

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CAJAS RETORNABLES PARA EL EMPAQUE DE COMPONENTES DE ASCENSORES PARA LA EMPRESA MITSUBISHI ELECTRIC DE COLOMBIA

Yuber Herrera Jaramillo

Ingeniería Mecatrónica

Asesor

Wimar Moreno

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Febrero 09 de 2017

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño y fabricación de cajas retornables para el empaque de algunos de los componentes de los ascensores, que son fabricados en la planta de producción Gilberto Echeverri Mejía (Mitsubishi Electric de Colombia) para el mercado local. De esta forma se pretenden reducir los costos asociados al uso de huacales y cajas fabricadas con madera sanitizada, busca incrementar la eficiencia de carga y a su vez reducir el impacto ambiental de esta actividad.

El proyecto se llevará a cabo por fases las cuales estarán enfocadas en el cumplimiento del ciclo PHVA (Planear, hacer, verificar y actuar), de manera general se describen las fases que componen el proyecto.

Como primera fase se realizará el diseño de los empaques retornables, teniendo en cuenta metodologías de diseño y software especializado, de ahí como segunda fase se procederá con la validación del diseño y posteriormente como tercera fase se realizará los ajustes en el diseño, teniendo como resultado el diseño final.

Culminado estas fases, se proseguirá con la fabricación de las cajas retornables siendo el resultado tangible el desarrollo de cuatro unidades de los diferentes tipos de empaque (Cajas Q, B, T, H y C).

Finalmente se realizará la transferencia de conocimientos a operarios seleccionados de la empresa para sustentar el nuevo modelo logístico.

Palabras clave: cajas retornables, madera sanitizada, impacto ambiental, ciclo PHVA, eficiencia de carga, empaques retornables, modelo logístico, componentes de los ascensores.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

A la compañía **Mitsubishi Electric de Colombia LTDA** por brindarme toda la ayuda técnica y administrativa para llevar a cabo el proyecto, al ingeniero Ricardo Medina, quien me proporcionó las pautas logrando un buen desarrollo ingenieril.

Al asesor Wimar Moreno, que por sus sugerencias me permitieron elaborar un buen informe.

Al SENA, por su colaboración financiera durante todo el proceso practico.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

- B: Caja estructura anclajes
- C: Caja puertas de cabina el contenido de esta caja son los paños de cabina y las puertas de cabina, de ahí su nombre caja C. Esta caja tiene algunos mecanismos deslizantes de sujeción, para poder asegurar y preservar su carga.
- FEA: Análisis de Elementos Finitos.
- H: Caja puertas de Hall el contenido de esta caja son los marcos de Hall, las puestas de Hall y la tornillería necesaria para la instalación. Esta caja es la que tiene los mecanismos de sujeción más complejos, estos son necesarios para preservar la integridad de su contenido.
- Melina : Mitsubishi Electric de Inazawa
- OT: Orden de trabajo
- Picking: es el proceso de recogida de material extrayendo unidades o conjuntos empaquetados de una unidad de empaquetado superior que contiene más unidades que las extraídas. En general, el proceso en el que se recoge material abriendo una unidad de empaquetado.
- PHVA: Planear, hacer, verificar y actuar
- Q: Caja guías de carro y contrapeso es la que soporta la mayor carga y tiene el contenido más variado, algunos de sus ítems son: Quicios, empaques de brackets, viga de soporte de quicio, material de instalación, entre otros...
- T: Caja plataforma y techo es la que contiene el techo y la plataforma del elevador.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Objetivo general	
1.2	Objetivos Específicos	
2.	MARCO TEÓRICO.....	
2.1	Mitsubishi Electric de Colombia Ltda.	
2.2	Importancia de la Madera	
2.3	Empaques retornables.....	
2.4	Motivos por los cuales utilizar empaques retornables.....	
2.5	Que es Autodesk Inventor	
3.	METODOLOGÍA	
3.1	Fase 1 - Diseño de empaques retornables	
3.2	Fase 2 - Validación del diseño.....	
3.3	Fase 3 - Ajustes en el diseño.....	
3.4	Fase 4 – Fabricación.....	
3.5	Fase 5 - Desarrollo modelo logístico y definición de método de trabajo.....	
3.6	Fase 6 – Transferencia de conocimientos a operarios seleccionados de la empresa	
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	
	REFERENCIAS	
	APÉNDICE.....	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

El manejo logístico en la compañía Mitsubishi Electric de Colombia siempre ha sido un tema de gran relevancia, teniendo en cuenta lo estratégico que supone generar diferenciación en la empresa. A lo largo de los años la empresa ha tratado de establecer las mejores prácticas en la gestión logística y lo ha logrado gracias a la adición de tecnologías importantes, en algunos casos asociados desde la casa matriz. Sin embargo en ejercicios de investigación internos se han detectado procesos a mejorar como es el caso específico de las cajas usadas para el caballaje y transporte de los materiales de composición de los ascensores, que por tener características no reutilizables albergan problemas de costos y de ineficiencia logística que la empresa requiere resolver.



