7 Asegurar que se hizo el cambio del paso anterior.
- 7.8 Parametrizar parte nueva y comprobarlo.
- 7.9 Asignar espacio en supermercado, almacén y línea.

Los materiales que conforman un refrigerador SAP los clasifica de acuerdo al estado (*status*) que poseen.

Z3 para un nuevo artículo.

Z4 Piloto.

Z5 Activo.

Z6 Refacción.

Z7 Próximo a discontinuar.

Z8 Obsoleto.

Z9 Baja.

8 Crear modelo con nuevo digito de ingeniería

Si por el cambio es necesario al refrigerador cambiarle el digito con el que actualmente se define durante su proceso de manufactura y ensamble, este es un cambio mayor pues hay que validar todos los componentes que lo conforman.

- 8.1 *Add-Delete* (grupos).
- 8.2 Crear estructura de modelos nuevos Z3.
- 8.3 Validar estructura costeadada toda la estructura.
- 8.4 Costeo modelos Z4, que es un modelo en etapa piloto.

9 Crear modelo con nuevo digito de marketing (MABE).

Cuando se hará un cambio a nivel comercial en el digito de marketing, que es como lo conoce el cliente, se debe buscar la aprobación de mercadotecnia del país al que se exporta y de servicio que es el encargado de hacer encuestas de mercado.

10 Revisión IP2.

IP2 es la segunda revisión por la que debe pasar cualquier proyecto, se presenta información técnica y se solicita el capital de inversión si se requiere.

10.1 Elaborar 4 diapositivas con el objetivo de presentar brevemente detalles financieros que respectan al proyecto, con el fin de obtener la inversión necesaria.

10.2 Llenar *checklist* de IP2 que se debe solicitar con los revisores.

11 Liberación herramental (nuevos o modificación).

Para la modificación o cambio de herramental se requiere inversión ya que se haya aprobado en la IP2 se hace la compra y supervisión:

11.1 Colocar PO.

11.2 Seguimiento a detalle de Gantt de proveedor.

11.3 Visita a proveedor para liberación de herramental (*PILOTO & FPRs*).

11.4 Envío de herramental a la ubicación acordada.

11.5 Liberación herramental en ubicación final (*FPRs*).

12 Programar PPR.

PPR es hacer una corrida de prueba, es decir implementar el cambio ya en producción, para esto previamente se capacita a los operadores involucrados, se avisa al personal de papelería que es el encargado de imprimir las etiquetas, se debe coordinar con las personas encargadas del área, el efectuar esta corrida es con el fin de detectar fallas en el proceso o en calidad.

12.1 cambiar el estado de los modelos afectados a Z4.

12.2 Cargar etiquetas.

12.3 Cerciorarse de que las etiquetas se imprimen con la información deseadas, esto se hace con una prueba de papelería.

- 12.4 Asegurar existencia de materiales PPR.
- 12.5 Asegurar moldes montados PPR.
- 12.6 Cargar modelos en el sistema.
- 12.7 *Add-delete* de modelos afectados.
- 12.8 Junta previa con equipo y visita a estaciones afectadas en la planta.
- 12.9 Utilizar sistema validación modelos.

13 Correr PPR.

Se hace una corrida de prueba, lo ideal es que no se presenten fallas ni problemas de calidad, pues se debe tener una buena planeación.

14 Tercera revisión, IP4.

Es la tercera revisión, aquí se presentan los resultados de PPR, así como el plan para consumir el inventario de la pieza a eliminar (*DELETE*) con el fin de no dejar material en almacén que se haga obsoleto, además es importante frenar la producción de proveedor que fabrica el número de parte del *DELETE*.

- 14.1 Cuatro diapositivas presentando los resultados de la PPR.
- 14.2 Plan evaluación 100% cerrado.
- 14.3 Pedir y cubrir los requisitos del *checklist* de IP4.
- 14.4 Balance de entradas y salidas de almacén de la parte a hacer obsoleta.

15 Programar PR.

Comprobar que lo necesario para que se realice el cambio propuesto, no afecte la producción, para esto se debe:

- 15.1 Asegurar existencia de materiales.
- 15.2 Asegurar moldes montados.
- 15.3 Cargar modelos afectados en el sistema.
- 15.4 Junta previa con equipo y visita a estaciones afectadas.
- 15.5 Utilizar sistema validación modelos.

16 Correr PR.

Se implementa el cambio en producción normal, por lo que los refrigeradores ya son para venta al público, si quedan piezas del *DELETE* que no se consumieron se deben cuantificar.

17 Última revisión, CP3.

Última revisión para cerrar el proyecto, se da la aprobación para hacer obsoleta la parte *DELETE* y darla de baja en el sistema de SAP.

- 17.1 En cuatro diapositivas presentar los resultados de la corrida piloto.
- 17.2 Completar *checklist* de CP2 proporcionado previamente por el comité revisor.
- 17.3 Cambio de parte propuesta a Z5.
- 17.4 Implementación del cambio.
- 17.5 Validación financiera en conjunto con el departamento de finanzas.
- 17.6 Cambiar de estatus la parte a eliminar a Z8/Z9, dar seguimiento para que la parte se registre en el sistema como obsoleta.
- 17.8 Seguimiento implementación.

2.2. Mejora continua, Kaizen

Los continuos y acelerados cambios en materia tecnológica, así como la reducción en el ciclo de vida de los productos, la evolución en los hábitos de los consumidores y la implacable competencia a nivel global que cada día exige a las empresas mayor calidad y variedad y menor coste y tiempo de respuesta, requiere la aplicación de métodos que en forma armónica permita hacer frente a todos estos desafíos.

Dentro de los métodos para la gestión de la calidad total y las técnicas para el mejoramiento continuo, destaca por su sencillez y sentido práctico el *Kaizen*, un armonioso método de mejoramiento continuo que sobresale por ser aplicable a todo nivel, tanto en la vida social, como en la vida personal y en el mundo de los negocios. En este último se caracteriza por desarrollar una cultura y dar participación a todos los trabajadores, desde la alta gerencia hasta el personal de limpieza. Este método de mejoramiento continuo fue desarrollado por los japoneses tras la segunda guerra mundial.

La expresión *Kaizen* viene de las palabras japonesas “kai” y “zen”, que en conjunto significan la acción del cambio y el mejoramiento continuo, gradual y ordenado. Adoptar el *kaizen* es asumir la cultura de mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y en los despilfarros de los sistemas productivos. Se trata de un reto continuo para mejorar los estándares, y la frase: “un largo camino comienza con un pequeño paso”, grafica el sentido del *kaizen*: todo proceso de cambio debe comenzar con una decisión y debe ser progresivo en el tiempo, sin marcha atrás.

2.3. Modularidad

Si algo caracteriza a los sistemas productivos y a la economía en general es su complejidad, entiéndase por complejidad al conjunto de características de varios elementos que forman un sistema.

La teoría de la modularidad es un conjunto de principios que trata de gestionar la complejidad. Dividiendo un sistema complejo en partes que se comunican a través de conexiones estandarizadas formando una estructura, se puede gestionar un volumen de complejidad que de otro modo sería mucho más difícil. Los módulos no se comunican de cualquier manera, cada uno tiene su orientación, pues es más o menos complementario a otros módulos, y por ello forma una estructura, es decir, no es una mera lista de elementos sin relación coherente.

2.3.1 Integración y modularidad en la arquitectura de producto

Una empresa puede desarrollar un producto integrando toda la cadena de valor internamente; puede externalizar los servicios prestados por algún bien de capital o módulo, subcontratando a especialistas, o bien puede directamente vender no sólo el producto terminado sino también algún componente del producto por separado.

En la mayor o menor integración en una empresa de la cadena de valor tiene un papel fundamental la capacidad de las empresas de mejorar sus productos en relación con la capacidad de los consumidores de absorber dichas mejoras. No en vano, no todos los consumidores tienen las mismas exigencias en cuanto al producto puesto que también la demanda es heterogénea.

Durante el proceso competitivo, las empresas tratarán de mejorar sus productos para liderar el mercado. Podría decirse que aquellas que tengan estructuras que más integran el proceso de producción, tendrán una ventaja competitiva frente a las que presentan una arquitectura de producto más modular. Esto podría explicarse porque las primeras podrán aprovechar las interdependencias entre las partes del proceso productivo y así alcanzar más eficientemente las mejoras deseadas: ante intento de mejora es necesario conocer la respuesta de los consumidores para al mismo tiempo modificar algunas piezas o su ensamblaje, es decir, interdependencias entre el consumidor, el ensamblaje de las piezas, las propias piezas componentes del producto, etc.

Llega un momento en que el producto en sí cubre más que de sobra la funcionalidad o prestaciones demandadas por el consumidor. Es decir, los consumidores estarán felices de adquirir esos productos continuamente mejorados, pero no estarán tan dispuestos a pagar precios cada vez mayores que cubran esos avances. Esto no significa que los consumidores no pagarán por cualquier mejora. Una vez que ya tienen la funcionalidad deseada, sólo estarán dispuestos a pagar un precio *premium* por aquellos productos que cumplan exactamente lo que quieren y cuando quieran. Es en esta fase donde las estructuras más modulares tendrán su ventaja frente a las más integradas, porque serán capaces de ofrecer los productos de manera más rápida, flexible y receptiva. Las empresas más modulares podrán introducir nuevos productos más rápidamente porque podrán actualizar los componentes o subsistemas (módulos) sin necesidad de rediseñar todo el proceso de diseño o productivo. Además, dada la estructura modular, estas empresas podrán combinar los componentes del producto para ofrecer al consumidor lo que quiera exactamente. Por otra parte, al ser modulares, estas empresas soportarán no sólo menos costes generales que las más integrada.

2.4. Sistema de refrigeración de uso doméstico.

La refrigeración es mantener una sustancia o un cuerpo por debajo de la temperatura ambiente, poniéndola en contacto de forma directa o indirecta con otra

que se encuentre por debajo de la temperatura a la que deseamos mantener la sustancia.

En las primicias de los sistemas de refrigeración mecánica, los equipos para producirla ocupaban grandes espacios, eran costosos, de alto consumo energético, de baja eficiencia y necesitaban servicio técnico continuo por lo que su aplicación se veía limitada solamente para industrias para las cuales la refrigeración era imprescindible, tales como plantas productoras de hielo, empacadoras de alimentos.

En la actualidad debido al avance tecnológico que ha desarrollado la humanidad, la refrigeración ha sido beneficiada, convirtiéndose en sistemas más eficientes de menor volumen y costo por lo que su campo de aplicación se ha extendido considerablemente.

La refrigeración doméstica comprende lo referente a refrigeradores y congeladores de baja potencia que varían entre 1/20 y 1/2 hp y son de tipo sellado hermético. Es la aplicación de la refrigeración más conocida y representa un gran porcentaje de la refrigeración industrial.

2.4.1. Termodinámica de los sistemas de refrigeración

La refrigeración es una de las principales áreas de aplicación de la termodinámica, es la transferencia de calor de una región de temperatura inferior hacia una de temperatura superior. Los dispositivos que producen refrigeración se llaman refrigeradores y trabajan con un ciclo de operación llamado ciclos de refrigeración.

2.4.1.1. Ciclos termodinámicos de refrigeración

El ciclo de refrigeración más empleado es el ciclo por compresión de vapor, donde el refrigerante se evapora y se condensa alternadamente para luego comprimirse en la fase de vapor.

Ciclo de compresión de vapor: Su principal característica es utilizar un dispositivo de expansión (válvula de expansión o tubo capilar). Funciona en cuatro etapas (figura 2.1): compresión, rechazo de calor, estrangulamiento en el dispositivo de expansión y absorción de calor. Existen dos clases: el ciclo ideal que considera condiciones ideales de funcionamiento y el ciclo real que considera las irreversibilidades que suceden en cada componente.

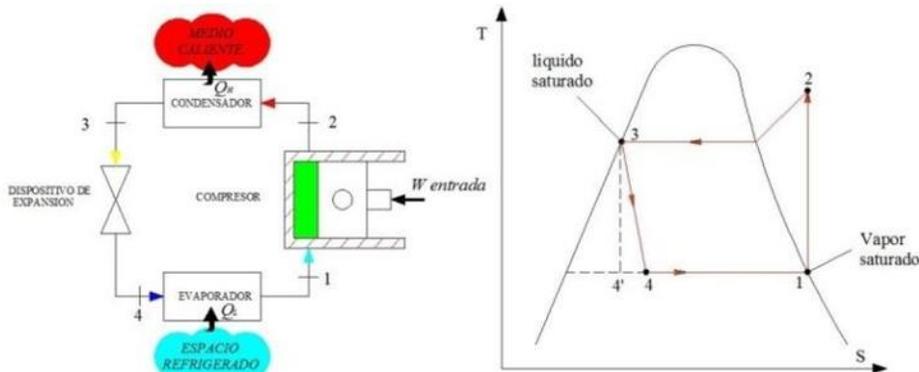


Figura 2.1. Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de compresión de vapor.

Ciclo real de refrigeración por compresión de vapor: Para analizar el desarrollo del ciclo real de refrigeración por compresión en el equipo de uso doméstico es necesario conocer cada una de sus partes y la función que cumplen en el refrigerador, en la figura 2.2, se puede observar la estructura general de un refrigerador.

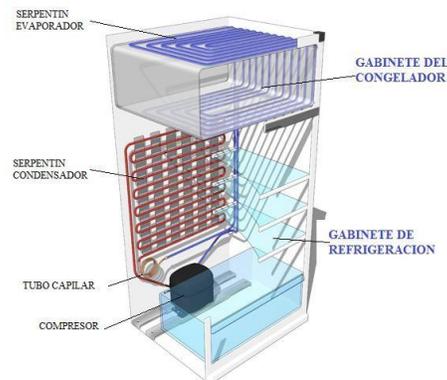


Figura 2.2. Estructura y partes de un refrigerador.

Capítulo 2. Marco teórico (Antecedentes).

A continuación, se realizará una breve explicación del funcionamiento de cada uno de ellos:

Compresor: comprime el refrigerante para incrementar su presión y en consecuencia su temperatura, la potencia de entrada depende de las necesidades de enfriamiento.

Condensador: al fluir el refrigerante por su serpentín cede calor al ambiente, para el caso de los equipos de uso doméstico la transferencia de calor se da entre el condensador y el aire, para que este proceso se efectúe la temperatura del refrigerante debe ser mayor a la temperatura ambiente.

Dispositivo de estrangulamiento: en la mayoría de refrigeradores de uso doméstico este dispositivo es un tubo capilar, se encarga de revertir el proceso del compresor, es decir expande el refrigerante para conseguir la condición de baja temperatura y baja presión.

Evaporador: realiza la función de extracción de calor de los compartimientos de congelación y refrigeración. Mediante la transferencia de calor del refrigerante que circula por su serpentín a baja presión y a temperatura inferior a la del compartimento de congelación, este experimenta un cambio de fase a temperatura constante.

Una vez conocida la distribución de los componentes en un refrigerador y la función que realizan, en la figura 2.3, se puede ver el ciclo que realiza el refrigerante dentro de la campana de saturación, además se analiza su comportamiento durante el ciclo.

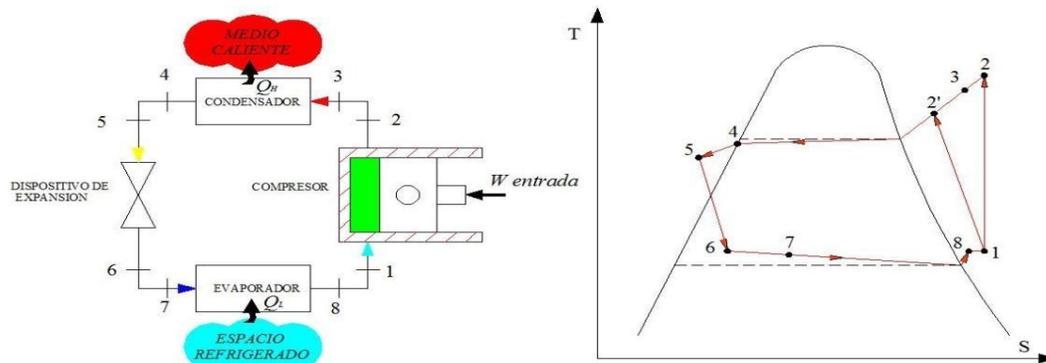


Figura 2.3. Esquema y diagrama T-s para el ciclo real de compresión de vapor.

En el ciclo real se toma en consideración la caída de presión que sufre el refrigerante al fluir por las tuberías del evaporador y el condensador, también se considera el su enfriamiento y el sobrecalentamiento al que es sometido el refrigerante en las cañerías de succión.

El diseño de un sistema que sobrecaliente el refrigerante ligeramente a la entrada del compresor en un equipo doméstico, se debe a que este sobrecalentamiento (proceso 8-1) nos asegura que el refrigerante está completamente evaporado cuando ingresa al compresor.

En el proceso de compresión se analiza los efectos de fricción que causan la caída de presión, estos incrementan la entropía y la transferencia de calor, lo que aumenta (proceso 1-2) o disminuye la entropía al ingresar al condensador (proceso 1-2'). El proceso 1-2' es el más deseable puesto que la entrada de trabajo del compresor es más pequeña en este caso.

En el condensador es inevitable tener una caída de presión, también es complicado que se realice el proceso de condensación con precisión para obtener líquido saturado al final de la tubería, es preferible tener líquido subenfriado (proceso 4-5) en el tubo capilar ya que un refrigerante sin condensarse completamente, puede disminuir la vida útil del componente antes mencionado.

Al realizar la expansión (proceso 5-6) del refrigerante en el tubo capilar este ingresa al evaporador con una entalpía inferior y por ello absorbe más calor del espacio refrigerado (proceso 7-8).

2.4.2. Principios termodinámicos de la refrigeración.

El efecto de la refrigeración es posible gracias a la aplicación de dos principios termodinámicos fundamentales:

- Efecto sensible: permite que una sustancia absorba calor.
- Efecto latente: permite que una sustancia cambie de estado físico.

Elevación de temperatura de la sustancia refrigerante (efecto sensible)

Para realizar este procedimiento se dispone de una sustancia a menor temperatura que la carga que deseamos enfriar, para ejecutar esta acción la sustancia

incrementará su temperatura mientras la temperatura de la carga disminuye. En este proceso se cumple el concepto de calor sensible.

Entiéndase por calor sensible es aquel que recibe un cuerpo o un objeto y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su estado. En general, se ha observado experimentalmente que la cantidad de calor necesaria para calentar o enfriar un cuerpo es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la diferencia de temperaturas. La constante de proporcionalidad recibe el nombre de calor específico, define por la ecuación 2.1.

$$\dot{Q} = \dot{m} c_p (t_1 - t_2) \quad (2.1)$$

Dónde:

\dot{Q} = carga calorífica

\dot{m} = carga de refrigerante

c_p = calor específico del refrigerante a presión constante

t_2 = temperatura de salida del refrigerante

t_1 = temperatura de entrada del refrigerante

Cambio de fase de la sustancia refrigerante.

Los cambios de estado de las sustancias (sublimación, fusión, evaporación) pueden utilizarse para realizar procesos de refrigeración este efecto es conocido como latente.

El calor latente es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Se debe tener en cuenta que esta energía en forma de calor se invierte para el cambio de fase y no para un aumento de la temperatura; por tanto, al cambiar de gaseoso a líquido y de líquido a sólido se libera la misma cantidad de energía.

2.5 Refrigerantes

Los primeros refrigerantes de uso doméstico eran altamente tóxicos (dióxido de azufre, cloruro de etilio), por lo que en ocasiones se producían graves accidentes

causando severas lesiones y en algunos casos la muerte a los propietarios del equipo, por lo que se decidió prohibir su uso y crear refrigerantes de uso doméstico seguros.