Imagen 1. Cajas usadas actualmente (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Actualmente para el empaque de los componentes de ascensores para el mercado local, se emplean cajas y huacales elaborados con madera sanitizada. En promedio se usan 300 cajas cada mes para el mercado local, lo que supone un costo estimado de COP 37'540.970 así como el consumo de 22m² de madera que representan alrededor de 22 toneladas de CO² que no son absorbidas debido al uso de árboles para la fabricación de los embalajes.

Con base a los gastos generados por estos huacales, nace la necesidad de realizar unas cajas retornables, con las cuales se pueda atenuar varios problemas y poder brindar una solución.



Imagen 2. Cajas retornables (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

1.1 Objetivo general

Desarrollar y fabricar un empaque retornable específico para partes de ascensores marca Mitsubishi Electric para el mercado local.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.2 Objetivos Específicos

- Elaborar un estándar o método de trabajo para el empaque de componentes de ascensor empleando los empaques retornables desarrollados.
- Reducir el 50% del costo de embalaje para los equipos del mercado local.
- Reducir la huella de carbono generada por el uso de huacales de madera.
- Disminuir los gastos asociados al uso de huacales fabricados con madera sanitizada.
- Incrementar la eficiencia de carga para los equipos.
- Atenuar el impacto ambiental que esto genera.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Mitsubishi Electric de Colombia Ltda.

Miembro del Grupo Mitsubishi Electric, provee los mejores ascensores, escaleras eléctricas, sistemas de aire acondicionado y otros equipos para el mercado de Colombia, Suramérica y el Caribe, prestando servicios con los más altos estándares de seguridad y calidad. Melcol desarrolla sus actividades en alianza con sus clientes y comprometido con la sostenibilidad de sus empleados y sus familias, los accionistas y la sociedad, todo ello en estricto cumplimiento de la normatividad vigente. (MELCOL, 1964)

2.2 Importancia de la Madera

De todos los materiales usados por el ser humano a lo largo de la historia, la madera fue el primero de ellos, gracias a una serie de propiedades como facilidad de conformado, bajo peso específico, agradable apariencia exterior, propiedades térmicas y mecánicas,... Esto ha generado una industria muy importante.

La madera es la única materia prima renovable utilizada en gran escala. Solo puede compararse con la energía solar de la que realmente procede. En su estudio podemos considerarla desde dos puntos de vista: uno energético y otro como elemento estructural y decorativo. El carbón es madera acumulada y de él existe una gran reserva energética, mucho mayor que de petróleo. En cualquier caso el mayor potencial energético lo constituye la madera en pie. (ANTONIO GUINDEO CASASUS)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La explotación de los árboles para la obtención de madera da lugar a graves problemas medioambientales, porque si no se realiza la tala con unos criterios medioambientales, puede producirse una sobreexplotación que genera deforestación, pérdida de bosques primarios y, desertificación. (Hervás, 2010)

2.3 Empaques retornables

En el proceso de embarque de productos es muy importante mantener estrictos controles de seguridad y calidad. La falta de estos controles podría provocar daños irreparables en los productos, lo que se traduce en pérdidas económicas. Por lo tanto, se debe garantizar la llegada de los productos en las mismas condiciones en las que fueron embarcados.

El uso de los empaques adecuados permitirá el mejor tratamiento de los productos. Actualmente los empaques retornables ofrecen los más altos estándares de calidad en los embarques.

Por lo general, los productos dispuestos para embarque son empacados en cajas de cartón sobre tarimas de madera. Aunque este método sí ofrece un cierto nivel de seguridad para los productos, el riesgo de que la madera se desgaste o el cartón colapse es alto. Además, ambos materiales tienen una vida útil demasiado corta, por lo que difícilmente se les puede volver a utilizar. (QuimiNet, 2012)

2.4 Motivos por los cuales utilizar empaques retornables

Los principales beneficios que ofrece el uso de empaques retornables son:

- Menos daños en el transporte: Por lo tanto, menos residuos y gastos relacionados.
- Menos daño a su empaque: El plástico soporta el peso y el manejo rudo mejor que la madera y el cartón, lo que reduce el costo frecuente de reemplazo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Menos daño al producto: Tarimas de plástico y contenedores de plástico proporcionan una protección superior a su producto terminado. El peso y el daño por montacargas pueden astillar o romper las tarimas de madera y aplastar las cajas de cartón dañando el producto.
- Más retorno de su inversión: Al invertir en transportar sus materiales en empaques retornables de plástico, su empresa, al paso del tiempo, recuperará su inversión y continuará bajando sus costos.

2.5 Que es Autodesk Inventor

Es la herramienta ideal para diseño de detalle de dispositivos mecánicos de alta ingeniería, ya que logra validar los prototipos digitales por medio de análisis de elementos finitos y simulación dinámica. Optimiza la etapa de diseño de producto, validando el correcto funcionamiento de los elementos, y permitiendo la parametrización de variables de validación, para la mejora constante.

La creación de prototipos digitales con Inventor ayuda a diseñar y validar sus productos antes de que sean fabricados para entregar mejores resultados, reducir costos de desarrollo y comercializarlos con más rapidez. Mediante herramientas especializadas de modelado digital.

Permite la extracción de información de ingeniería por medio de planos detallados, facilitando a los departamentos de diseño la comunicación con los departamentos de manufactura. (Inventor, Autodesk)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolla de acuerdo a las siguientes fases:

3.1 Fase 1 - Diseño de empaques retornables

En esta fase se procede a la identificación de los requerimientos para el empaque, se recolecta información usando como referente el estado del arte y específicamente los embalajes desarrollados en nuestra casa matriz (Mitsubishi Electric de Colombia Ltda.).

A nivel del mercado se aprecia una tendencia a usar materiales sustitutos a la madera como la madera reciclada que básicamente es un conglomerado de polímeros, adicionalmente también se emplean estructuras metálicas que por sus propiedades mecánicas le confieren alta resistencia a los embalajes considerando el peso de las estructuras.

En la casa matriz de Mitsubishi Electric en Japón (Melina) se implementaron hace algunos años cajas metálicas retornables, estas cajas fueron tan exitosas que hoy en día las siguen usando.

De manera específica y como referente principal, se toman como modelos las estructuras metálicas desarrolladas para el empaque en nuestra casa matriz, Mitsubishi Electric Japón (Inazawa Works), considerando los procesos de adaptación del diseño a nuestra necesidades y método de empaque, aspectos como la ergonomía durante el empaque y la distribución. También se considera el proceso de localización de materiales para la fabricación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Imagen 3. Cajas retornables (Planta Mitsubishi Electric Inazawa Works, 2015)

Durante el desarrollo se validará con los operarios del proceso las especificaciones del empaque. Como herramienta se usará el software de diseño Autodesk Inventor para la validación de la resistencia del empaque, se realizará mediante el cálculo de esfuerzos de los materiales, empleando el módulo elementos finitos de Autodesk Inventor.

El resultado de esta fase será el diseño de los diferentes tipos de empaque (Cajas Q, B, T, H y C).

3.2 Fase 2 - Validación del diseño

Las cajas retornables japonesas no son adecuadas para el entorno colombiano, debido a que se tendría que modificar radicalmente la logística de empaque actual, por esta razón con la ayuda de los operarios de empaque se realizaron algunas modificaciones al diseño japonés.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Imagen 4. Origen caja H Japonesa (Planta Mitsubishi Electric Inazawa Works, 2015)

Además de las modificaciones en la arquitectura del diseño fue necesario realizar una adaptación de los materiales usados, ya que en Japón usan aceros con tratamientos térmicos, resistencias y referencias diferentes que no es posible encontrar en el mercado colombiano.