En la actualidad se busca inventar refrigerantes más eficientes y amigables con el medio ambiente.

Un refrigerante es un fluido capaz de transportar calor de un lado a otro en cantidades suficientes para desarrollar una transferencia de calor.

2.5.1. Propiedades medioambientales

Los fluidos para la refrigeración deben cumplir ciertas exigencias de normas ambientales, un refrigerante requiere tener en su composición química componentes que no destruyan la capa de ozono y causen efecto invernadero, pero si lo contienen estos deben ser reducidos a valores mínimos posibles.

En la actualidad se les exige a los productores de gases refrigerantes cumplir las siguientes propiedades medioambientales:

- Protección de la capa de Ozono.
- Evitar el incremento de la radiación ultravioleta.
- Disminuir el efecto invernadero.

2.6. Generalidades principales de los refrigeradores actuales.

El refrigerador es uno de los electrodomésticos más utilizados, es un dispositivo completamente ensamblado de fábrica, generalmente contiene dos compartimientos aislados térmicamente, el gabinete del congelador y el gabinete de refrigeración (figura 2.4). La temperatura de trabajo recomendada para el congelador es de 0°F y para el refrigerador es de 37 °F.



Figura 2.4. Refrigerador de uso doméstico de dos compartimientos

El funcionamiento del mismo consiste en mantener sus gabinetes a bajas temperatura mediante la extracción de calor desde el interior hacia el medio exterior continuamente gracias a una fuente de energía externa.

2.6.1. Partes principales de un sistema de refrigeración.

Existen cuatro componentes principales en un sistema de refrigeración de uso doméstico, siendo estos los elementos fundamentales en el sistema sellado: evaporador, compresor, condensador y el dispositivo de expansión.

- **Evaporadores**

El evaporador es el componente que absorbe el calor en un sistema de refrigeración, esto es posible ya que la temperatura del serpentín en el evaporador es menor que la temperatura del medio que se está enfriando.

Un evaporador funciona de la siguiente manera: el refrigerante ingresa al serpentín desde la parte inferior del evaporador, y lo hace como una mezcla de aproximadamente 75% líquido y 25% vapor.

Lo lógico debido a que se está agregando calor al evaporador es que este se alimente del refrigerante desde el fondo, para asegurar que todo el líquido se

convierta en vapor, este es el principal objetivo del evaporador; es decir convierte todo el líquido refrigerante en vapor justo antes del final del serpentín.

En el punto del serpentín donde ocurre este cambio de estado tenemos lo que se denomina vapor saturado, este es el vapor que está a punto de condensarse [8], es importante garantizar que al compresor no ingresen gotas líquidas de refrigerante por lo que se suele llegar incluso a un estado de vapor sobrecalentado (figura 2.5).

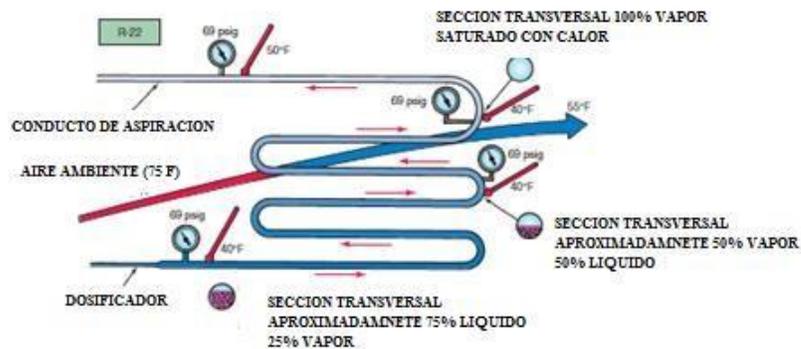


Figura 2.5. Comportamiento de refrigerante en el Evaporador.

En definitiva, podemos mencionar que las funciones principales del evaporador son:

1) Absorber el calor del medio que se está enfriando.

Cuando el refrigerador está más caliente debido a que se ha introducido un alimento, el evaporador debe eliminar más calor; el evaporador remueve el calor del aire de retorno disminuyendo su temperatura y de esta manera elimina calor sensible que es disipado por radiación. Mientras que cuando se remueve humedad del aire se extrae calor latente que es el calor necesario para evaporizar un líquido, llamado también calor oculto porque los termómetros no lo registran, ambos son calor y deben ser eliminados. El evaporador es el responsable del intercambio de calor entre el espacio acondicionado y el refrigerante (figura 2.6).

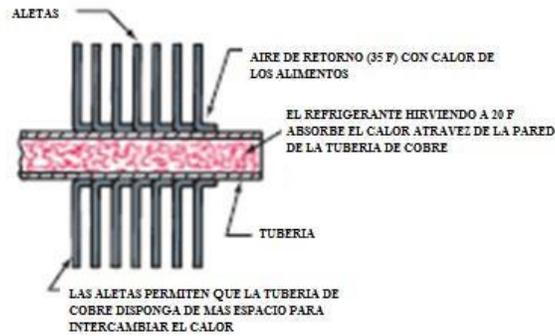


Figura 2.6. Intercambio de calor entre el aire y el refrigerante.

- Permitir que el calor hierva el refrigerante líquido hasta un vapor en su interior.
- Permitir que el calor sobrecaliente al refrigerante vaporizado en su interior.

Tipos de evaporadores

Existen evaporadores de varios diseños y materiales; los fabricantes sugieren el uso de uno u otro modelo dependiendo la aplicación y el intercambio de calor necesario; las principales condiciones tomadas en cuenta son:

- El material del evaporador, puede ser de cobre, acero, latón, acero inoxidable o aluminio, por ejemplo, si se necesita enfriar materiales ácidos posiblemente la mejor opción es usar un evaporador con tubos en acero inoxidable el objetivo es evitar la herrumbre u oxidación.
- El medio con el cual se intercambia el calor, por ejemplo, cuando se pasa calor del aire al refrigerante.
- El coeficiente de película, que es la relación entre el medio que emite el calor y la superficie de intercambio de calor; este coeficiente se relaciona con la velocidad del medio que pasa por la superficie de intercambio, si la velocidad es demasiado lenta se convierte en un aislante.
- La diferencia de temperatura entre los dos medios en los que tiene lugar el intercambio de calor. Mientras mayor es la diferencia el intercambio es más rápido.

a) Evaporador de tiro natural

Estos evaporadores tienen una placa plana; sobre la cual se estampan conductos generalmente de aluminio cargados del refrigerante; de esta forma el aire frío desciende desde el compartimiento de congelación hacia el compartimiento de temperatura moderada, figura 2.7.



Figura 2.7. Evaporador de Tiro Natural.

Algunos modelos realizan la descongelación de forma manual, en donde es necesario apagar el refrigerador, abrir la puerta y esperar que la temperatura del ambiente derrita la escarcha del congelador; otros modelos emplean la descongelación de tipo automática, mediante elementos de calefacción eléctrica que se encuentran sobre las aletas del evaporador o por gas caliente que suministra el compresor. Con este tipo de descongelación es posible derretir hasta medio litro de agua del evaporador durante cada ciclo de descongelación (figura 2.8).

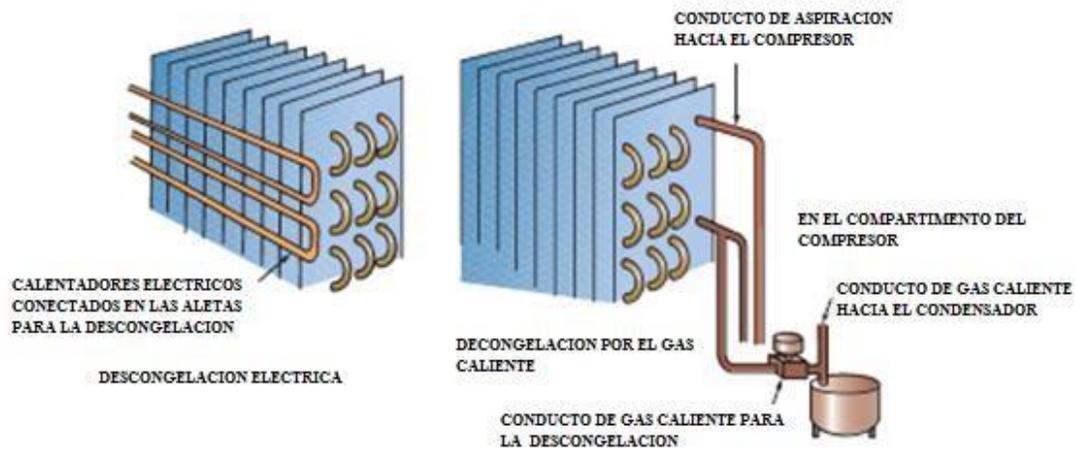


Figura 2.8. Descongelación eléctrica y por gas caliente.

b) *Evaporador de tiro forzado.*

Estos evaporadores tienen un serpentín por donde fluye el refrigerante además de un ventilador que aumenta la eficiencia del evaporador, el uso de un ventilador permite colocar un evaporador mucho más pequeño logrando ahorrar espacio, este tipo de evaporadores suelen estar empotrados por lo que no son visibles y muchos poseen aletas para aumentar su área superficial (figura 2.9).

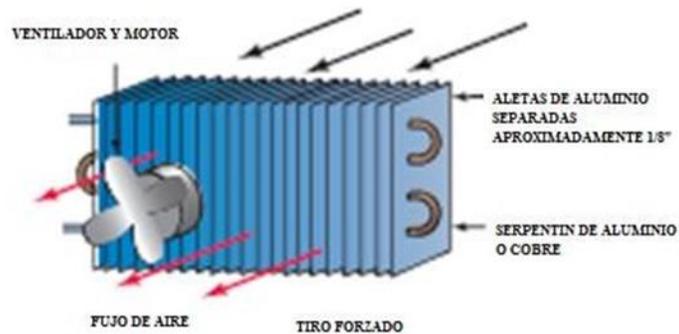


Figura 2.9. Evaporador de tiro forzado.

c) Evaporador estampado

Este evaporador está compuesto de dos piezas de metal sobre la cual está estampado el tubo que contiene el refrigerante; una superficie mayor que solo la del tubo en el evaporador logra mayor eficiencia en el intercambio de calor (figura 2.10).

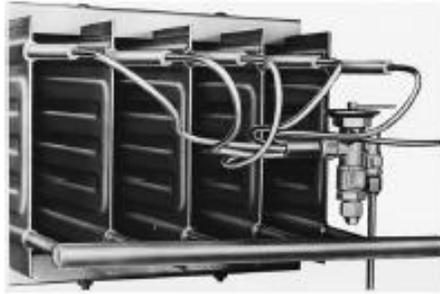


Figura 2.10. Evaporador Estampado.

d) Evaporador de tubo aletado.

En el intercambio de calor entre aire y refrigerante el más usado actualmente es el evaporador de tubo aletado, las aletas de este tienen buen contacto con el tubo (figura 2.11).

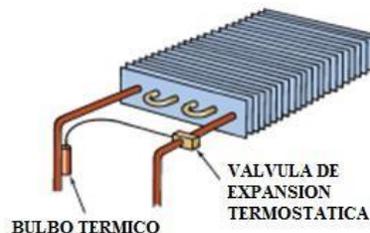


Figura 2.11. Evaporador aletado.

2.6.2. Descongelación de la humedad acumulada.

Es posible descongelar el evaporador con el calor del propio sistema; para hacerlo se debería colocar un ducto de la descarga del compresor hacia la salida de la válvula de expansión e instalar una válvula solenoide para controlar el paso del flujo (figura 2.12).

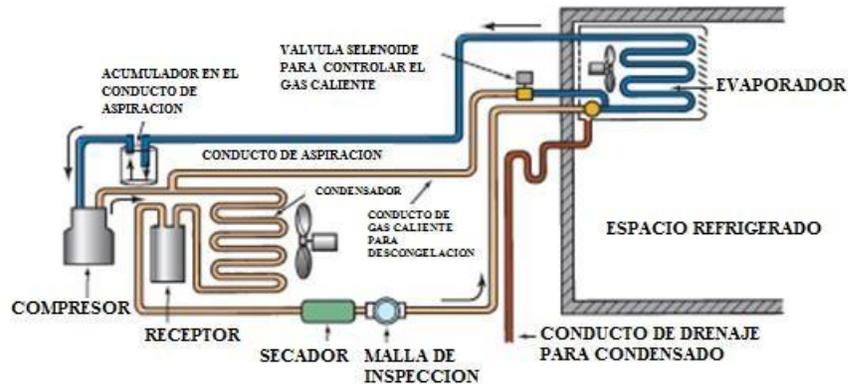


Figura 2.12. Utilización de Gas caliente para descongelar un evaporador.

Otra alternativa es mediante descongelación eléctrica, cuando el compresor se detiene la resistencia se energiza permitiendo que el hielo de los tubos en el evaporador se derrita (figura 2.13).

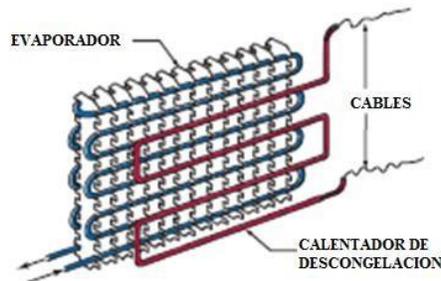


Figura 2.13. Calentador para descongelación eléctrica de evaporadores

- **Compresores**

El compresor es el componente que aumenta la presión en el sistema y que mueve el vapor refrigerante desde el lado a baja presión en el evaporador hasta el lado a alta presión en el condensador.

Los compresores para refrigerador de uso doméstico tienen una potencia entre 1/20 y 1/2 de hp; estos compresores generalmente tienen un conductor de aspiración, un conductor de descarga, un tubo de proceso y dos conductos de enfriamiento del aceite (figura 2.14).

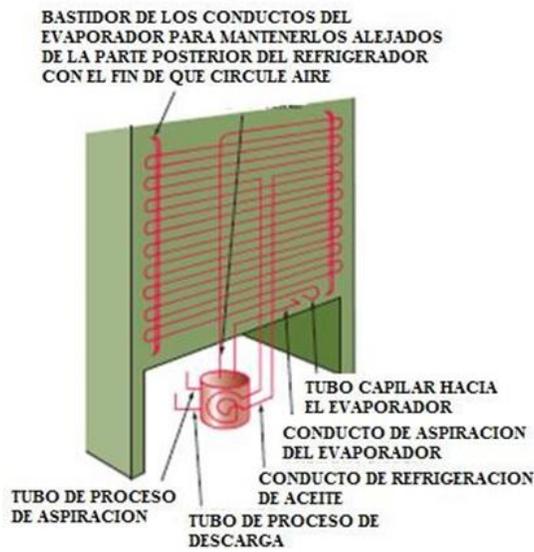


Figura 2.14. Conductos principales de un compresor.

Comúnmente se usan en la refrigeración doméstica compresores del tipo soldado herméticamente sellados, pueden ser alternativos o rotatorios. Estos compresores también conocidos como compresores de desplazamiento positivo, aumentan la presión del refrigerante al disminuir el volumen de la cámara que contiene el fluido (figura 2.15).

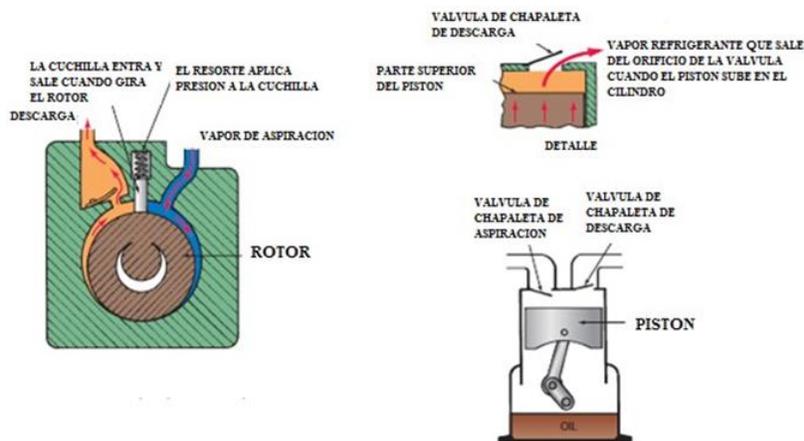


Figura 2.15. Acción Rotatoria y alternativa de un compresor.

Tipos de compresores

En los sistemas de refrigeración generalmente se usan los compresores: alternativos, en espiral y centrífugos; siendo el alternativo el más usado para sistemas de refrigeración doméstica.

Compresor alternativo.

De acuerdo a su carcasa estos compresores pueden ser del tipo abierto ya sea con accionamiento por banda o accionamiento directo; o del tipo hermético pudiendo ser completamente soldados o semiherméticos.

En los compresores accionados por banda, el motor y el eje están dispuestos paralelos con el eje del compresor por lo que es necesario que se realice una adecuada alineación para el correcto funcionamiento del compresor.

En los compresores de accionamiento directo el eje del compresor se encuentra conectado extremo con extremo con el eje del motor, es importante señalar que el acoplamiento debe tener una correcta alineación para evitar fallas en los cojinetes o sellos.

En los compresores herméticos completamente soldados es muy difícil tener acceso a su interior, el eje del motor y el cigüeñal constituyen un solo eje, los pistones y las bielas se mueven hacia afuera del cigüeñal, por lo que trabajan en un ángulo de 90° en relación con el cigüeñal (figura 2.16).



Figura 2.16. Partes internas de un compresor hermético soldado.

Los compresores herméticos reparables están fijados con pernos que facilitan su reparación y mantenimiento, generalmente el cigüeñal está en posición horizontal y las bielas y pistones se mueven hacia arriba y hacia abajo desde el centro del eje (figura 2.17).

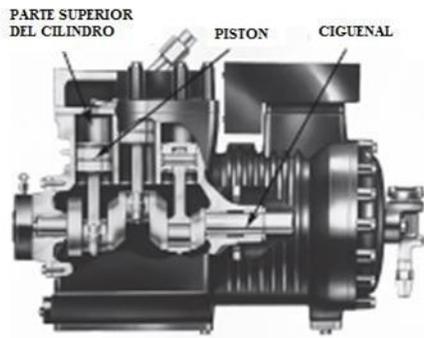


Figura 2.17. Partes móviles de un compresor hermético reparable.

El cigüeñal de un compresor alternativo es el elemento que transmite el movimiento de rotación hacia las bielas, produciendo un desplazamiento lineal hacia arriba y hacia abajo de los pistones, los cigüeñales suelen estar hechos de hierro fundido o acero dulce, mientras que las bielas suelen estar hechas de hierro, latón o aluminio. En el compresor alternativo el pistón es el elemento que está en contacto con el vapor refrigerante, durante su movimiento descendente permite que este vapor ingrese a un cilindro y durante su movimiento ascendente logra elevar la presión del fluido al disminuir el volumen del cilindro.

El compresor en espiral consiste en dos involutas en forma de espiral que se acoplan una dentro de la otra, una de las partes de forma espiral permanece estacionaria mientras que la otra gira alrededor del elemento estacionario, se crea un movimiento orbital ya que el motor está descentrado (figura 2.18).



Figura 2.18. Movimiento de las bolsas de gas en el espiral

a) Compresor centrífugo

Son compresores de alta eficiencia en los que cojinetes que levitan magnéticamente controlan con precisión la rotación sin fricción del eje del compresor (figura 2.19).



Figura 2.19. Eje del rotor, impulsores centrífugos y cojinetes magnéticos.