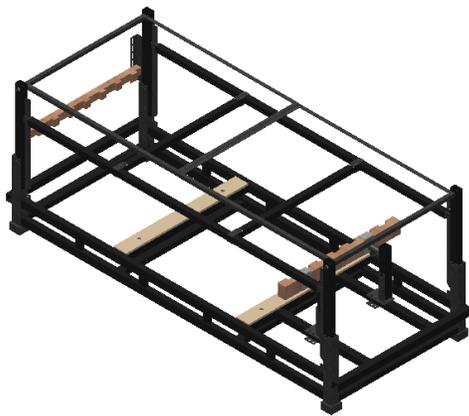


Imagen 5. Diseño en Autodesk Inventor Caja H

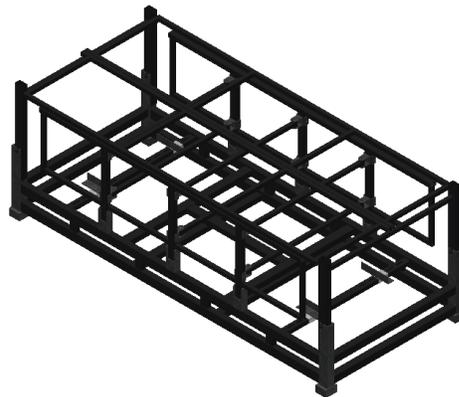


Imagen 6. Diseño en Autodesk Inventor Caja C

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

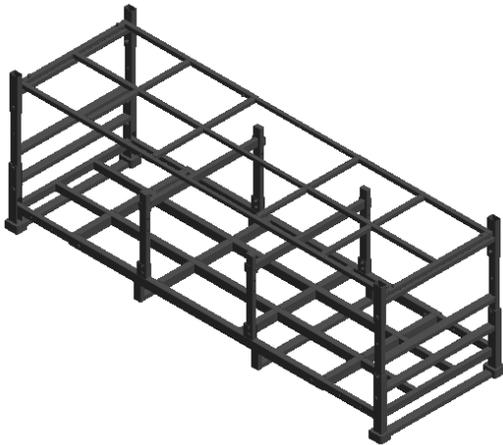


Imagen 7. Diseño en Autodesk Inventor Caja Q

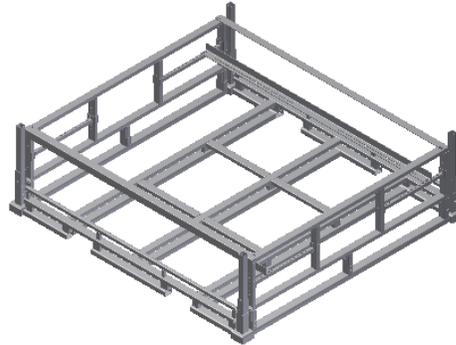


Imagen 8. Diseño en Autodesk Inventor Caja T

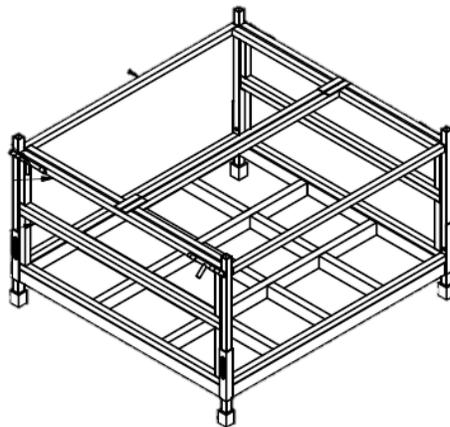


Imagen 9. Diseño en Autodesk Inventor Caja B

Con la ayuda de un Ingeniero Mecánico de la compañía, se selecciona el material más adecuado para el diseño y construcción de los huacales el cual fue Acero ASTM A500 Grade B.

Grade	UNS	Composition (% by weight in heat)					Minimum strength requirements			
		C	Mn	P	S	Cu	tensile	yield (round)	yield (shaped)	elongation
		max %	max %	max %	max %	min %	MPa (ksi)	MPa (ksi)	MPa (ksi)	%
A	K03000	0.26	1.35	0.035	0.035	0.20	310 (45)	230 (33)	270 (39)	25
B	K03000	0.26	1.35	0.035	0.035	0.20	400 (58)	290 (42)	315 (46)	23
C	K02705	0.23	1.35	0.035	0.035	0.20	425 (62)	315 (46)	345 (50)	21
D	K03000	0.26	1.35	0.035	0.035	0.20	400 (58)	250 (36)	250 (36)	23

Imagen 10. Tabla de composición y requerimientos mínimos e resistencia (ASTM, A500)

Para la manufactura de esta, en la planta de Mitsubishi Electric de Colombia Ltda., se realizó una lista de materiales, esquemas de ensamble y la OT (orden de trabajo).

LISTA DE MATERIALES CAJA C Modificada

Item	Descripción	Material	Perfil	Área, sección o diámetro	Longitud [mm]	Espesor [mm]	Unidades	Observaciones		
01	Equema CM-01	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	335	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 01
02	Equema CM-02	Lamina	ASTM A500	-	100	100	-	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 02
03	Equema CM-03	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 03
04	Equema CM-04	Lamina	ASTM A500	-	100	80	-	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 04
05	Equema CM-05	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	650	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 05
06	Equema CM-06	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	650	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 06
07	Equema CM-07	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	80	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 07
08	Equema CM-08	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 08
09	Equema CM-09	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	385	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 09
10	Equema CM-10	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	40	40	385	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 10
11	Equema CM-11	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	40	40	385	2,5	4	Igual a Equema Caja C Item 11
12	Equema CM-12	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	655	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 12
13	Equema CM-13	Lamina	ASTM A500	-	50	50	-	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 13
14	Equema CM-14	Lamina	ASTM A500	-	50	30	-	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 14
15	Equema CM-15	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 15
16	Equema CM-16	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	425	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 16
17	Equema CM-17	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 17
18	Equema CM-18	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	425	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 18
19	Equema CM-19	Lamina	ASTM A500	-	39	30	-	1,5	8	Igual a Equema Caja C Item 19
20	Equema CM-20	Eje	ASTM A500	-	Ø30	30	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 20
21	Equema CM-21	Eje	ASTM A500	-	Ø20	280	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 21
22	Equema CM-22	Eje	ASTM A500	-	Ø6	280	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 22
23	Equema CM-23	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	377	1,5	6	Igual a Equema Caja C Item 23
24	Equema CM-24	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 24
25	Equema CM-25	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	655	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 25
26	Equema CM-26	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	Ø 19	Ø 19	Ø 19	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 26
27	Equema CM-27	Lamina	ASTM A500	-	50	50	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 27
28	Equema CM-28	Angulo	ASTM A500	L	50	50	300	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 28
29	Equema CM-29	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	50	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 29
30	Equema CM-30	Lamina	ASTM A500	-	50	50	-	1,5	8	Igual a Equema Caja C Item 30

LISTA DE MATERIALES CAJA H Modificada

Item	Descripción	Material	Perfil	Área, sección o diámetro	Longitud [mm]	Espesor [mm]	Cantidad	Observaciones		
01	Equema CM-01	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	335	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 01
02	Equema CM-02	Lamina	ASTM A500	-	100	100	-	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 02
03	Equema CM-03	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	900	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 03
04	Equema CM-04	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 04
05	Equema CM-05	Lamina	ASTM A500	-	100	80	-	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 05
06	Equema CM-06	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	650	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 06
07	Equema CM-07	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	80	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 07
08	Equema CM-08	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	900	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 08
09	Equema CM-09	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 09
10	Equema CM-10	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 10
11	Equema CM-11	Lamina	ASTM A500	-	30	30	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 11
12	Equema CM-12	Lamina	ASTM A500	-	500	50	-	1,5	1	Igual a Equema Caja C Item 12
13	Equema CM-13	Lamina	ASTM A500	-	50	30	-	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 13
14	Equema CM-14	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	911	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 14
15	Equema CM-15	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	40	40	385	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 15
16	Equema CM-16	Lamina	ASTM A500	-	911	30	-	1,5	1	Igual a Equema Caja C Item 16
17	Equema CM-17	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	1765	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 17
18	Equema CM-18	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2276	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 18
19	Equema CM-19	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2276	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 19
20	Equema CM-20	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	480	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 20
21	Equema CM-21	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	248	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 21
22	Equema CM-22	Eje	ASTM A500	-	Ø15	30	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 22
23	Equema CM-23	Eje	ASTM A500	-	Ø10	230	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 23
24	Equema CM-24	Eje	ASTM A500	-	Ø6	230	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 24
25	Equema CM-25	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 25
26	Equema CM-26	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	417	1,5	6	Igual a Equema Caja C Item 26
27	Equema CM-27	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	990	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 27
28	Equema CM-28	Lamina	ASTM A500	-	66	50	-	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 28
29	Equema CM-29	Angulo	ASTM A500	L	50	50	917	2,5	1	Igual a Equema Caja C Item 29
30	Equema CM-30	Lamina	ASTM A500	-	66	60	-	1,5	8	Igual a Equema Caja C Item 30
31	Equema CM-31	Lamina	ASTM A500	-	39	30	-	1,5	8	Igual a Equema Caja C Item 31

El presente documento es de carácter CONFIDENCIAL, la propiedad es de Mitsubishi Electric de Colombia S.A.S., se prohíbe su reproducción o la divulgación de su contenido a terceros. En consecuencia, cualquier uso no autorizado de este documento puede ser considerado delito por parte de Mitsubishi Electric de Colombia S.A.S.