- **Relés**

El relé tiene un papel muy importante en el arranque de los motores de compresores herméticos; en el instante de arranque del motor se conecta la bobina auxiliar, que inicia y determina el sentido de rotación del motor y proporciona el torque necesario para iniciar el movimiento. Después del arranque, se desconecta la bobina auxiliar y solamente la bobina de marcha permanece funcionando (figura 2.20).



Figura 2.20. Relé Amperométrico.

- **Capacitor de arranque**

Los compresores eléctricos pueden tener conectado un capacitor con la finalidad de mejorar su funcionamiento.

Estos capacitores son de tipo electrolítico, encapsulados en baquelita y sellados, trabajan durante periodos cortos y su capacidad se identifica en microfaradios [μF] generalmente entre 50 y 300 μF con un voltaje de 110 o 220V. Los capacitores de arranque se conectan en serie con la bobina de arranque aportando energía únicamente en el arranque (figura 2.21).



Figura 2.21. Capacitor de arranque.

- **Termostato**

El dispositivo encargado de controlar el encendido y apagado del compresor es un termostato. Consiste en un diafragma metálico, uno de sus lados es una cámara hermética conectada a un tubo capilar y a un bulbo sensor. La otra cara de este diafragma acciona un interruptor a través del cual se conecta la alimentación al compresor. El bulbo sensor se ubica en un punto del evaporador de manera que cierre un contacto a una temperatura y lo abra a otra inferior (figura 2.22).



Figura 2.22. Termostato con tubo capilar.

- **Condensador**

El condensador es el componente que expulsa calor del sistema de refrigeración. Este recibe el gas caliente que descarga el compresor el mismo que se encuentra como vapor sobrecalentado a alta presión y alta temperatura.

El gas que sale del compresor está tan caliente que de inmediato empieza un intercambio de calor entre el gas y el aire circundante, conforme el gas se mueve por el condensador cede calor sensible al aire circundante, la caída de temperatura hace que el gas se enfríe hasta que alcanza la temperatura de condensación

aproximadamente en el 90% de la longitud del condensador, el refrigerante en el tubo se convierte en líquido saturado puro (figura 2.23).

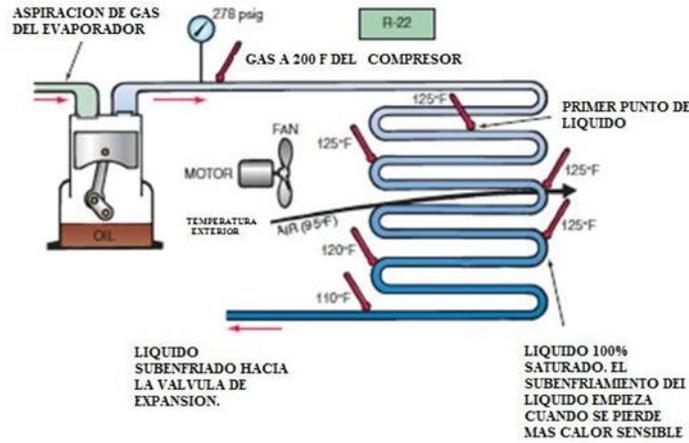


Figura 2.23. Líquido subenfriado en la salida del condensador.

Todos los condensadores usados en la refrigeración de uso doméstico son enfriados por aire, se enfrían por convección natural o mediante ventiladores pequeños de aire forzado (figura 2.24).

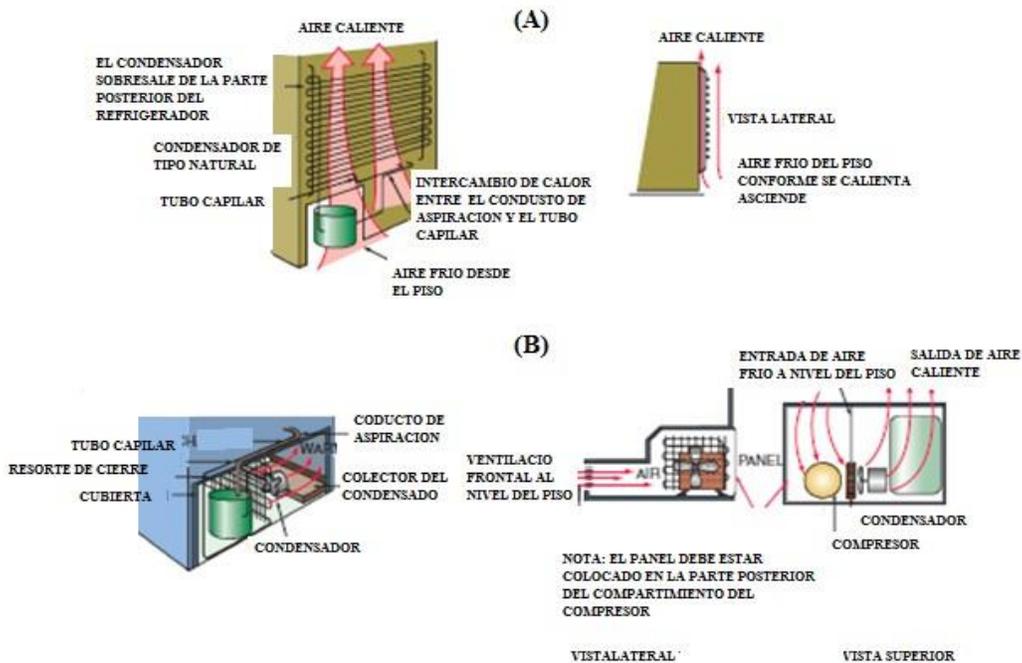


Figura 2.24. Condensador (A) de tiro natural, (B) de tiro forzado.

Tipos de condensadores

En los equipos de refrigeración doméstica y comercial se puede encontraremos con algunos diseños de condensadores que se presentan a continuación:

a) Condensador enfriado por agua

Pertenece a los primeros condensadores utilizados en la refrigeración comercial, estos condensadores son más eficientes que los enfriados por aire y funcionan a temperaturas de condensación mucho más bajas (figura 2.25).

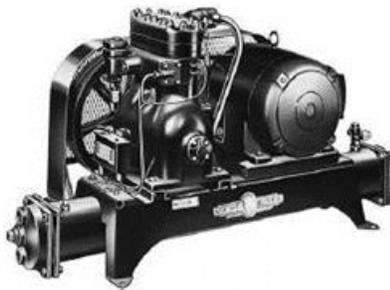


Figura 2.25. Condensador enfriado por agua.

b) Condensador de tubo concéntrico

Pueden ser de serpentín o de extremos bridados; en los condensadores tipo serpentín se desliza un tubo en el interior de otro, el intercambio de calor se da entre el fluido dentro del tubo exterior (refrigerante) y el fluido dentro del tubo interior (agua), ver figura 2.26.

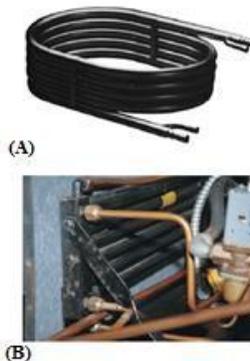


Figura 2.26. Condensadores de tubo concéntrico.

(A) En forma de serpentín. (B) Embridado.

c) *Condensadores enfriados por aire*

Emplean aire como el medio hacia el que se rechaza el calor; están constituidos por una tubería simple en los que el impulsor de un compresor sopla aire sobre el condensador; con la finalidad de mejorar el rendimiento en muchos diseños se amplía el área superficial con aletas (figura 2.27).

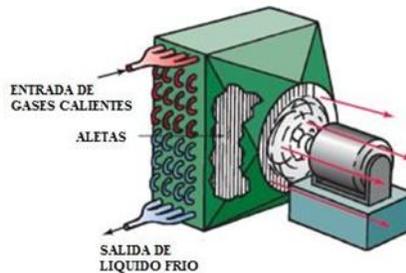


Figura 2.27. Condensador enfriado por aire.

Dispositivo de expansión

Los dispositivos de expansión denominados también dosificadores pueden ser válvulas o capilares de diámetro fijo; estos dispositivos de expansión se encargan de dosificar la cantidad correcta de refrigerante que va al evaporador el mismo que funciona mejor cuando está lo más lleno posible de refrigerante líquido sin dejar nada en el conducto de aspiración; el dispositivo de expansión se instala entre el condensador y el evaporador.

a) *Válvula de expansión termostática TXV*

La gran mayoría de las unidades comerciales están equipadas con válvulas de expansión controladas por temperatura (figura 2.28). Esta válvula depende de la expansión de un gas en una cámara hermética; el bulbo sensor se posiciona a la salida del evaporador y las variaciones de temperatura controlan la apertura o cierre.



Figura 2.28. Válvula de expansión termostática.

2.7. Descripción de plataformas de refrigeradores de uso doméstico en MABE

Mabe Celaya actualmente produce tres líneas de refrigeradores, cada una con modelos diferentes, enfocados a un mercado en específico, la tabla 2.1, permite visualizar de manera rápida lo antes mencionado.

Plataforma	Mercado
Sirius	América: Ecuador, Chile, Argentina, Brasil, Perú, Colombia, República Dominicana, México.
Side by Side (SXS)	Asia- América: Japón, Medio Oriente, Estados Unidos de América, Canadá, Ecuador, Chile, Argentina, Brasil, Perú, Colombia, República Dominicana, México.
Bottom Freezer (BF)	Europa-América: Europa, Estados Unidos de América

Tabla 2.1. Principales plataformas de producción y mercado.

2.7.1. Refrigeradores Sirius

El refrigerador Sirius del fabricante MABE, es una de las plataformas que se fabrican dentro de la empresa. La tabla 2.1 describe de manera breve las principales características técnicas que describen una unidad Sirius.

Modelo:	RMS1540RBCX0
Marca:	MABE INX
Color:	Negro
Volumen total:	1.049m ³

Voltaje:	115 V
Consumo de energía	
Capacidad:	400 Lts.
Refrigerante:	134 ^a
Peso neto:	76 Kg
Dimensiones:	0.80m*0.80m*1.80

Tabla 2.2. Datos generales del refrigerador Sirius.

En la figura 2.29. se presenta la apariencia interna de un refrigerador Sirius fabricado en Mabe Celaya.



Figura 2.29. Refrigerador Sirius.

2.7.2. Refrigeradores *Bottom Freezer (BF)*.

La plataforma de BF del fabricante MABE, es un equipo que se caracteriza por tener

el compartimiento del congelador en la parte posterior y el compartimiento de alimentos frescos en la parte posterior, siendo una de las principales características que el consumidor observa en primer plano, ya que el espacio es mucho mayor y cuenta con más estantes y cajoneras. En la figura 2.33, se muestra una imagen de la apariencia frontal y el interior, de un refrigerador BF, en la tabla 2.3, se explica las características generales del equipo.



Figura 2.30. Apariencia interna de un refrigerador de uso doméstico BF.

Modelo:	ABE20EGHBS
Marca:	<i>GE Artistry</i>
Color:	Inoxidable
Volumen total:	1.349 m ³
Voltaje:	115V
Consumo de energía:	
Capacidad:	20 Ft ³
Refrigerante:	134a
Peso neto:	128 Kg
Dimensiones:	1.0m*1.0m*1.80m

Tabla 2.3. Datos del refrigerador BF.

2.7.3. Refrigeradores Side by Side

En Mabe Celaya, la plataforma más grande, en donde se encuentra el mayor

Capítulo 2. Marco teórico (Antecedentes).

mercado de oportunidad en todas las diferentes exportaciones realizadas a lo largo del periodo de tiempo es la de refrigeradores SxS. Ya que este tipo de diseño es más amigable con cualquier consumidor y no va dirigido a un mercado en particular, cuenta con dos puertas lado a lado permitiendo que el congelador se encuentre en el lado izquierdo y la sección de alimentos frescos en el lado derecho (figura 2.34).



Figura 2.31. Refrigerador de uso doméstico SxS.

En la tabla 2.4, se presentan las características principales de un refrigerador domestico SxS.

Modelo:	GZS22DGJWW
Marca:	Mabe
Color:	Gris
Volumen total:	220 ft ³
Voltaje:	110 V
Refrigerante:	R134a
Peso neto:	155 Kg
Dimensiones:	1.0m *1.0m * 1.80m

Tabla 2.4. Datos del refrigerador SxS.

2.8. Normatividad energética mexicana para refrigeradores domésticos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-015-ENER-2012, establece los límites de consumo de energía máximos para refrigeradores, refrigeradores-congeladores de hasta 1104 dm³ (39 pies³), y congeladores de hasta 850 dm³ (30 pies³). Esto ha sido como resultado de los avances tecnológicos y las condiciones del mercado nacional e internacional.

Esta Norma permite responder a las necesidades de promover el ahorro de energía, contribuir a la preservación de recursos naturales no renovables de la nación.

La norma clasifica a los refrigeradores y congeladores de acuerdo:

De acuerdo con su tipo:

- Refrigerador solo
- Refrigerador convencional
- Refrigerador-congelador
- Congelador vertical
- Congelador horizontal

De acuerdo con su sistema de deshielo:

- Manual
- Semiautomático
- Parcialmente automático
- Automático
- Automático de duración larga
- Automático ajustable

2.9. Procesos de conformado para plásticos.

2.9.1. Moldeo por extrusión.

La extrusión es uno de los procesos fundamentales para dar forma a los metales y cerámicos, así como a los polímeros. La extrusión es un proceso de compresión en el que se fuerza al material a fluir a través de un orificio practicado en un troquel a fin de obtener un producto largo y continuo, cuya sección transversal adquiere la

forma determinada por la del orificio. Como proceso para dar forma a polímeros, se emplea mucho para termoplásticos y elastómeros (rara vez para termofijos) para producir en masa artículos tales como tubería, ductos, mangueras y formas estructurales (tales como molduras para ventanas y puertas), hojas y película, filamentos continuos, así como recubrimientos para alambres y cables eléctricos. Para estos tipos de productos, la extrusión se lleva a cabo como proceso continuo; el extruido (producto extruido) se corta después con las longitudes deseadas. En esta sección se estudia el proceso básico de extrusión, y en varias de las posteriores se examinan procesos que se basan en ésta.

2.9.1.1. Proceso y equipo.

En la extrusión de polímeros, se alimenta material en forma de pellets o polvo hacia dentro de un barril de extrusión, donde se calienta y funde y se le fuerza para que fluya a través de la abertura de un troquel por medio de un tornillo rotatorio, como se ilustra en la figura 13.4. Los dos componentes principales del extrusor son el barril y el tornillo. El troquel no es un componente del extrusor; es una herramienta especial que debe fabricarse para el perfil particular que se va a producir. Es común que el diámetro interno del barril del extrusor varíe entre 25 y 150 mm (1.0 a 6.0 in). El barril es largo en relación con su diámetro, con razones L/D que, por lo general, están entre 10 y 30. Para mayor claridad del dibujo, en la figura 13.4 está reducida la razón L/D. Las razones más altas se emplean para materiales termoplásticos, en tanto que los valores L/D más bajos son para los elastómeros.

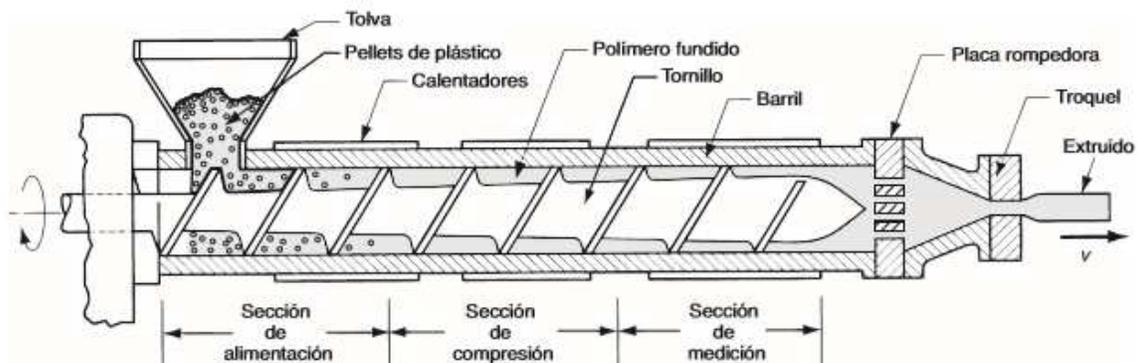


Figura 2.32. Componentes y características de un extrusor para plásticos.

En el extremo del barril opuesto al troquel se localiza una tolva que contiene el material que se alimenta. Los pellets se alimentan por gravedad al tornillo rotatorio, cuya rosca mueve al material a lo largo del barril. Se utilizan calentadores eléctricos para fundir al inicio los pellets sólidos; después, la mezcla y el trabajo mecánico del material generarán calor adicional, lo que mantiene fundido al material. En ciertos casos, se suministra calor suficiente a través de la mezcla y acción cortante de modo que no se requiere calor externo. En realidad, en ciertos casos el barril debe enfriarse desde el exterior a fin de impedir el sobrecalentamiento del polímero. El material se hace avanzar a lo largo del barril hacia la abertura del troquel, por medio de la acción del tornillo extrusor, que gira a unas 60 rev/min. El tornillo tiene varias funciones y se divide en secciones que son: 1) sección de alimentación, en la que el material se mueve del puerto de la tolva y recibe precalentamiento; 2) sección de compresión, en la que el polímero se transforma para adquirir consistencia líquida, se extrae del fundido el aire atrapado entre los pellets y se comprime el material; y 3) sección de medición, en la que se homogeniza al fundido y se genera presión suficiente para bombearlo a través de la abertura del troquel.

El avance del polímero a lo largo del barril lo hace llegar en última instancia a la zona muerta. Antes de llegar al troquel, el fundido pasa a través del paquete de la pantalla, una serie de mallas de alambre sostenidas por una placa rígida (llamada placa rompedora) que contiene agujeros axiales pequeños. El paquete de la pantalla sirve para 1) filtrar los contaminantes y grumos duros del fundido, 2) generar presión en la sección de medición y 3) forzar al flujo del polímero fundido y borrar de su “memoria” el movimiento circular impuesto por el tornillo. Esta última función tiene que ver con la propiedad viscoelástica del polímero; si el flujo no se forzara, el polímero repetiría su historia de girar dentro de la cámara de extrusión, y tendería a rotar y distorsionar el extruido. Lo que se ha descrito aquí es la máquina de extrusión de un solo tornillo. También debe mencionarse los extrusores de tornillos gemelos, ya que ocupan un lugar importante en la industria. En estas máquinas, los tornillos son paralelos y se encuentran lado a lado dentro del barril. Los extrusores de

tornillos gemelos parecen adaptarse en especial al PVC rígido, el cual es un polímero difícil de extruir, y a materiales que requieren una mezcla mayor.

2.9.1. Moldeo por inyección.

El moldeo por inyección es un proceso con el que se calienta un polímero hasta que alcanza un estado muy plástico y se le fuerza a que fluya a alta presión hacia la cavidad de un molde, donde se solidifica. Entonces, la pieza moldeada, llamada moldeo, se retira de la cavidad. El proceso produce componentes discretos que casi siempre son de forma neta. Es común que el ciclo de producción dure de 10 a 30 segundos, aunque no son raros ciclos de un minuto o más. Asimismo, el molde puede contener más de una cavidad, de modo que en cada ciclo se producen molduras múltiples. En el video clip se ilustran muchos aspectos del moldeo por inyección. Es posible obtener formas complejas e intrincadas con el moldeo por inyección. El reto en esos casos es fabricar un molde cuya cavidad tenga la misma forma que la pieza, y que también permita el retiro de ésta. El tamaño de la pieza varía de alrededor de 50 g (2 oz) hasta 25 kg (más de 50 libras); el límite superior está representado por componentes tales como puertas de refrigerador y defensas de autos. El molde determina la forma y el tamaño de la pieza, y es la herramienta especial en el moldeo por inyección. Para piezas complejas y grandes, el molde llega a costar cientos de miles de dólares. Para piezas pequeñas, el molde se puede construir para que contenga cavidades múltiples, lo que también hace que sea caro. Así, el moldeo por inyección es económico sólo para cantidades grandes de producción. El moldeo por inyección es el proceso que más se usa para los termoplásticos. Algunos termofijos y elastómeros se moldean por inyección, con modificaciones en el equipo y parámetros de operación, a fin de permitir el entrecruzamiento de estos materiales. En la sección 13.6.6 se estudian éstas y otras variaciones del moldeo por inyección.

2.9.1.1. Proceso y equipo.

El equipo para moldeo por inyección evolucionó a partir de la fundición con troquel. Como se ilustra en el esquema de la figura 13.21, una máquina de moldeo por inyección consta de dos componentes principales: 1) la unidad de inyección de

plástico y 2) la unidad de sujeción del molde. La unidad de inyección es muy parecida a un extrusor. Consiste en un barril al que se alimenta desde un extremo por una tolva que contiene un suministro de pellets de plástico. Dentro del barril hay un tornillo cuya operación sobrepasa la del tornillo extrusor en el siguiente aspecto: además de girar para mezclar y calentar el polímero, también actúa como martinete que se mueve con rapidez hacia delante para inyectar plástico fundido al molde. Una válvula sin retorno montada cerca de la punta del tornillo impide que el fundido fluya hacia atrás a lo largo de las cuerdas de aquél. En una etapa posterior del ciclo de moldeo, el martinete vuelve a su posición original. Debido a su acción dual, se denomina tornillo reciprocante, nombre que también identifica el tipo de máquina. Las máquinas antiguas de moldeo por inyección usaban un martinete simple (sin cuerdas de tornillo), pero la superioridad del diseño del tornillo recíproco ha llevado a que se adopte con amplitud en las plantas de moldeo de hoy día. La unidad de sujeción se relaciona con la operación del molde. Sus funciones son 1) mantener las dos mitades del molde alineadas en forma correcta una con otra, 2) mantener cerrado al molde durante la inyección, por medio de la aplicación de una fuerza que lo sujeta lo suficiente para resistir la fuerza de inyección y 3) abrir y cerrar el molde en los momentos apropiados del ciclo de inyección. La unidad de abrazadera consiste en dos placas, una fija y otra móvil, y un mecanismo para mover ésta. El mecanismo básicamente es una prensa de potencia que funciona por medio de un pistón hidráulico o dispositivos de palanca mecánica de varios tipos. Las máquinas grandes disponen de fuerzas de abrazadera de varios miles de toneladas.

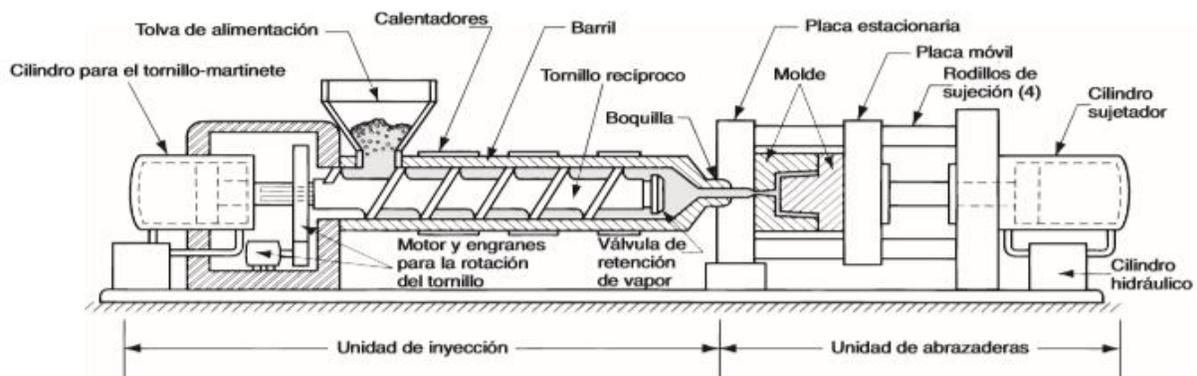


Figura 2.33. Diagrama de una máquina de moldeo por inyección.

El ciclo para el moldeo por inyección de un polímero termoplástico procede en la siguiente secuencia, como se ilustra en la figura 2.37. La acción comienza con el molde abierto y la máquina lista para comenzar un nuevo moldeo: 1) el molde se cierra y se sujeta. 2) Se inyecta un disparo de fundido a alta presión hacia la cavidad del molde, el cual se ha puesto a la temperatura y viscosidad correctas por medio de calor y trabajo mecánico del tornillo. El plástico se enfría y comienza a solidificarse cuando se encuentra con la superficie fría del molde. Se mantiene la presión del martinete a fin de comprimir más fundido en la cavidad para compensar la contracción durante el enfriamiento. 3) El tornillo gira y se retrae con la válvula de retención de vapor abierta para permitir que polímero nuevo fluya hacia la parte delantera del barril. Entre tanto, el polímero en el molde se ha solidificado por completo. 4) El molde se abre, y la pieza se expulsa y retira.

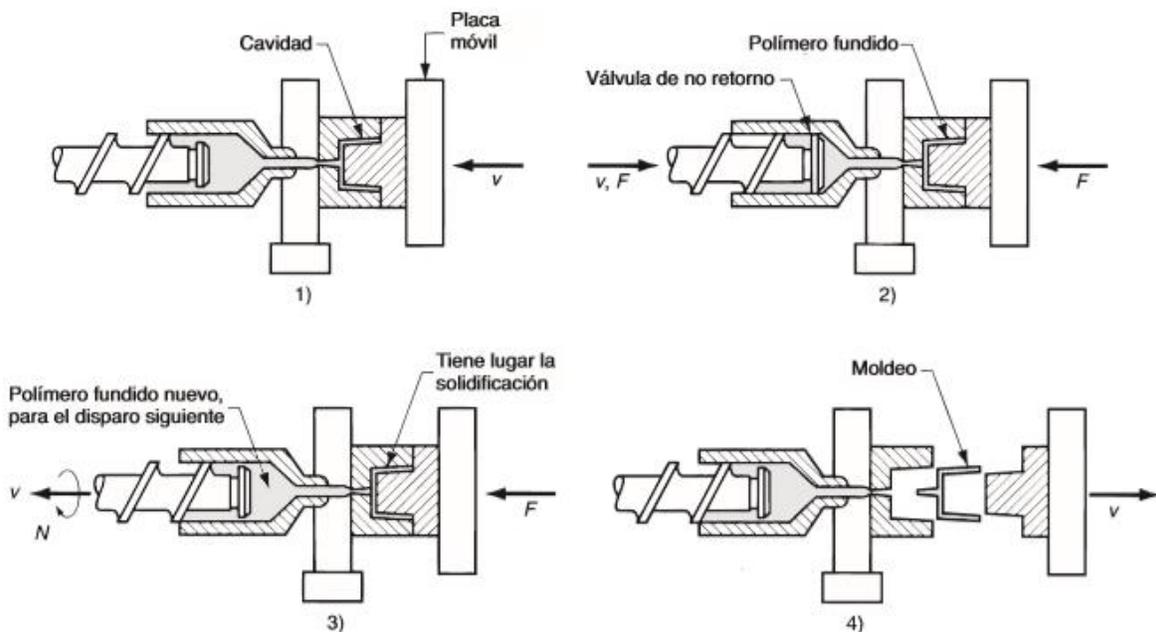


Figura 2.34. Ciclo común de moldeo: 1) molde cerrado, 2) se inyecta fluido a la cavidad, 3) se retrae el tornillo y 4) se abre el molde, y la pieza se expulsa.

Capítulo 3

Planteamiento del problema

3.1. Identificación.

Escudo de luz media de dos piezas a una, es un proyecto que se llevó a cabo en la planta de refrigeradores Mabe en Celaya, Guanajuato; por un periodo de 6 meses (02/Ene/20 – 02/Jul/20) que es el tiempo en que estuve prestando mis servicios como residente en dicha empresa. El cambio se implementó en la línea Side by Side, que es una de las 6 líneas de producción que existen en Mabe, con el objeto de reducir el número de partes utilizadas en la fabricación de un refrigerador, así como un ahorro de materiales de hasta \$ 140,000 USD.

3.2. Justificación.

El presente proyecto me fue asignado para desarrollarlo como parte de las actividades que realicé como practicante en Mabe Refrigeradores Celaya, teniendo como finalidad aplicar y demostrar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos durante mi formación académica como Ingeniero Industrial. Al realizar este proyecto estuve interactuando con las áreas de compras, almacén, flujo de materiales, manufactura, proceso, mercadotecnia, diseño de producto, calidad y servicio post-ventas.

El área en que estuve trabajando es de Productividad y lleva por nombre PCTO (Product Cost Take Out) teniendo como responsabilidad generar proyectos para la reducción del costo de los productos que son manufacturados en planta (refrigeradores). El proyecto en que trabajé de igual forma tiene el propósito de reducir los costos por medio de la fusión de dos piezas plásticas y así fabricar una sola.

3.3. Alcance.

Es importante mencionar que cómo practicante en Mabe tuve ciertas limitaciones, por ejemplo, acceso a las bases de datos de la empresa (agile, windchill), por lo que la líder del proyecto fue es una ingeniero de productividad llamada Alejandra Herrera y es con quien estuve trabajando con motivo de apoyarla en el desarrollo del

proyecto, así como para involucrarme en el mismo y poder documentarlo. En el momento que se me incluyó como parte del proyecto, recién había comenzado su presentación, por lo que estuve participando en la mayoría de las etapas de implementación, desde enero hasta julio del 2020, teniendo siempre planeado concluir e implementar el cambio del proyecto en este periodo de tiempo.

Capítulo 4

Objetivos

Objetivo general

- a) Reducir el número de partes empleados en la fabricación de un refrigerador Side by Side (SxS).

Objetivos específicos

- a) Reducir costos de materiales en el refrigerador por medio de la fusión de dos piezas plásticas.
- b) Reducir espacio en almacén, línea y capital de trabajo.
- c) Asegurar la calidad del producto una vez que se ha implementado el cambio.

Capítulo 5

Metodología

Las etapas que sigue la metodología de este proyecto son las mismas que se presentaron en el apartado 2.1. de estandarización del marco teórico, y se documentó describiendo a detalle cada una de las actividades que se realizaron en cada etapa de la investigación.

El objetivo de este proyecto es estandarizar el número de partes utilizadas en la fabricación de un refrigerador, afectando la plataforma Side by Side (SxS). Este proyecto nació del cambio que se tuvo de focos convencionales a luz LED en los modelos afectados, el dispositivo de luz LED ocupa mucho menos espacio que el que ocupaban los focos convencionales por lo que se optó por rediseñar la pieza para aprovechar más el espacio al interior del refrigerador, así como para reducir el número de partes y los costos de materiales.

Para alcanzar dicho objetivo se definió un cronograma de posibles actividades que inicialmente se pensaron suficientes para alcanzar dicho objetivo, pero conforme se fue avanzando surgieron nuevas, así como muchas de las definidas inicialmente fueron descartadas para sustituirlas por mejores propuestas.

Para comenzar se participó en las capacitaciones de los *Software* de consulta que se maneja dentro de la empresa, SAP, EM, CREO, donde se aprendió que SAP permite analizar el universo de partes con el que cuenta la empresa, las partes o grupos componentes que forman un determinado refrigerador, su costo, la información del proveedor, se puede decir que es una ficha técnica de cada número de parte existente, en fase de prueba, refacción u obsoleto que pertenece a la planta.

CREO Parametric, es una herramienta para CAD 3D que en la empresa se utiliza para diseño electromecánico y mecánico, el saber interpretar planos resulta fundamental a la hora de estandarizar una parte por otra, pues se busca que estructural y funcionalmente sean similares.

EM (*Engineering master information system*), es un software de consulta de planos, enfocado en dispositivos y partes que son propiedad de GE.

5.1. Definir el alcance del proyecto. (Scope)

En PCTO se lleva un documento llamado libro de costos de productividad, aquí se lleva el registro semanal de todos los proyectos en los que se está trabajando y de aquellos que ya se implementaron junto con información como el status en que se encuentran, los ahorros que generará, el ingeniero cargo, etc.

Status	Subsystem	Project	Estandarización	Engineer
Implemented	CSI	Soporte Conector Sirius 510 127V	Yes	Mauricio Carrillo
Implemented	CSI	Soporte Compresor Sirius 510 220V No Rohs a Rohs	Yes	Mauricio Carrillo
Active	FAST	Estandarización Ingenious RGS1540XLCB2 (Chile)	Yes	Manuel Gonzalez
Active	FAST	Estandarización Ingenious RMS1951RBCX0 (Colombia)	Yes	Manuel Gonzalez
Active	FAST	Estandarización Ingenious RMS1951YCEB2 (Colombia)	Yes	Manuel Gonzalez
Active	FAST	Estandarización Ingenious RMS1540RBCX0 (Colombia)	Yes	Manuel Gonzalez
Implemented	FAST	Estandarización Ingenious RMS1951WMXX0	Yes	Manuel Gonzalez
Active	FAST	SXS MABE Cajon 1862 - IO	Yes	Alfredo Soto
Implemented	FAST	Estandarización Ingenious RGS1951WMXX0 (Mexico)	Yes	Manuel Gonzalez
Active	FAST	SXS MABE Cajon 1862 - Resto	Yes	Alfredo Soto
Idea	FAST	Cambio de resina contenedor de hielos (Lexan a Hips)	Yes	Liss Santoyo
Active	FAST	Rediseño Lampara LED E14 Spect Adv 12 leds	Yes	Liss Santoyo
Active	FAST	430 SS doors SIRIUS	Yes	Liss Santoyo
Implemented	FAST	Estandarización Ingenious RMS1540WMXX0	Yes	Manuel Gonzalez
Implemented	FAST	Eliminar anaquel medio FF (S360 V)	Yes	Liss Santoyo

Tabla 5.1. Proyectos en libro de costo de productividad.

Para comenzar a describir el presente proyecto se presentan físicamente en la figura 3.1. las dos piezas que se fusionaron, el prototipo de la nueva pieza que se implementó en línea, así como sus respectivos números de parte.

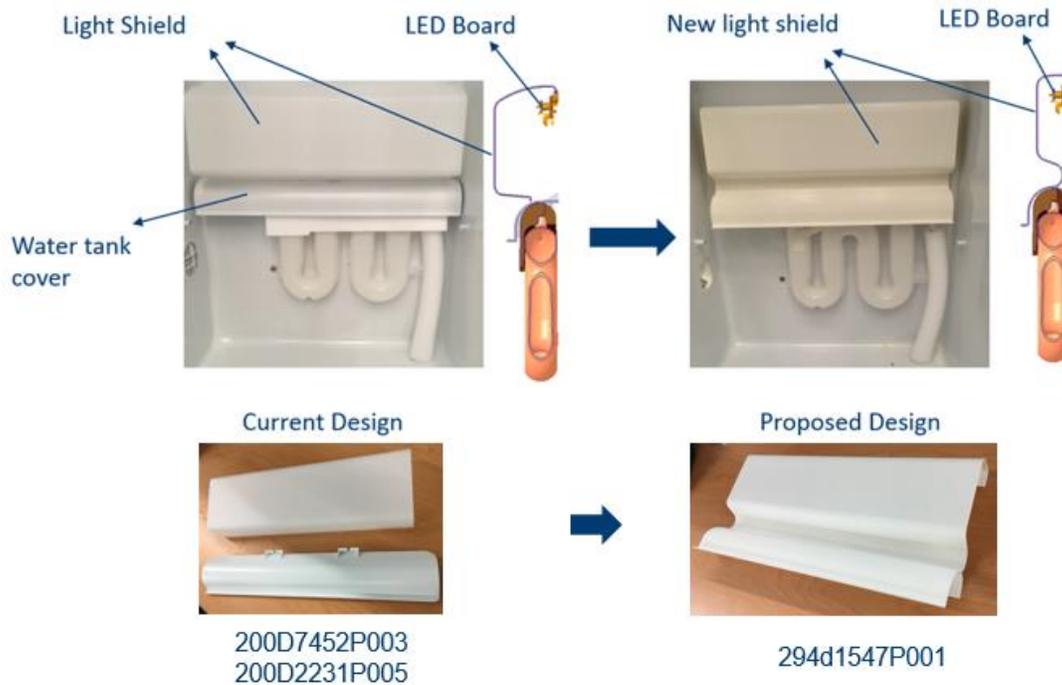


Figura 5.1. Diseño propuesto del nuevo número de parte.

Del *ADD-DELETE* se obtienen los números de partes con los que se trabaja en el proyecto, su volumen de consumo anual (EAU) y su costo por unidad, con estos datos es posible obtener el ahorro económico o el impacto que dará al ser implementarlo, en la tabla 5.2, se muestra el *ADD-DELETE* del proyecto *Escudo de luz media de dos piezas a una*, que al año da un ahorro de miles de USD, tabla 5.3.

Add	Delete
New Part No.	Old Part No.
294D1547P001	200D7452P003
	200D2231P005

Tabla 5.2. *ADD-DELETE*

Financial Overview

EAU	Current Parts	current part cost	New part	new part cost	Delta	Savings
291	200D7452P003	\$ 1.55	294D1547P001	\$ 1.50	-\$ 0.48	(\$140.32)
	200D2231P005	\$ 0.43				
		\$ 1.98				

Tabla 5.3. Información financiera del proyecto.

En la tabla anterior se determina el ahorro económico que se obtiene de la implementación de este proyecto que asciende a \$ 140,320.00 USD anuales, esta cantidad se obtiene multiplicando el volumen de consumo anual del número de parte (EAU 291k) por la cantidad que representa el ahorro por unidad (Delta) al implementar el cambio.

El *checklist* que sigue productividad pide realizar una presentación donde se reporta lo obtenido en el *Scope*, esta presentación se conoce como *Four block*, es un resumen concreto de los objetivos y datos económicos que se obtendrán.

En la figura 5.2, se muestra el *Scope* del proyecto “Escudo de luz media de dos piezas a una”, así como la fecha en que se planeó implementar, la fecha propuesta estuvo en función de que las muestra sean calificadas como correctas y que no se encontraran errores significativos en las siguientes etapas del proyecto.

Class 3
SUMMARY:
CP1

Current Design
200D7452P003
200D2231P005

Proposed Design
294D1547P001

Team Members:
 Project Leader: Alejandra Hererra / José Antonio Rodríguez
 Technology: Canelo Gonzalo
 Sourcing: Jose Jimenez
 Supplier Quality: Camacho Marycruz
 Operations: Amanda Mejia/ Narciso Jimenez
 AME: Ricardo Arzate
 AQE: Sandra Rojas
 Quality: Carlos Guerra
 Service: Noel Ochoa
 Materials: Casique Luis

Financial Overview

EAU	Current Parts	current part cost	New part	new part cost	Delta	Savings
291	200D7452P003	\$ 1.55	294D1547P001	\$ 1.50	-\$ 0.48	(\$140.32)
	200D2231P005	\$ 0.43				
		\$ 1.98				

Funding Source – GE PCTO

Initial Schedule: Class 3 Milestones

	Date	Qty
CP1	FW03	
Trial Run	FW06	TBD
iP2	FW12	
CP2	FW12	
iP4	FW16	
Pilot	FW18	TBD
CP3	FW20	
Production	FW21	
Closure	FW22	

FRM-GEA-QYS-058
10/12/18 Rev. 1
Project Plan Template

Figura 5.2. Four block del proyecto “Escudo de luz media de dos piezas a una”.