El presente documento es de carácter CONFIDENCIAL, la propiedad es de Mitsubishi Electric de Colombia S.A.S., se prohíbe su reproducción o la divulgación de su contenido a terceros. En consecuencia, cualquier uso no autorizado de este documento puede ser considerado delito por parte de Mitsubishi Electric de Colombia S.A.S.

LISTA DE MATERIALES CAJA Q Modificada

Item	Descripción	Material	Perfil	Área, sección o diámetro	Longitud [mm]	Espesor [mm]	Unidades	Observaciones		
01	Equema CM-01	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	335	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 01
02	Equema CM-02	Lamina	ASTM A500	-	100	100	-	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 02
03	Equema CM-03	Lamina	ASTM A500	-	1000	80	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 03
04	Equema CM-04	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 04
05	Equema CM-05	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	900	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 05
06	Equema CM-06	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	80	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 06
07	Equema CM-07	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	900	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 07
08	Equema CM-08	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 08
09	Equema CM-09	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 09
10	Equema CM-10	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 10
11	Equema CM-11	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	40	40	900	2,5	4	Se debe revisar si la tubería de 40x40 cubre dentro de la tubería de 50x50
12	Equema CM-12	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	911	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 12
13	Equema CM-13	Lamina	ASTM A500	-	50	30	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 13
14	Equema CM-14	Lamina	ASTM A500	-	50	30	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 14
15	Equema CM-15	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 15
16	Equema CM-16	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	425	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 16
17	Equema CM-17	Eje	ASTM A500	-	Ø15	30	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 17
18	Equema CM-18	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	280	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 18
19	Equema CM-19	Eje	ASTM A500	-	Ø6	280	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 19
20	Equema CM-20	Eje	ASTM A500	-	Ø10	230	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 20
21	Equema CM-21	Lamina	ASTM A500	-	50	30	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 21
22	Equema CM-22	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	611	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 22
23	Equema CM-23	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2350	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 23
24	Equema CM-24	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	400	1,5	6	Igual a Equema Caja C Item 24

LISTA DE MATERIALES CAJA T Modificada

Item	Descripción	Material	Perfil	Área, sección o diámetro	Longitud [mm]	Espesor [mm]	Cantidad	Observaciones		
01	Equema TM-01	Lamina	ASTM A500	-	X	Y	-	3,0	12	Este tipo de item se pueden sustituir por el FEM 02 de la Caja C
02	Equema TM-02	Lamina	ASTM A500	-	74	80	-	3,0	8	Igual a Equema Caja C Item 02
03	Equema TM-03	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	990	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 03
04	Equema TM-04	Tuberia	ASTM A500	Rectangular	50	30	2590	-	-	Igual a Equema Caja C Item 04
05	Equema TM-05	Lamina	ASTM A500	-	1000	80	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 05
06	Equema TM-06	Lamina	ASTM A500	-	60	60	-	1,5	8	Igual a Equema Caja C Item 06
07	Equema TM-07	Tuberia	ASTM A500	Rectangular	50	30	2070	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 07
08	Equema TM-08	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	40	2,5	8	Igual a Equema Caja C Item 08
09	Equema TM-09	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	50	50	600	3,0	8	Igual a Equema Caja C Item 09
10	Equema TM-10	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	40	40	1380	2,5	4	Igual a Equema Caja C Item 10
11	Equema TM-11	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	40	40	2090	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 11
12	Equema TM-12	Tuberia	ASTM A500	Rectangular	50	30	180	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 12
13	Equema TM-13	Angulo	ASTM A500	L	2 in	2 in	2087	3,15 in	2	Igual a Equema Caja C Item 13
14	Equema TM-14	Lamina	ASTM A500	-	50	1127	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 14
15	Equema CM-15	Lamina	ASTM A500	-	50	30	-	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 15
16	Equema CM-16	Lamina	ASTM A500	-	50	30	-	3,0	4	Igual a Equema Caja C Item 16
17	Equema TM-17	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	2590	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 17
18	Equema TM-18	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	180	1,5	4	Igual a Equema Caja C Item 18
19	Equema TM-19	Lamina	ASTM A500	-	39	30	-	1,5	8	Igual a Equema Caja C Item 19
20	Equema CM-20	Eje	ASTM A500	-	Ø15	30	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 20
21	Equema CM-21	Eje	ASTM A500	-	Ø10	230	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 21
22	Equema CM-22	Eje	ASTM A500	-	Ø6	230	-	-	4	Igual a Equema Caja C Item 22
23	Equema TM-23	Tuberia	ASTM A500	Rectangular	50	30	2030	1,5	2	Igual a Equema Caja C Item 23
24	Equema TM-24	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25	18	2,5	20	Igual a Equema Caja C Item 24