5.2. Herramental nuevo o modificación.

Como ya se mencionó el rediseño de la pieza *cubierta de luz* se da gracias al cambio de focos convencionales por barras de luz LED fusionando también la cubierta del tanque de agua. Estas dos piezas anteriormente se fabricaban por medio de inyección de plástico, pero gracias al rediseño ahora se fabrican por medio de extrusión lo cual representa el ahorro en materiales, ya que este último proceso resulta más económico, también cabe mencionar que el material con que están hechas las piezas (HIPS, High Impact Polystyrene) no cambió.

Para lograr este cambio en la pieza fue necesario también cambiar el herramental, por lo que se cotizó con el proveedor cuánto costará el nuevo herramental. El proveedor de las 2 piezas se llama *Criser* y se encuentra ubicado en la ciudad de Monterey, NL, México, y cabe mencionar que con el rediseño de pieza el proveedor no cambió tampoco.

En la figura 5.3. se muestran los planos 2D que se realizaron de la nueva pieza, en conjunto PCTO con el área de diseño, en el software de CAD 3D *CREO PARAMETRIC*.

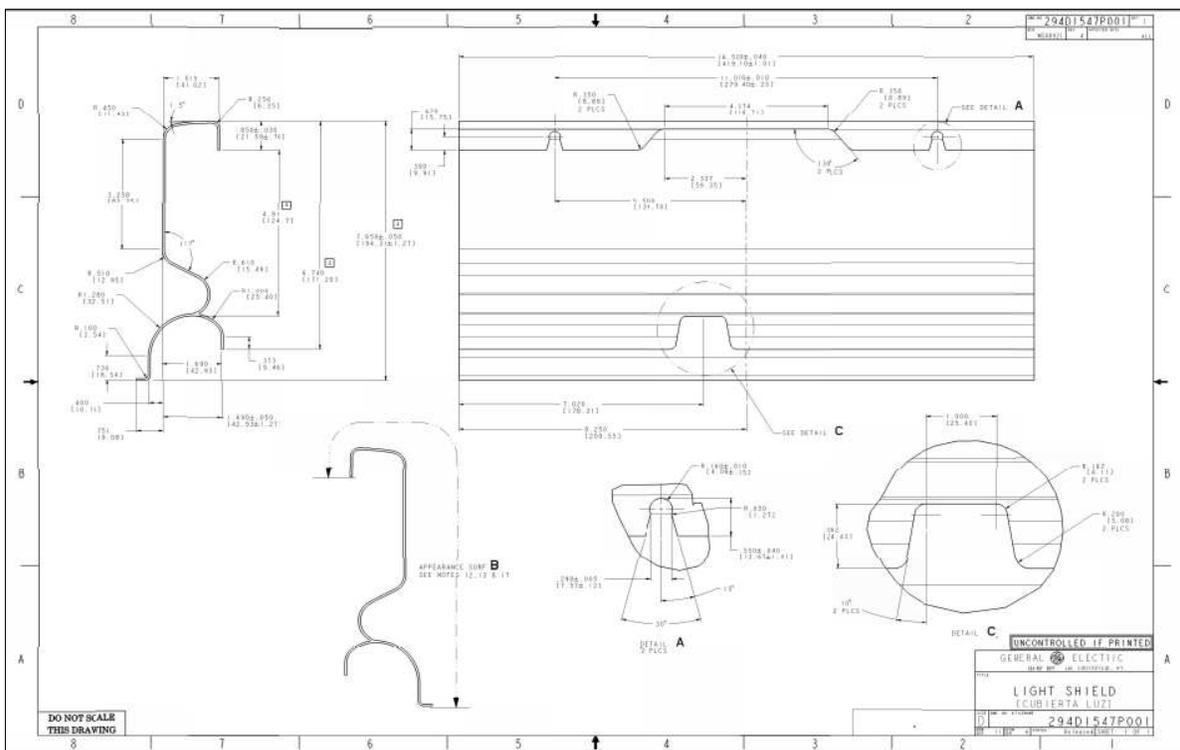


Figura 5.3. Planos 2D del escudo de luz media.

Capítulo 5. Metodología.

En base a los planos 2D de la nueva pieza el proveedor diseño y nos cotizó lo que tentativamente costarían los nuevos herramientas para poder fabricar la nueva cubierta de luz, la cotización de los nuevos herramientas se muestran en la siguiente tabla.

Extrusion Tooling	Trimming Tooling	Investment
\$15.70	\$20.17	\$35.87

Tabla 5.4. Cotización de nuevos herramientas.

Como ya se ha mencionado el presente cambio se implementó en la familia de refrigeradores Side by Side (SxS), pero específicamente en los modelos 23 y 25 que da un total de 15 modelos afectados, a continuación, se muestra la descripción de dichos modelos.

modelo	Descripción	estatus	Qty
GSE23GGKKB	MANUFACTURA REF SxS GE NEG	Z5	1
GSE23GGKCC	MANUFACTURA REF SxS GE BISQUE	Z5	1
GSE23GGKCWW	MANUFACTURA REF SxS GE BLANCO	Z5	1
GSE23GSKCSS	MANUFACTURA REF SxS GE ACERO	Z5	1
GSE25GGHKB	MANUFACTURA - REF SxS GE NEG	Z5	1
GSE25GGHCC	MANUFACTURA - REF SxS GE BIS	Z5	1
GSE25GGHCWW	MANUFACTURA - REF SxS GE BLA	Z5	1
GSE25GSHCSS	MANUFACTURA - REF SxS GE INX	Z5	1
GSE25HBLKHTS	MANUFACTURING REF SxS GE INX	Z5	1
GSE25HEMKHDS	MANUFACTURA REF SxS GE BLACK SLATE	Z5	1
GSE25HGKHBB	MANUFACTURA REF SxS GE NEG	Z5	1
GSE25HGKHWW	MANUFACTURA REF SxS GE BLA	Z5	1
GSE25HMHKES	MANUFACTURING REF SxS GE INX	Z5	1
GSE25HSHKSS	MANUFACTURA REF SxS GE INX	Z5	1
GSS23GGKKB	MANUFACTURA REF SxS GE NEG	Z5	1

Tabla 5.5. Modelos afectados por el escudo de luz media.

5.3. Plan de Evaluación propuesto.

El plan de evaluación propuesto se refiere al resumen de las pruebas necesarias a aplicar a la nueva pieza que se desea introducir al proceso de producción con la finalidad de no afectar el mismo proceso, así como asegurar la calidad del producto una vez implementado el cambio. Para este caso es un cambio en el diseño de una pieza plástica por lo que se hicieron pruebas de temperatura, toxicidad, entre otras. A continuación, se muestra la diapositiva que se pretende presentar ante el comité CIB en donde se muestra el resumen de dichas pruebas.

Class 3 DESIGN ENGINEERING PLAN: CP1

Engineering Approach – Simplification of Water tank cover and Mid light shield.

Engineering Plan - FPR required

	<u>Yes/No</u>	<u>Comments</u>
<u>ETP 921 ship test required?</u>	Yes	
<u>E review required?</u>	No	
<u>Software reviewed for agency impact?</u>	No	
<u>Impact to code board/agency?</u>	No	
<u>Safety review required?</u>	No	

Key Engineering Evaluation Needed:

1. Heat distortion
2. Odor and Taste
3. Showroom test.

4. eFPIR



GE APPLIANCES
Water Company

FRM-GEA-CYS-058
10/12/16 Rev. 1
Project Plan Template

Figura 5.4. Diapositiva del Plan de Evaluación propuesto.

Así como se debe presentar el plan de evaluación de la pieza también se debe proponer un plan de materiales, así como de manufactura y calidad. Todos estos planes se resumen también a pruebas, así como revisiones de las áreas involucradas, a continuación, se presentan las diapositivas, Figuras 3.5 y 3.6., que complementaron el plan de evaluación. Cabe mencionar que todas estas diapositivas se presentaron ante el comité de implementación de cambios en la primera revisión llamada CP1.

Class 3		SOURCING PLAN:		CP1
Sourcing Plan - Current Supplier Balance in/out plan.				
	<u>Yes/No</u>	<u>Comments</u>		
<u>Last Piece required?</u>	No			
<u>9-Step required?</u>	No			
<u>Impact to Pack Plan?</u>	No			
<u>New / Current Supplier Impacts –</u> No				
<u>Non-Current Supplier Impact and Obsolete Part Plan -</u>				
 GE APPLIANCES <small>a Haier company</small>		<small>FRM-GEA-QYS-058 10/12/16 Rev. 1 Project Plan Template</small>		

Figura 5.5. Diapositiva del plan de materiales propuesto.

En el caso del plan de materiales no hubo mayor afeción debido a que se siguió trabajando con el mismo proveedor, por lo que no fue necesario hacer cambios en esta parte, tampoco se cambió la norma de empaque por lo que lo único que se debe realizar es un análisis de consumo de materiales para evitar que queden partes obsoletas de las piezas que se eliminaron (balance in/out plan).

Class 3		MFG, OPERATIONS, QUALITY PLAN:		CP1
Manufacturing, Operations & Quality- Manufacturing review Quality P&A for Pilot Run				
	<u>Yes/No</u>	<u>Comments</u>		
<u>EHS Review required?</u>	No			
<u>Ergo Review required?</u>	No			
<u>Last Piece required?</u>	No			
<u>9 Step required?</u>	No			
<u>Make vs. Buy required?</u>	No			
<u>Preliminary impact assessment –</u> New part with design change				
<u>Manufactured part obsolete part plan -</u> Balance out current parts.				
 GE APPLIANCES <small>a Haier company</small>		<small>FRM-GEA-QYS-058 10/12/16 Rev. 1 Project Plan Template</small>		

Figura 5.6. Diapositiva del plan de manufactura y calidad.

En el caso del plan de manufactura y calidad se tuvo una revisión de manufactura para atender problemas que ellos consideraron pudieron surgir en la implementación del cambio (ayudas visuales por ejemplo), en lo que a calidad respecta solo se llevó un formato P&A (Problem and Action) cuando se corrió la prueba piloto, para documentar y solucionar los problemas de calidad encontrados. Dicho formato se firma y es válido cuando los responsables de calidad aprueban que no hubo problemas, o se solucionaron, en el cambio de la corrida piloto.

5.4. Generar CR / BCR.

Para generar el folio (CR/BCR) de nuestro proyecto se tuvo que hacer el registro de la propuesta en una plataforma llamada agile/windchill que sirve como gestión para los proyectos que se están generando constantemente. Debido a que nuestro proyecto afectó el mercado de Estados Unidos el registro se hizo en el **CIB** (Change Implementation Board) donde ejecutivos de GE fueron los revisores del proyecto, por ende el folio resultante fue un BCR (Business Change Request). También es importante mencionar que en el CIB la exposición, así como el contenido del material a utilizar se debe presentar en inglés.

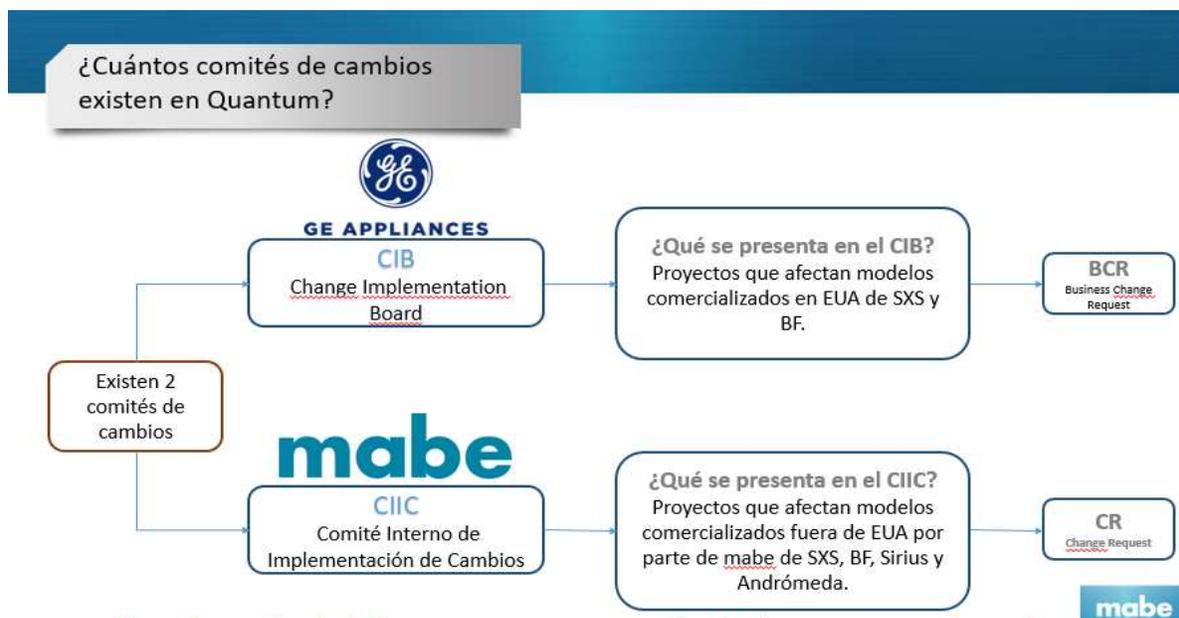


Figura 5.7. Comités de cambios en Mabe refrigeradores Celaya.

El proceso para la aprobación de proyectos está estandarizado y consta de ciertas etapas en las cuales se presenta distinta información a continuación se muestra el proceso de forma esquemática. (Figura 3.8.).

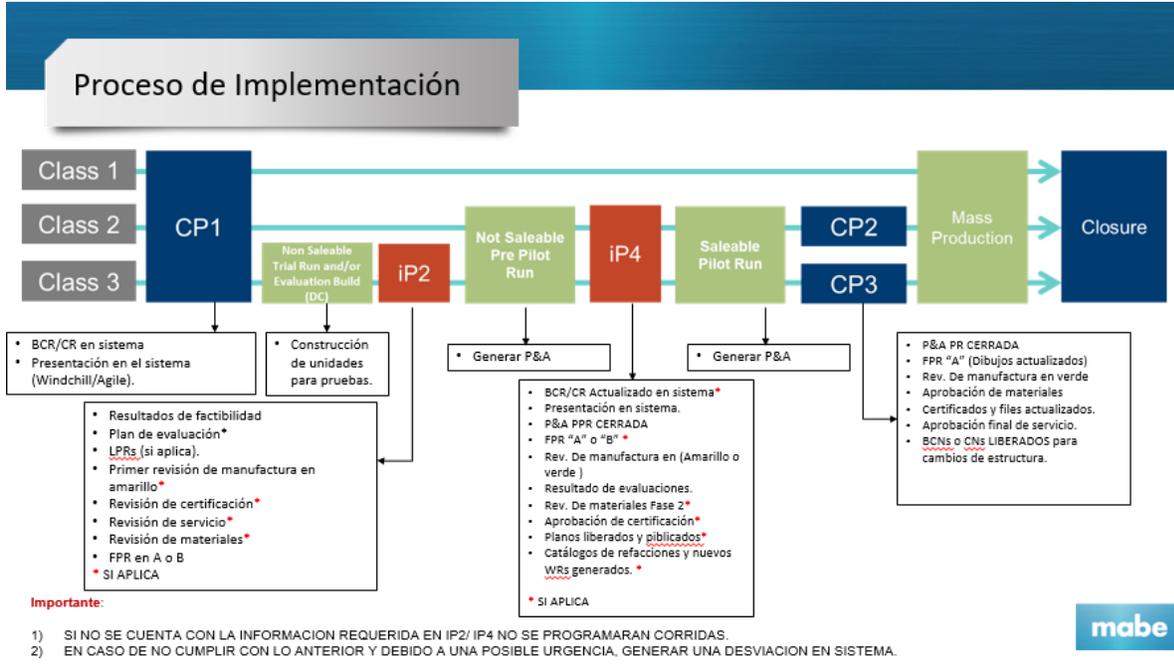


Figura 5.8. Proceso de implementación de cambios.

Como se puede observar son distintas etapas que se deben seguir sin embargo la complejidad del proyecto depende del tipo de cambio ya que no todas las etapas aplican para todos los proyectos y esto depende mucho de la clase del proyecto que como se puede observar son 3 diferentes.

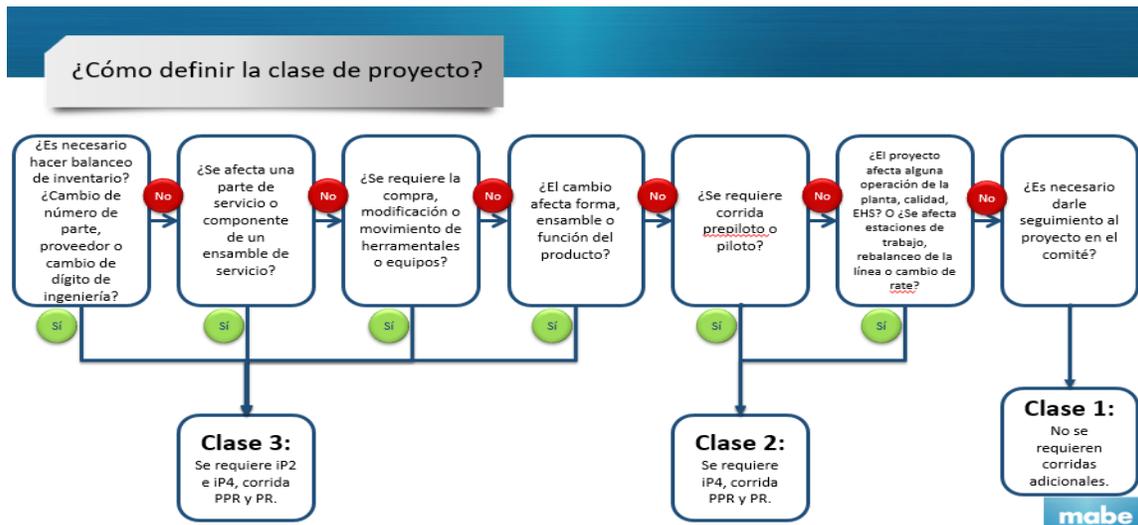


Figura 5.9. Definición de la clase de un proyecto.

El presente proyecto de rediseño del escudo de luz media se define como clase 3 ya que se añadió un nuevo número de parte y se eliminaron los números de parte obsoletos. Una vez definido todo lo anterior se procedió a realizar el registro del proyecto en la plataforma Agile (Figura 3.10.). Una vez registrado el proyecto el sistema nos generó el BCR que es el folio con que se identifica el proyecto en sus diferentes etapas, para el proyecto “Escudo de luz media de dos piezas a una” el folio correspondiente fue **BCR003624**.

Administración de proyectos en sistema

CIB Agile

CIIC Windchill mabe

Attributes: Product Line: Refrigeration; Name: JUELO DESPLAZO METALICO; Category: Change Admin; Problem Description: Por prevención a temas de seguridad se propone cambiar el resplando de aluminio a metálico en Siles; Proposed Solution: ...

Justification: Project Description: Cambio de resplando de aluminio a metálico en Siles; Preliminary Feasibility Check: Una de las opciones actuales y desarrollo de herramientas para investigación en diferentes posición; MetaAfectado: Quantum; Change Type: Critical Engineering

Cost Attributes: Tooling Cost: 3.00; Materials: 0.00; Expenses: 0.00; Labor: OHI: 0.00; Cost Admin: 0.00; SCR Cost Benefit: 0.00; Investment: 0.00; Other Financial Benefit: 0.00; Other Financial Cost: 0.00

- Es indispensable que el CR o BCR se avance a la etapa de revisión y que las presentaciones estén cargadas en el sistema, de lo contrario no se podrá presentar en el comité.

Figura 5.10. Plataformas de gestión de proyectos.

Ya que se ha registrado un proyecto entonces ahora se tiene que estar pendiente de agendar en el sistema las diferentes revisiones por las cuales debe pasar el proyecto. El sistema de agendas consta de 3 opciones, que son, el registro de proyecto para agendar la primera revisión CP1, nueva revisión para las evaluaciones posteriores (IP2, IP4, CP3), así como la consulta de los proyectos registrados y que están activos. Figura 3.11.

Es importante mencionar que una vez que te has agendado para la revisión de tu proyecto es necesario subir a la plataforma el documento de PowerPoint con que presentarás ante el comité, así como información relevante que el líder del proyecto desee incluir en su presentación.

Las diferentes revisiones de proyecto en ambos comités se realizan generalmente los días lunes, miércoles y jueves, en los horarios que se muestran en la figura 3.12.

Sistema de agendas



<http://srvquantum72/MabeCIIC/StartPage.aspx#no-back-button>

Opciones

- 1) **Registro de proyecto** – Para CP1.
- 2) **Nueva revisión** – Para revisiones posteriores al CP1.
- 3) **Consultar proyectos registrados** – Consulta de proyectos.

Hora límite para agendarse:

CIB – Lunes 1:00 pm
 CIIC – Jueves 5:00 pm



Figura 5.11. Sistema de agendas de proyectos.

Sesiones semanales

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
		CIIC Revisiones IPs De 11:00 hrs a 12:20 hrs		
		CIB Revisiones IPs De 12:30 hrs a 14:00 hrs	CIB Revisiones CPs De 12:00 hrs a 13:30 hrs	
CIIC Revisiones CPs De 15:00 hrs a 17:00 hrs				

Importante:

- Límite de proyectos para el CIIC: 7 proyectos para el IPs y 7 proyectos para CPs.
- Límite de proyectos a agendar para el CIB: 4 IPs y 5 CPs.
- En caso de que el proyecto quede fuera de la agenda se actualizará la fecha de presentación del proyecto.
- En caso de que el líder quiera cancelar su presentación, el mismo deberá de agendarse nuevamente.
- El administrador de la agenda del CIIC es Hugo Pichardo.
- La administradora de la agenda del CIB es Estela Hurtado.
- Es importante que solo se agenden proyectos que ya tienen todos los puntos cerrados de la revisión anterior, ya que de lo contrario su proyecto se queda en Hold y ocupa el lugar de algún otro líder que probablemente si tenga todo listo para conseguir su aprobación.



Figura 5.12. Sesiones semanales para revisiones de proyectos.

5.5. Revisión CP1 / Plan de evaluación.

Cómo ya se ha mencionado CP1 es el nombre que se le da a la primera revisión que se tiene con el comité encargado de implementar los cambios, en este caso CIB. La revisión consta generalmente de la presentación de lo que se definió en los apartados anteriores, El título del proyecto, así como su BCR, una descripción general, el four block realizado durante el scope, el plan de evaluación, materiales, calidad y manufactura, es básicamente un resumen del proyecto.

Se tiene una plantilla predeterminada de PowerPoint en la cual el líder del proyecto tiene que llenar su información y señalar los puntos que no aplican al proyecto, la platilla se muestra a continuación. La plantilla se muestra en español, sin embargo, la presentación en el CIB así como el formato deben ser en Ingles.



Figura 5.13. Formato de presentación CP1.

Una vez presentado el proyecto del rediseño del escudo de luz y habiendo cumplido con los puntos antes mencionados se dio por aceptada la CP1 y el comité (CIB) aprobó la realización y continuación del proyecto, etapas que se seguirán presentando a continuación.

5.6. Revisión IP2 / Capital de Inversión.

Una vez aprobada la primera revisión CP1 y con autorización por parte del comité de continuar con el proyecto se tuvo que solicitar el capital de inversión en una revisión IP2 para poder modificar y liberar el herramental que hace las nuevas piezas del escudo de luz media. Para que este capital de inversión se aprobara se presentaron estudios dimensionales de la nueva pieza fabricada por el proveedor para comprobar que se cumplieran las especificaciones de los planos para este rediseño. Los estudios se presentan a continuación.

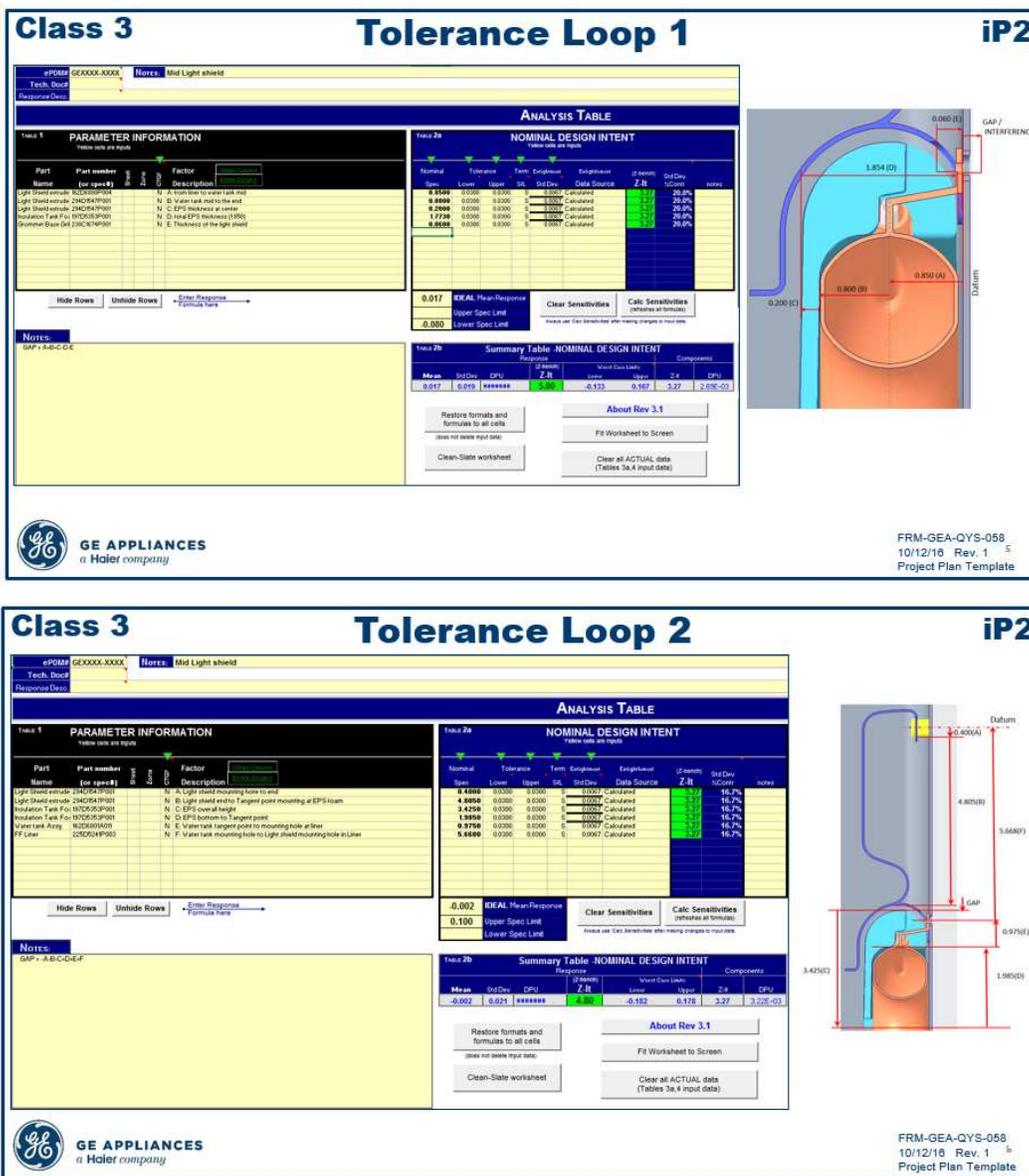


Figura 5.14. Estudios dimensionales (FPR) de Escudo de luz media.

Una vez presentada esta información y considerando los estudios dimensionales como satisfactorios el comité aprobó el capital de inversión que asciende a \$35,870.00 USD para el pago del nuevo herramental a Criser SA de CV, que es el proveedor de los nuevos escudos de luz media que reemplazaran las piezas anteriores.

5.7. Liberación de herramental nuevo.

Ya que se tiene la inversión aprobada se procedió a liberar el herramental para que el proveedor comenzara a producir los escudos de luz que se requirieron en las corridas de prueba, así como todos aquellos que se requieran una vez implementado el cambio. Para esto se envió la orden de compra a Criser para comprar el herramental nuevo, cabe mencionar que Criser es el proveedor sin embargo GE es el dueño de este herramental.

 GE APPLIANCES		Standard Purchase Order		Order Number : 6340978 Revision : 0 Order Date : 13-MAR-2020 Revision Date :																		
Buyer : Haier US Operation, LLC Bill To : For indirect purchases e-Invoicing, please go to http://supplier.geappliances.com . If you have questions regarding process or access, contact the Sourcing Services Group at 1-800-782-8099 or sourcinghelp@geappliances.com . Ship To : Acceso B 406 Parque Industrial Jurica QUERETARO, 76100 Mexico	Supplier : CRISER, S.A. DE C.V. Order From : ARTURO B DE LA GARZA 1702 COL VALLES DE LA SILLA GUADALUPE, NL, 67108 Mexico	Instructions : Contact the Requester with any questions concerning this PO. Mark each package with the Requester's name, ship-to address and PO#.																				
Requester : Koppineni, Rambabu EMAIL : rambabu.koppineni@geappliances.com	Supplier Number : CS140 Payment Terms : Per Supplier's Terms with Buyer	Ship Via : Please email us at RoutingCenter@geappliances.com or call 1-800-861-7202 for Carrier Instructions.																				
<table border="1"> <tr> <th>Freight Terms</th> <th>Transportation responsibility</th> <th>Title Passage</th> </tr> <tr> <td>COLLECT</td> <td>SHIPPING POINT</td> <td>BUYER'S DOCK</td> </tr> </table>		Freight Terms	Transportation responsibility	Title Passage	COLLECT	SHIPPING POINT	BUYER'S DOCK	Sourcing Agent: Kueshner, Branden EMAIL: brad.kueshner@geappliances.com														
Freight Terms	Transportation responsibility	Title Passage																				
COLLECT	SHIPPING POINT	BUYER'S DOCK																				
Note: All prices on this order are expressed in USD unless otherwise specified. Additional Note:																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Line</th> <th>Part Number/Description</th> <th>Rev</th> <th>Delivery Date/Time</th> <th>Supp Item</th> <th>Quantity</th> <th>UOM</th> <th>Unit Price (USD)</th> <th>Amount (USD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Trimming tool for SXS new mid light shield project which benefits \$200K</td> <td></td> <td>1-ABR-2020 12:00</td> <td></td> <td>20170</td> <td>Lot</td> <td>1</td> <td>20,170.00</td> </tr> </tbody> </table>					Line	Part Number/Description	Rev	Delivery Date/Time	Supp Item	Quantity	UOM	Unit Price (USD)	Amount (USD)	1	Trimming tool for SXS new mid light shield project which benefits \$200K		1-ABR-2020 12:00		20170	Lot	1	20,170.00
Line	Part Number/Description	Rev	Delivery Date/Time	Supp Item	Quantity	UOM	Unit Price (USD)	Amount (USD)														
1	Trimming tool for SXS new mid light shield project which benefits \$200K		1-ABR-2020 12:00		20170	Lot	1	20,170.00														
ATTENTION: THIS PO IS FOR GEA OWNED TOOLING. In order for you to receive final payment, the tool(s) must be appropriately marked with the following two items per GEA Terms & Conditions Item # 22b: Asset # 115025 and Drawing # 294d1547p001																						

Figura 5.15. Orden de compra del nuevo herramental.

A continuación, se muestran algunas imágenes que se tomaron del proceso del proveedor para poder analizar el proceso de extrusión y troquelado con que trabajan, así como para comprobar el correcto funcionamiento de los herramientales que fueron pagados por General Electric. Habiendo hecho esto el herramientales nuevo quedó liberado para producción.



Figura 5.16. Imágenes del proceso de extrusión y troquelado de Criser para producir el nuevo escudo de luz media.

5.8. Revisión de Manufactura.

La revisión de manufactura es una reunión que se realiza con los líderes de manufactura de la línea en donde se aplicará el cambio para revisar los detalles y problemas que podrían resultar una vez implementado el cambio. Como es el caso de nuestro proyecto donde se cambió el diseño de una pieza parte del refrigerador *side by side* se generaron muchos detalles los cuales se tuvieron que atender para prevenir problemas futuros en las líneas de producción.

El checklist de los detalles a atender que se generaron fue el siguiente:

- Presentar Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF) para el nuevo midlight shield.
- Presentar el formato Rodger (RRHEH01) de Ergonomía en estatus verde para las estaciones afectadas por el cambio.
- Entregar los formatos P&A firmados después de las corridas piloto y pre-piloto.
- Entregar el plan de capacitación al personal y capacitación en Dojo.
- Enterar a Finanzas si hay afección para activos fijos (alta, baja, extensión).
- Presentar los instructivos de operación actualizados, así como ayudas visuales.

En total fueron 6 los puntos a revisar detallados por el área de manufactura, dichos puntos se presentan en la revisión IP4 que es la revisión posterior a la corrida pre-piloto; en dado caso que no se tengan, se pueden presentar en la CP3 que es la última revisión del proyecto, pero es de suma importancia tener estos puntos cerrados para poder implementar el proyecto.

5.9. Corrida pre-piloto (PPR).

La corrida pre-piloto es hacer una prueba de la implementación del cambio ya en planta, se hace con pocas piezas y es importante mencionar que las unidades a las cuales se aplica el cambio no son para venta sino para análisis de la efectividad del cambio. La corrida pre piloto de nuestro cambio se realizó únicamente con 4 nuevas piezas del escudo de luz media, para lograr esto se capacitó previamente al operador en cómo debía ensamblar la nueva pieza en el refrigerador de manera adecuada.

A continuación, se muestran evidencias del antes y después de la colocación del nuevo escudo de luz media y tanque de agua.



Figura 5.17. Evidencia de colocación de escudo de luz media.

Un documento muy importante durante la corrida es la lista P&A (Problem & Action) ya que es la evidencia de que todo salió bien durante la corrida o bien es donde se hacen los señalamientos de aquello que salió mal. En nuestro caso hubo detalles que se tuvieron que solucionar para la corrida piloto y para obtener las firmas necesarias para que el área de calidad nos dejara implementar nuestro cambio, en la siguiente tabla se muestra la lista P&A.

Capítulo 5. Metodología.

mabe Folio: F1472
Problem and Action List - (RCCA03)
 Project title: Simplification of Water tank cover and Mid light shield
 Project leader: Herrera, Alejandra / Rodriguez, José
 Assembly line affected: 1
 Fiscal Week: 16
 BCR / Project Number: BCR003624
 Run: PPR
 Q. Unit / Test /sample 4 Pzas

Project description: Rediseño de la cubierta de luz media y de la cubierta del tanque de agua para hacer un solo número de parte.

Revision Date:
15-Apr-20

Affected Models: GSS23GSKKCSS - GSS25GGHKCWW

Item	Problem description	Picture	UDN	Process / Part Number	Root Cause	Next Actions	Owner	Target Date	Status	Customer Requirements /	Date Close	Evidence
1	No se tiene estructurado el # de parte.		Assembl y line	234D1547P001			Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			
2	No se refleja el # de parte en hoja visera.		Assembl y line	234D1547P001			Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			
3	Actualizar l operación de estación de ensamblaje de diverter - cubierta de luz media.		Assembl y line		Realizar actualización de l operación de estaciones de ensamblaje de cubierta medio-diverter.		Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			
4	Actualizar estructuras, eliminar el # de parte de diverter y tornillos para el diverter.		Assembl y line		Al realizar el cambio a esta pieza se dejaría de colocar el diverter, por lo que la estructura se debe dar de bajo los # de parte de los tornillos y diverter.		Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			
5	Validar si se requiere colocar tapones al liner.		Assembl y line		Al no colocar el diverter los orificios de liner no se coloca ningún tapón, se cubren con la cubierta hay que definir si se requiere colocar tapones al liner.		Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			
6	Definir estación para realizar el ensamblaje de la nueva cubierta.		Assembl y line		Con el cambio se afecta dos estaciones, por lo que hay que definir la estación donde se va a colocar la cubierta.		Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			
7	No se tiene PLA para el partimiento de esta pieza.		Assembl y line		No se tiene PLA para el partimiento de esta pieza.		Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			
8	Definir método de ensamblaje de cubierta.		Assembl y line		No se tiene definido método para el ensamblaje de la pieza.		Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			
9	Gap en cubierta luz y cajón.		Assembl y line		En el ensamblaje de la cubierta se detecta que queda un gap y el usuelal queda visible.		Herrera, Alejandra (MEX, GUA, PD)		Open			

Tabla 5.6. Lista P&A para PPR del cambio del escudo de luz media.

5.10. Revisión IP4 / Resultados de pruebas.

Después de nuestra corrida pre piloto se tuvo la revisión IP4 que es donde se presentaron las evidencias de las pruebas propuestas en el plan de evaluación para los nuevos escudos de luz implementados. Cómo se presentó en la diapositiva del apartado 5.3. las pruebas que se realizaron a la nueva pieza plástica fueron Shipping Test, Heat Distortion, Odor and Taste, Showroom test y FPR. Se presentó ante el comité CIB la siguiente diapositiva (Figura 3.18.) en la cual se especifica que las pruebas fueron realizadas y fueron aprobadas, también en los anexos del presente documento se incluyen los reportes completos de las pruebas realizadas.

Class 3
DESIGN ENGINEERING PLAN:
iP4

Engineering Approach – Simplification of Water tank cover and Mid light shield.

Engineering Plan - FPR required

	<u>Yes/No</u>	<u>Comments</u>
<u>ETP 921 ship test required?</u>	Yes-Pass	
<u>E review required?</u>	No	
<u>Software reviewed for agency impact?</u>	No	
<u>Impact to code board/agency?</u>	No	
<u>Safety review required?</u>	No	

Key Engineering Evaluation Needed:

1. Heat distortion-Done and Pass
2. Odor and Taste-Done and Pass
3. Showroom test-Done and Pass

4. eFPIR- Disp B



GE APPLIANCES
a Haier company

FRM-GEA-QYS-068
10/12/16 Rev. 1 7
Project Plan Template

Figura 5.18. Diapositiva de las pruebas presentada ante CIB en IP4.

Cómo se puede observar en la diapositiva se presenta el nombre de la prueba, así como *done and pass* (Realizado y aprobado). *Ship test* se refiere a pruebas de embarque para comprobar que no haya afección en la pieza por vibraciones o golpes producto del transporte de las unidades; *Heat distortion* son pruebas de calor para comprobar que la nueva pieza no sufra deformaciones a altas o bajas temperaturas; *Odor and Taste* son pruebas químicas para verificar que el nuevo escudo de luz no presente olor, sabor o algún tipo de toxicidad; *Showroom test* se refiere a pruebas de temperatura para comprobar que el plástico no sufra decoloraciones al elevar o disminuir la temperatura; por último *eFPIR* (First Piece Report) es el estudio dimensional con el que se solicitó el capital de inversión en la revisión IP2.

En la revisión IP4 también se presentaron los puntos cerrados que solicitó el departamento de manufactura para avanzar en la implementación del cambio. Los puntos a tratar fueron 6 y la evidencia se presenta a continuación.

- Presentar Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF) para el nuevo midlight shield.