El presente documento es de carácter CONFIDENCIAL, la propiedad es de Mitsubishi Electric de Colombia S.A.S., se prohíbe su reproducción o la divulgación de su contenido a terceros. En consecuencia, cualquier uso no autorizado de este documento puede ser considerado delito por parte de Mitsubishi Electric de Colombia S.A.S.

El presente documento es de carácter CONFIDENCIAL, la propiedad es de Mitsubishi Electric de Colombia S.A.S., se prohíbe su reproducción o la divulgación de su contenido a terceros. En consecuencia, cualquier uso no autorizado de este documento puede ser considerado delito por parte de Mitsubishi Electric de Colombia S.A.S.

LISTA DE MATERIALES CAJA B Modificada

Item	Descripción	Material	Perfil	Área, sección o diámetro	Longitud [mm]	Espesor [mm]	Unidades	Observaciones
01	Equema BM-01	Tuberia	ASTM A500	Cuadrado	25	25		

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Una vez se terminó la fabricación del diseño 1, esta se puso a prueba sometiéndolo a situaciones reales de trabajo como: Empaque, transporte y desempaque en obra, de estas situaciones se obtuvo una serie de requerimientos los cuales se evaluaron para definir posteriores modificaciones.

Se basa en el análisis de los diseños realizados en campo. Para ello se fabrica una unidad de cada tipo de empaque que será usada para el embalaje de componentes de ascensores para el mercado local. Inicialmente se enviarán las cajas a la ciudad de Medellín y posteriormente a otras ciudades como Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga y Cali.

El resultado de esta fase será la compilación de información que será útil para los ajustes finales del diseño.

3.3 Fase 3 - Ajustes en el diseño

Se empleará como información de entrada la realimentación obtenida con la implementación de la fase 2, se realizarán los ajustes pertinentes considerando la resistencia de los materiales, el diseño de la estructura, la productividad y la ergonomía del proceso de empaque. Se considerarán también ajustes relevantes a la cadena logística como el picking y la distribución final en obra. A continuación se presenta algunas imágenes del documento elaborado.

		ANÁLISIS DE INFORMACION RECOPIADA.		CONFIDENCIAL
REQUERIMIENTOS GENERALES.				
#	Requerimiento	Se tendrá en cuenta		Observaciones
		Sí	No	
1	Garantizar la colapsabilidad de los diseños.			Cuando la caja no este en uso debe poder colapsarse, facilitando su almacenamiento.
2	Las piezas de las cajas no deben poder retirarse de la estructura.			Esto es para evitar perdidas de las partes de las cajas tales como: tapas, tuberías, tornillería; y de esta manera evitar sobre costos de mantenimiento.
3	Las cajas no deben tener tornillería, de preferencia se deben usar elementos de conexión rápida.			Las piezas como: tornillos, tuercas y arandelas se extravían fácilmente; lo ideal es usar elementos de conexión rápida como: pull pines, broches entre otros...
4	Deben poder ser manipuladas con montacargas.			
5	Deben poder ser manipuladas con estibador.			
6	Deben tener mínimo 2in de altura de la base al piso			

Imagen 12. Requerimientos generales

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REQUERIMIENTOS INDIVIDUALES				
Caja Hall-Modificada				
#	Requerimiento	Se tendrá en cuenta		Observaciones
		Sí	No	
1	Los separadores de las puerta de hall deben adaptarse a diferentes dimensiones de lomo. (Puertas Diseño nuevo, Puertas diseño viejo, Nexiez Latino).			Se opto por usar plantillas de madera intercambiables para evitar mecanismos complejos.
2	Evitar en lo posible modificar la logística de empaque actual.			Se ha tratado de cumplir este requerimiento al máximo, pero en algunos casos es inevitable.
3	Construir bandeja o compartimiento para tornillería.			Se decidió no realizar este requerimiento, debido a que es posible sujetar la tornillería del contenido de la caja o de la misma estructura.
4	Emplear elementos de sujeción que no requieran herramientas adicionales, tanto en el empaque como en el desempaque			
5	Construcción de bandeja o parrilla para fijar los marcos			
Caja Cabina-Modificada				
#	Requerimientos	Se tendrá en cuenta		Observaciones
		Sí	No	
1	Sistemas de sujeción para restringir los desplazamientos del contenido de la caja.			
2	Construir soportes para los pasamanos de cabina			