En base a las posibles fallas que la nueva cubierta de luz pudiese tener se elaboró el AMEF en el que se describen las posibles fallas, las causas de las mismas y las acciones tomadas para prevenirlas. Debido a que todas las pruebas realizadas fueron satisfactorias también fue aprobado el AMEF.

mabe

Análisis del Modo y Efecto de Falla (Proceso)

PRODUCTO: Refrigerador FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 20/Abr/2020
 SUBSISTEMA: FAST RESPONSABLE: Alejandra Herrera
 COMPONENTE: Midlight Shield

MODO DE FALLA POTENCIAL	EFEECTO POTENCIAL EN EL CLIENTE Y PRODUCTO	S E V	CAUSA POTENCIAL DEL MODO DE FALLA	O C U	PLAN DE PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE LA CAUSA	D E T	N P R	ACCION PARA PREVENIR, DETECTAR Y ELIMINAR LA CAUSA RAIZ.
Deformación de pieza por altas temperaturas	Mal funcionamiento	3	Variación en composición de resina	2	Pruebas de heat distortion y showroom	1	6	Prueba de Heat Distortion y showroom satisfactoria.
Decoloración de cubierta	Apariencia	2	Problemas con resina	2	Odor & Taste	1	4	Prueba de Odor & Taste satisfactoria
Mal ensamble de cubierta	Mal ensamble	3	Diseño poco funcional	2	Pruebas de shipping	1	6	Shipping test satisfactorio
Congelamiento de tanque de agua	Mal funcionamiento del producto	4	No cubre completamente el tanque de agua	4	Pruebas de HUT	3	48	HUT test satisfactorio
Fractura de pieza	Mal funcionamiento	3	Variación en composición de resina	2	Pruebas de heat distortion y showroom	1	6	Prueba de Heat Distortion y showroom satisfactoria.

Tabla 5.7. AMEF para el midlight shield.

- Presentar el formato Rodger (RRHEH01) de Ergonomía en estatus verde para las estaciones afectadas por el cambio.

En conjunto con el departamento de salud ocupacional, se analizó durante la corrida pre piloto el esfuerzo del operador al ensamblar la nueva pieza en la unidad, en base a esto se realizó el formato Rodger de ergonomía el cual explica que la operación no tiene impacto mayor para la salud del trabajador en su estación correspondiente.

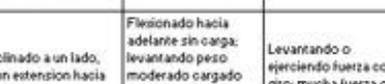
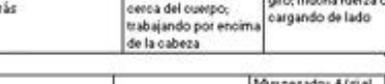
DATOS DEL TRABAJADOR									
NOMBRE _____					ANTIGUEDAD EN LA EMPRESA _____				
SEXO <input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M					ANTIGUEDAD EN EL PUESTO _____				
EDAD _____					DURACION DE LA JORNADA LABORAL _____				
Descripción de la Operación:									
Nivel de esfuerzo								RPN	0
Si el esfuerzo no puede ser realizado por la mayoría de la gente anotar como MUY ALTO									
Region del cuerpo	Ligero	Moderado	Pesado	Esfuerzo	Duracion	Veces Por minuto	Severidad	Ocurrencia	RPN
cuello				1	2	1			
	Cuello parcialmente flexionado hacia adelante, atrás o de lado	Cuello girando hacia un lado, completamente hacia atrás, o flexionado hacia delante mas de 20°	Lo mismo que moderado pero con fuerza o peso; o la cabeza asomandose hacia delante	2					
espalda	Alta			2	2	1			
	Media			2	1	2			
	Baja			2	1	2			
	Inclinado a un lado, con extension hacia atrás	Flexionado hacia adelante sin carga; levantando peso moderado cargado cerca del cuerpo; trabajando por encima de la cabeza	Levantando o ejerciendo fuerza con giro; mucha fuerza o cargando de lado	2					
Nivel de esfuerzo	Ligero = 1	Moderado = 2	Pesado = 3	Muy pesado = 4 (si el esfuerzo no puede ser realizado por la mayoría de la gente)					
Duracion continua del esfuerzo	< 6 seg = 1	6 - 20 s = 2	20 - 30 s = 3	> 30 s = 4					
Frecuencia del esfuerzo	< 1/m = 1	1 - 5/m = 2	> 5 - 15/m = 3	> 15/m = 4					
Monica Vallejo Campos									
NOMBRE Y FIRMA DEL EVALUADOR									

Figura 5.19. Formato Rodger (RRHEH01) para la estación de midlight shield.

- Entregar los formatos P&A firmados después de las corridas piloto y pre-piloto.

Debido a que aún no se corría la corrida piloto los formatos de P&A se entregaron hasta la última revisión CP3.

- **Entregar el plan de capacitación al personal y capacitación en Dojo.**

Para que los operadores pudieran colocar de forma adecuada el escudo de luz se les capacitó anteriormente en el ensamble correcto de la cubierta de luz. Se capacitó a 4 operadores (2 por turno) que son los encargados de colocar las dos piezas a las cuales la nueva cubierta de luz sustituyó. Cabe mencionar que los operadores resultaron satisfechos por el cambio ya que a decir de ellos “*trabajarán menos*” debido a la reducción de piezas, lo cual afecta directamente en el tiempo ciclo de la operación.

mabe		LISTA DE ASISTENCIA				NO. CURSO	
Ensamble Cubierta Luz		HORARIO:		DURACIÓN: 1 hr		COORDINADOR:	
		DE:	A:	INICIO	FINAL	Asistencia (hr)	
NOMBRE	FIRMA	Nº. NOMINA	PROCESO/ TURNO	AREA	L	M	T
Sergio Gálvez	Sergio Gálvez	20003678	1	LV	•		
Javier H.L.	Javier H.L.	20014249	1	UR	•		
Leticia Guzmán R.	Leticia Guzmán R.	20006865	2	UR	•		
Claudia Mtz	Claudia Mtz	10001960	2	LV	•		

Tabla 5.8. Lista de asistencia a la capacitación *Ensamble Cubierta Luz*.

- **Enterar a Finanzas si hay afección para activos fijos (alta, baja, extensión).**

Para poder cerrar este punto se envió al depto. de finanzas la orden de compra presentada en el apartado 5.7. *Liberación de herramental* para dar de alta como activo fijo el nuevo herramental con el que se fabrica la nueva cubierta de luz. Cabe mencionar nuevamente que el herramental lo tiene Criser pero el dueño es General Electric Appliances.

- Presentar los instructivos de operación actualizados, así como ayudas visuales.

Debido a que la pieza ahora es diferente, así como su forma de ensamble, los instructivos de operación, que acompañan la unidad a lo largo de todo su proceso de producción, también cambiaron, así como las ayudas visuales que reforzarán la capacitación de los operadores en el ensamble de la nueva cubierta de luz. Los instructivos actualizados se presentan a continuación.

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN

OPERACIÓN: COLOCACION DE DUCTO DE AIRE Y CUBIERTA DE LUZ MEDIA FF	No. ESTACION: 885L11F REVISION: 02	CONDICION: CM
---	---	--------------------------------

LAS SIGUIENTES OPERACIONES SON PARA LA CUBIERTA DE LUZ MEDIA FF



3.- IDENTIFICAR EN HOJA DOMINO 2 CASILLA 88 LA CUBIERTA CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD



4.- TOMAR DE CONTENEDORES LA CUBIERTA VERIFICADA EN HOJA DOMINO



5.- COLOCAR CUBIERTA DE LUZ EN FF HACIENDO COINCIDIR LOS PINES DEL LINNER FF CON PESTANAS DE LA CUBIERTA.



6.- UNA VEZ COLOCADA LA CUBIERTA VERIFICA QUE ESTE BIEN ENSAMBLADA EN LOS GROMMETS EMPUJANDO LA CUBIERTA HACIA ABAJO.

AUTOINSPECCION DE CALIDAD

VERIFICA QUE:

- LA CUBIERTA NO QUEDA FLOJA INTENTANDO LEVANTAR LIGERAMENTE HACIA ARRIBA

EQUIPAMIENTO:

- GUANTES

NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS

2 DE 6

ING. DE MEJORA:	TEAM LEADER:
------------------------	---------------------

Figura 5.20. Instructivo de operación actualizado para *Cubierta de luz media*.

5.12. Revisión CP3 / Cierre del Proyecto.

Por último, se tuvo la revisión CP3 que es prácticamente para cerrar el proyecto, presentando los últimos puntos del proyecto cerrados y recibiendo por parte del comité (en este caso CIB) la aprobación para implementar el proyecto.

En el caso de mi proyecto se presentó la lista P&A firmada, lo cual representa una corrida piloto satisfactoria y aprobada por las áreas involucradas. Dicha lista se encuentra en el apartado anterior.

Se presentó también el estudio dimensional (FPR) en disposición A, lo cual indica que todas las piezas nuevas cumplen con los parámetros de diseño establecidos.

FPIR-A DISP
CP3

FIRST PIECE STATUS

Dimension A - Acceptable ▼

Appearance A - Acceptable ▼

Lab:

Capability ▼

Transf	EB	DRAWG	PART/REV	Description	Supplier	Site	Project	Tool	BCN/SCC	Initiated [0]	Acknowledge By Supplier [44]	Waiting For Assignment [1]	Incomplete Supplier Data [0]	Waiting For Disposition [11]
<input type="checkbox"/>	Q1-00050341	29401547	POD1/4	MIDLIGHT SHIELD	CRISER	Refrig Celaya			MT0908	✓	✓	✓	✓	✓



FRM-GEA-QYS-058
10/12/16 Rev. 1
Project Plan Template

Figura 5.21. FPR en disposición A.

Se completó la revisión de materiales en la cual se realizó el análisis de consumo de materiales (balance in / out), para evitar que quedaran partes obsoletas de la pieza que se reemplazó.

mabe		Check list de materiales CIIC CIB NPI	
Resumen del proyecto			
Lider:	Alejandra Herrera	Estatus de la revisión	
Área Solicitante:	PCTO	Fase 2: Listo para Producción	
# BCR / # CR:	BCR003624	Simplification of Water tank cover and Mid light shield	
Plataformas afectadas:	SXS		
Familias afectadas:	Todas		
Fecha estimada de implementación:	FW22		
Revisiones necesarias y responsables			
Coprativo de materiales	<input checked="" type="checkbox"/>	Negociadores	Q01 <input type="checkbox"/> José Jiménez
Almacén Materia Prima	<input checked="" type="checkbox"/>	Miriam Salinas	Q02 <input type="checkbox"/> Hugo Vázquez
Almacén de Aceros	<input type="checkbox"/>	Julián Chacón	Q03 <input checked="" type="checkbox"/> José Calderón
Flujo de Materiales	<input checked="" type="checkbox"/>	Nohemí Aguirre	Q04 <input type="checkbox"/> Karina Maldonado
Refacciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Juan Villagómez	Q05 <input type="checkbox"/> Juan Romero
Tabla COGI	<input checked="" type="checkbox"/>	Dolores Landeros	Q06 <input type="checkbox"/> Jessica Florea
PT	<input type="checkbox"/>	Marco Negrete / Bryan Sierra	Q07 <input checked="" type="checkbox"/> Martín Gutiérrez
CDP	<input type="checkbox"/>	José Molina	Q08 <input type="checkbox"/> Miguel Vázquez
Ingenieros de Mejor A	<input type="checkbox"/>	Miriam Salinas	Obsoletos <input checked="" type="checkbox"/> Ana Sierra
Ingeniero de Mejora B	<input checked="" type="checkbox"/>	Mario García Serrato	MOM <input checked="" type="checkbox"/> Manuel Ayala

Tabla 5.10. Revisión de Materiales en Fase 2.

Con la presentación de los puntos anteriores cerrados, así como los presentados en apartados anteriores, el *Change Implementation Board* (CIB) aprobó el proyecto y la implementación del nuevo escudo de luz media el día jueves 21 de Mayo del 2020. Con esto el nuevo número de parte para el escudo de luz media 294D1547P001 se pone en estatus Z5 quedando activo en SAP, y en consecuencia los números de parte 200D7452P003 y 200D2231P005 se ponen en estatus Z9 siendo dados de baja del sistema, capitalizando así el ahorro por 140k USD anuales. De esta manera es cómo se da por concluido el proyecto *Escudo de luz media de dos piezas a una* de manera satisfactoria.

Capítulo 6

Resultados

En este apartado se presentan los principales resultados del proyecto “*Escudo de luz media de dos piezas a una*”.

El principal resultado obtenido fue la reducción del número de partes utilizadas para fabricar un refrigerador *Side by Side* de la marca GE, producido en la planta de Mabe Refrigeradores Celaya. Dicho resultado se relaciona directamente con el también principal objetivo de este proyecto. La reducción del número de partes en Mabe Refrigeradores Celaya se busca siempre para contribuir en la estandarización que se considera la base de la mejora continua, esta estandarización de partes trae consigo reducción de inventarios, flexibilidad en la planeación y producción, así como mejor calidad de las unidades producidas.

Otro resultado de suma importancia para el proyecto y para el departamento en el que trabajé, es la reducción del costo de materiales de utilizar dos piezas plásticas en un refrigerador a utilizar solamente una. La reducción del costo se da principalmente por el tipo de proceso en que se fabrican dichas piezas, las primeras dos piezas se fabricaban mediante el proceso de moldeo por inyección de plásticos teniendo un molde distinto para cada una de estas piezas; al fusionar y rediseñar estas dos piezas se logró que ahora se pueda fabricar la pieza por medio del proceso de extrusión de plásticos lo que es mucho más económico que el proceso utilizado anteriormente. El ahorro económico que se da por unidad producida es de \$ 0.48 USD, parece una cantidad insignificante, pero considerando el volumen tan alto de producción de Mabe, se pronostica un ahorro para el primer año de \$140,320 USD anuales.

Se menciona la importancia de este resultado económico del proyecto para el departamento en el que trabajo debido a que este equipo lleva por nombre PCTO siglas de Product Cost Take Out que se puede traducir como reducción del costo del producto, siendo este tipo de proyectos la razón de ser del departamento.

Otro resultado importante es la reducción de los espacios en los racks del almacén destinados al proveedor Criser, que es el encargado de surtir la nueva pieza, también en la línea de producción se redujo el espacio utilizado e incluso los

operadores realizan el ensamble de la nueva pieza en menos tiempo de lo que lo hacían con las piezas anteriores.

Por último, la calidad del producto se aseguró gracias a que el plan de evaluación para el nuevo escudo de luz media se completó al 100% y todas las pruebas aplicadas fueron aprobadas como satisfactorias.

Capítulo 7

Análisis de Resultados

Para analizar el principal resultado de este proyecto comenzaremos por describir las piezas que fueron reemplazadas. La primera pieza con número de parte 200D7452P003 llevaba por nombre *escudo de luz* y tenía como función atenuar la luz de los focos, la segunda pieza con número de parte 200D2231P005 llevaba por nombre *cubierta del tanque de agua* y tenía como función cubrir el tanque de agua para evitar daños por golpes y congelamiento del agua, ambas piezas colocadas en la parte media del compartimiento conocido como *FreshFood* de un refrigerador Side by Side de GE.



Figura 7.1. En la parte superior el escudo de luz y en la parte inferior la cubierta del tanque de agua.

Ambas piezas estaban hechas de un plástico conocido como poliestireno de alto impacto conocido por sus siglas en inglés como HIPS. Dado su diseño con diversas cavidades se debían fabricar por el método de moldeo por inyección. Con la idea de unificar estas piezas surgió la pieza con número de parte 294D1547P001 que lleva por nombre *escudo de luz media* y cumple con las dos funciones de las piezas sustituidas. La nueva parte también está hecha de poliestireno de alto impacto, pero gracias a su diseño simétrico ahora se puede fabricar por medio del método de extrusión.



Figura 7.2. Escudo de luz media.

Con esta fusión se logró estandarizar el número de partes, el ADD-DELETE presentado en el apartado 5.1 de la metodología es la representación de lo que se hace en sistema SAP en el cual se dan de baja los números de parte a eliminar y se pone en estatus activo el nuevo escudo de luz media.

Como también ya se mencionó otro resultado importante es el impacto económico que este proyecto tendrá a largo plazo, ya que a partir de la implementación autorizada por el CIB que fue el pasado jueves 21 de Mayo del 2020 se estima un ahorro aproximado anual de 140k USD aproximadamente, sin embargo este resultado aún no se puede medir hasta que se cumpla un año de la implementación. Lo que se presenta es una tabla que muestra los ahorros que el proyecto va generando hasta el día 10 de junio del 2020. La tabla se muestra a continuación.

Día	22-may	23-may	25-may	26-may	27-may	28-may	29-may	30-may	01-jun	02-jun	03-jun	04-jun	05-jun	06-jun	08-jun	09-jun	10-jun
Unidades producidas con el nuevo escudo de luz media	743	817	852	807	776	767	815	784	801	832	820	724	769	792	780	795	733
Ahorro por unidad (comparado vs piezas anteriores)	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.48
Ahorro por día	\$356.64	\$392.16	\$408.96	\$387.36	\$372.48	\$368.16	\$391.20	\$376.32	\$384.48	\$399.36	\$393.60	\$347.52	\$369.12	\$380.16	\$374.40	\$381.60	\$351.84
Ahorro total	\$6,435.36																

Tabla 7.1. Ahorros generados por el proyecto hasta el día 10 de Junio.

Como se puede observar el ahorro en 17 días es de aproximadamente \$ 6,400 USD lo que es una cantidad considerable y que es proporcional al ahorro que se pretende lograr en un año. Es importante mencionar que este ahorro se dará por más allá de

Capítulo 7. Análisis de Resultados.

un año ya que cada vez que se fabrique un refrigerador side by side de la marca GE en Mabe Refrigeradores Celaya el ahorro generado por este proyecto estará presente.



Tabla 7.2. Ahorros por día del proyecto hasta el día 10 de Junio.



Tabla 7.3. Ahorro total del proyecto hasta el día 10 de Junio.

Capítulo 7. Análisis de Resultados.

Por último, al nuevo escudo de luz media se le aplicaron diversas pruebas en los laboratorios de Mabe para confirmar que cumplía con las condiciones necesarias para ser utilizado en la línea de producción y así asegurar la calidad del producto. Dichas pruebas se presentaron ante el comité de aprobación por medio del plan de evaluación en la revisión CP1 del proyecto y sus resultados fueron resumidos en un AMEF (Análisis del modo y efecto de falla) presentado en la revisión IP4 del proyecto. En general estas pruebas fueron 4; odor and taste, heat distortion, showroom test y shipping test. A continuación, se presentan imágenes de los documentos de los resultados en los cuales se observa que las pruebas fueron satisfactorias.

Odor and taste	E8C76A Sect.I Less than grade 2	Grado cero: No presenta olor ni sabor	Pasa
Heat distortion	QCI: 211112 Pt.3 Part within drawing tolerances	Grado cero: No presenta deformaciones	Pasa

Tabla 7.2. Resultados satisfactorios de las pruebas Odor & taste y Heat Distortion.

No hay decoloracion en la cubierta del LED ni en sus alrededores y las temperaturas no son excesivas a tal grado de deformar algun material. CUMPLE
--

Tabla 7.3. Resultado satisfactorio del Showroom test.

Resultado de la prueba:

Aprobado: **No aprobado:**

Realizó: José Márquez

Tabla 7.4. Resultado satisfactorio del shipping test.

Todas estas pruebas fueron realizadas por laboratorios internos de Mabe, laboratorio químico, laboratorio de ingeniería del producto y laboratorio de confiabilidad, cabe mencionar que la documentación completa de estas pruebas se encuentra en los anexos de este proyecto. También se incluyeron estudios dimensionales llamados FPR (First Piece Report) realizados por el laboratorio de metrología de Mabe Refrigeradores Celaya.

Capítulo 8

Conclusiones y trabajo a futuro

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede decir que el proyecto fue exitoso ya que se pudieron cumplir los objetivos planteados, en especial el objetivo general que fue estandarizar el número de partes utilizadas en la producción de un refrigerador de la línea Side by Side en Mabe refrigeradores Celaya. También los objetivos específicos se cumplieron en su totalidad ya que se redujeron los costos de materiales, los espacios en almacenes y el tiempo de operación en la línea de producción.

La realización de este proyecto me permitió involucrarme con las distintas áreas y departamentos de Mabe Refrigeradores Celaya, me dio nuevos conocimientos, habilidades y destrezas en el ámbito de la Ingeniería Industrial, así como me permitió aplicar y desarrollar lo aprendido durante mi formación académica. Otro aspecto de mi proyecto, el cual considero muy importante, fue que pude desarrollar de manera profesional el idioma inglés, me di cuenta de la importancia que tiene dicho idioma dentro de la industria actual y me motivó a seguir perfeccionando el dominio del mismo.

El departamento de Productividad, también conocido internamente como PCTO, con el cual trabajé mi proyecto durante mis estancias profesionales en Mabe también cumplió sus objetivos con el desarrollo de mi proyecto ya que su razón de ser es el ahorro de costos en la producción de refrigeradores, y a partir de la implementación del cambio propuesto por el proyecto, Mabe obtendrá ahorros por cada refrigerador producido.

También en esta parte del informe me parece importante mencionar mi agradecimiento con el departamento de PCTO y en general con la compañía Mabe por la confianza y su interés de que siga colaborando con ellos como parte del equipo en sus proyectos futuros.

Referencias bibliográficas

Baca Urbina, G. (2010). Evaluación de Proyectos, 6ta Edición. México D.F.: Mc Graw Hill.

Bain, D. (1985). PRODUCTIVIDAD. *La solución a los problemas de la empresa*. México D.F.: Mc Graw Hill.

Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna, 3era Edición. México D.F.: Mac Graw Hill.

Hernández Matías, J. C. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI.

Kalpakjian, S. Schmid, S. R. (2008). Manufactura, Ingeniería y Tecnología, 5ta Edición. México D. F.: Pearson Educación.

Melo, J. L. (2009). Ergonomía Práctica. Buenos Aires: Fundación MAPFRE.

Prokopenko, J. (1989). La gestión de la Productividad, 1era Edición. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.

Zandin, K. B. (2012). *Manual del ingeniero industrial*. México D.F. : Mc Graw Hill.

Páginas de internet

<http://www.mabe.cc/>

https://www.researchgate.net/publication/272887722_Sistemas_de_refrigeracion_domestica_-Estado_del_arte_de_las_mejoras_en_la_eficiencia_energetica

<https://www.intensity.mx/es/blog/principales-elementos-de-un-sistema-de-refrigeracion>

<https://www.mundohvacr.com.mx/2007/02/los-refrigerantes-y-sus-propiedades/>

Anexos

Anexo A. Pruebas de *Odor and Taste* y *Heat Distortion* realizadas al midight shield.



FOLIO 626

SOLICITUD DE PRUEBAS DE LABORATORIO QUIMICO

FECHA: 11-mar-20 CANTIDAD: 2 piezas
 No.PARTE 294D1547P001 PROVEEDOR: Criter
 UDN: PCTO
 DESCRIPCION DE LA PARTE: Cubierta de luz
 FECHA DE ENTREGA: 13-mar-20

CARACTERISTICAS A EVALUAR	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS	DISPOSICION
Odor and taste	E8C76A Sect.I Less than grade 2	Grado cero: No presenta olor ni sabor	Pasa
Heat distortion	QCI: 211112 Pt.3 Part within drawing tolerances	Grado cero: No presenta deformaciones	Pasa
<p>OBSERVACIONES: Objetivo: Verificar que se encuentren dentro de especificacion</p> <p>NOTA: Aunque la pieza esta mal, despues de la prueba de heat distortion, esto no se toma en cuenta ya que la diferencia entre el antes y despues de esta no rebasa el nivel permitido de tolerancia.</p>			
		<input type="checkbox"/> PASA PRUEBA <input type="checkbox"/> NO PASA PRUEBA	<input type="checkbox"/> PASA PRUEBA

LAB.RECIBE Samuel Ayala

SOLICITO Jose Rodriguez

ELABORO Samuel Ayala

REvisa Samuel Ayala

RLQL001

Anexo B. Prueba de *showroom* realizada a unidades con el nuevo midlight shield.



Reporte de ensayo No. : 15588

LABORATORIO DE INGENIERIA DEL PRODUCTO

Fecha: 21/Abril/2020

BCR: 003624

Atención: José Antonio Rodríguez Madrigal

Dirección o área: PCTO

Nombre del proyecto: SIMPLIFICATION MIDLIGHT SHIELD

Objetivo del proyecto: Rediseño del Midligh Shield

Plan de evaluación y criterio de aceptación:

- ETP 0511C123 Showroom International test

Descripción de la (s) muestra (s):

- SxS 25 GSS25GGHKCWW

Conclusiones: No hay deformación ni decoloración de la pieza propuesta.

Comentarios: CUMPLE

Recomendaciones: Se puede utilizar el componente propuesto.



Reporte de ensayo No. : 15588

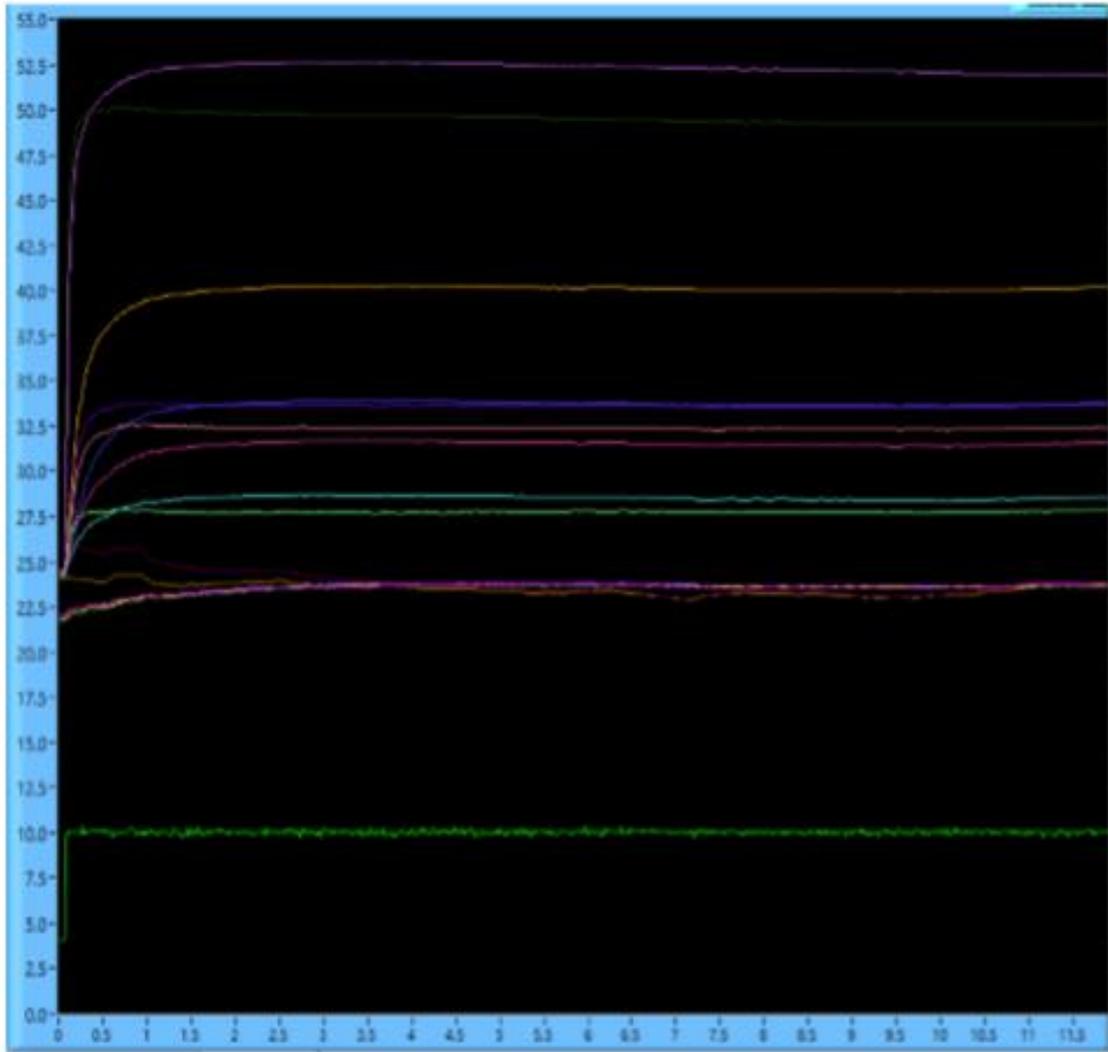
Equipo Utilizado para la evaluación:				
Nombre de la prueba	Nombre del equipo	Clave	Fecha de calibración	Proxima calibración
Varias	Cámara 1 ELECTRICA	CM001LIP	15/03/2020	15/03/2021
Varias	Cámara 1 TEMPERATURA	CM001LIP	15/03/2020	15/03/2021

Unidades o muestras a evaluar:				
Marca	Procedencia	Modelo	No. de serie No. de parte	No. de muestra
GE	Quantum	GSS25GGHKCWW	SL406450	S2521992
Fecha de recepción de muestras: 16/04/2020				
Periodo de evaluación: 17/04/2020 – 21/04/2020				
Nombre de la prueba	Referencia (Norma o ETP)		Inciso	Resultados
Showroom	ETP 0511C123		B	CUMPLE
<u>Armando Sánchez H.</u> Nombre y Cargo Elaboró		<u>Igor Torres</u> Nombre y Cargo Revisó		Fecha de Emisión: 21/04/2020

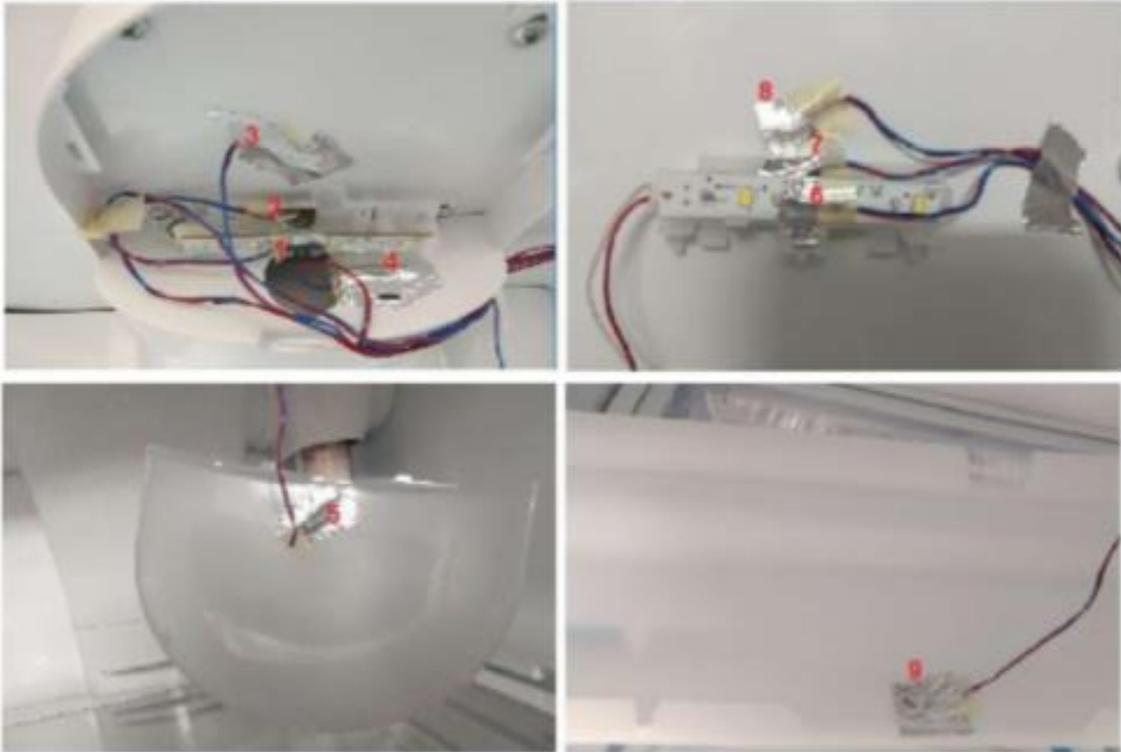


Detalles de la evaluación:

ETP 0511C123 Showroom International test. Gráfica de temperaturas



UBICACION DE TERMOPARES



LED Y CUBIERTA SUPERIOR FF

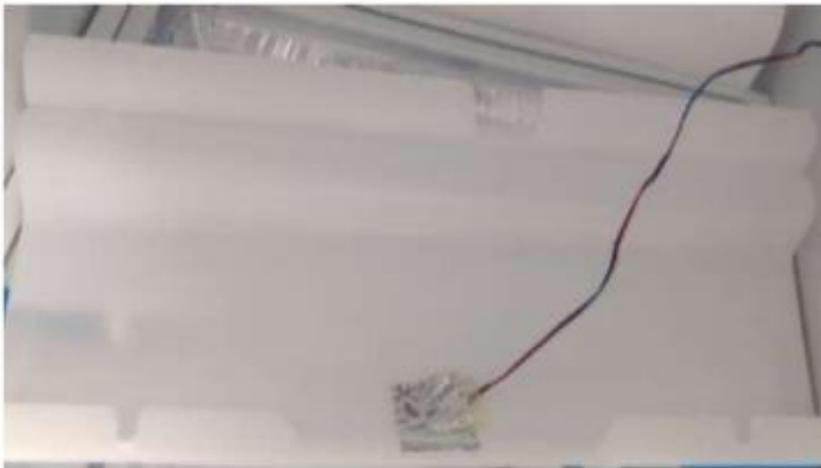
LED Y CUBIERTA INTERMEDIA FF

TERMOPAR	INICIO	MAX	INCREMENTO	UBICACION
1 LED BOARD FF SUP	24.52	52.64	28.12	LED SUPERIOR FF
2 SOPORTE LED FF SUP	24.57	40.25	15.69	
3 LINER SUP LED FF SUP	24.52	33.93	9.41	
4 LINER DUCTO LED FF SUP	24.39	31.73	7.34	
5 CUBIERTA LED FF SUP	24.24	28.71	4.47	
6 LED BOARD FF MID	24.20	50.15	25.95	LED INTERMEDIO FF
7 SOPORTE LED FF MID	24.22	33.79	9.57	
8 LINER POSTERIOR LED FF MID	24.21	32.60	8.39	
9 CUBIERTA LED FF MID	24.24	27.93	3.69	



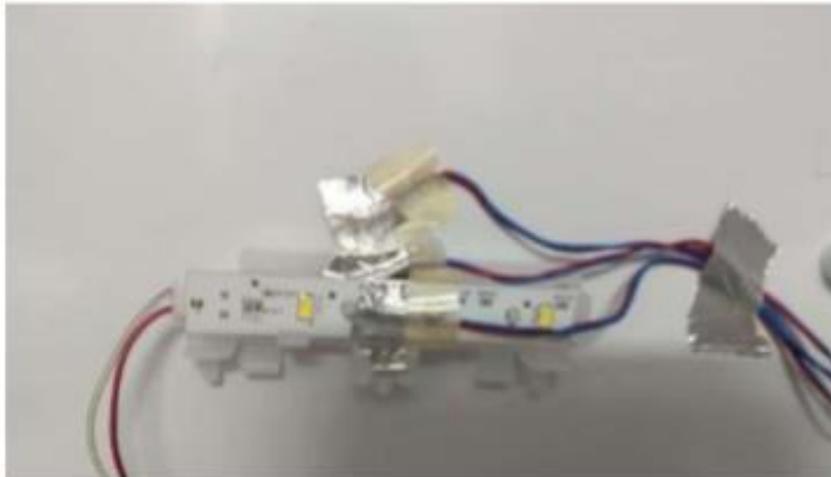
FOTOGRAFIAS AL FINAL DE LA EVALUACION

MID LIGTH





Reporte de ensayo No. : 15588



No hay decoloracion en la cubierta del LED ni en sus alrededores y las temperaturas no son excesivas a tal grado de deformar algun material.

CUMPLE

Pág. 6 de 6

Clave: RLILI17

Rev. Nº: 10

Leiser S. de R.L. de C.V.
Carr. Federal 51 km 110.

Poblado ojo seco.
c.p. 38158
Celaya Gto. México
Tel. (461) 6186800
Fax (461) 6183400

Este informe no puede ser reproducido excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Este informe ampara solamente la o las muestras evaluadas.
El laboratorio no es responsable del muestreo

Anexo C. Prueba de *shipping* realizada a unidades con el nuevo midlight shield.

		LABORATORIO DE CONFIABILIDAD REPORTE DE PRUEBAS ESPECIALES RLCPE02																																	
Fecha:	16-Abr-20																																		
Solicitante:	José Rodríguez	No.BCR / Folio	2019-8-0013																																
Nombre del proyecto:	Rediseño cubierta de luz led																																		
Cambio que realiza	Validación de ensamble																																		
Pruebas realizadas:	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>NDO 5/5 @ 90°F</td> <td></td> <td>Sistema entrega de agua</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Correlacion Settings.</td> <td></td> <td>Sistema de producción/entrega de hielo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Maximo Enfriamiento</td> <td></td> <td>Hipot</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Vacio</td> <td></td> <td>Low Pot</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Vibración</td> <td></td> <td>Ruido</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Impacto inclinado</td> <td></td> <td>Dump and Weigh</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Caída libre</td> <td></td> <td>Condensacion Internacional 90°F 85 Hum</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Top Lay Down</td> <td></td> <td>Condensacion Domestico 78°F 83 Hum</td> </tr> </table>				NDO 5/5 @ 90°F		Sistema entrega de agua		Correlacion Settings.		Sistema de producción/entrega de hielo		Maximo Enfriamiento		Hipot		Vacio		Low Pot		<input checked="" type="checkbox"/> Vibración		Ruido		<input checked="" type="checkbox"/> Impacto inclinado		Dump and Weigh		<input checked="" type="checkbox"/> Caída libre		Condensacion Internacional 90°F 85 Hum		<input checked="" type="checkbox"/> Top Lay Down		Condensacion Domestico 78°F 83 Hum
	NDO 5/5 @ 90°F		Sistema entrega de agua																																
	Correlacion Settings.		Sistema de producción/entrega de hielo																																
	Maximo Enfriamiento		Hipot																																
	Vacio		Low Pot																																
	<input checked="" type="checkbox"/> Vibración		Ruido																																
	<input checked="" type="checkbox"/> Impacto inclinado		Dump and Weigh																																
	<input checked="" type="checkbox"/> Caída libre		Condensacion Internacional 90°F 85 Hum																																
	<input checked="" type="checkbox"/> Top Lay Down		Condensacion Domestico 78°F 83 Hum																																
Unidades a probar son:	A) Prototipo <input checked="" type="checkbox"/> B) De línea: <input type="checkbox"/>																																		
Modelos y Series:	GSS25GSHSS.																																		
Descripción de los resultados de auditoria y/o Evaluacion:	Al término de la prueba se auditan las unidades dando un resultado satisfactorio ya que las unidades no presentan ningún problema en el Cambio de la cubierta de luz led, siendo este el resultado la prueba se da por aceptada.																																		
Resultado de la prueba:	Aprobado: <input checked="" type="checkbox"/> No aprobado: <input type="checkbox"/>																																		
	Realizó: José Márquez																																		

Fotografías