Imagen 13. Requerimientos Individuales

Así mismo basados en la experiencia de los modelos realizados con anterioridad, y con el objetivo de disminuir el posible impacto de la inversión inicial, asociada a la fabricación de cada uno de los diseños de cajas, se validaron las especificaciones de los componentes que van empacados en cada caja. En ese sentido, se realizó un análisis, en el que se buscó abarcar el mayor porcentaje posible de los componentes asociados a la producción nacional, tomando como base las especificaciones de los equipos fabricados en los años 2014 y 2015.

Para ello se utilizó el principio de Pareto, y como resultado se obtuvo un documento el cual se presenta a continuación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

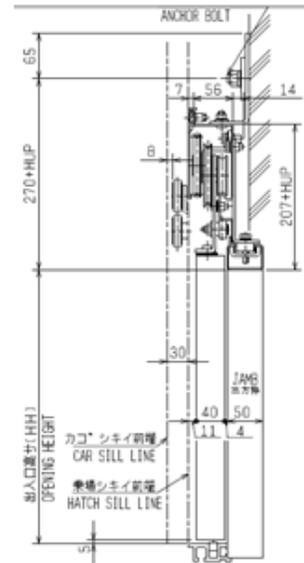
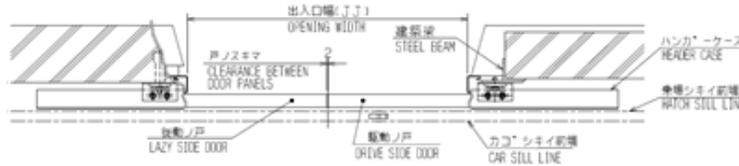


PARAMETROS DE DISEÑOS SEGÚN PRODUCCION 2015

CONFIDENCIAL

Actualmente Mitsubishi Electric de Colombia Ltda, produce diferentes referencias de elevadores, pero por los costos y a los requerimientos del cliente existen referencias que son mas demandadas que otras, debido a esto se decidió tomar como referencia de diseño las dimensiones de los elementos que tiene mayor producción en la planta, para evitar tener cajas sobredimensionadas, que podrían terminar produciendo mas inconvenientes que soluciones.

Para establecer cuales elementos son los de mayor producción en la planta, se tomo como muestra la producción de enero a diciembre de 2015. A continuación se podrán ver las tablas de porcentajes de producción de los diferentes componentes:



Altura Entrada (mm)	Producción	%	% Acumulado
2100	972	97,2%	97,2%
2200	25	2,5%	99,7%
2300	3	0,3%	100%
Total de UND	1000		

Ancho Entrada (mm)	Producción	%	% Acumulado	Ancho de PTA Hall
800	556	55,6%	55,6%	370
900	285	28,5%	84,1%	420
1000	32	3,2%	87,3%	470
1100	81	8,1%	95,4%	520
1200	46	4,6%	100%	570
Total UND	1000			

CAJA HALL MODIFICADA

Ítems	Variables		Observaciones	Altura Util	Ancho Util	
	JJ	HH+HUP				
Puerta de Hall.	≤ 1100	≤ 2200	Las dimensiones de caja Hall de calcularon en base a las dimensiones de las puertas mas comerciales.	590 mm (Ancho PTA para JJ1100 = 580mm)	900 mm - / parajeas de ptas - Ancho Pta = 40mm - Longitud Total PTA = 595mm	
Marcos de Hall.	Horizontales.	≤ 1100				NA
	verticales.	NA				≤ 2200

Imagen 14. Parámetros de diseño

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

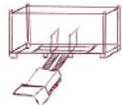
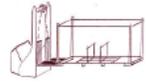
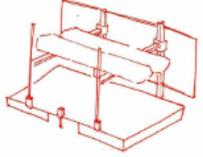
Caso N°	Subconjunto de estudio	Condición de trabajo	Esquema	Observaciones
1	Base	Levantamiento con el estibador o la monta cargas de dos cajas apiladas desde el centro de la caja		Cuando las cajas son levantadas de esta manera las tuberías de la base quedan sometidas a flexión.
2	Base	Levantamiento con el estibador o la monta cargas de dos cajas en voladizo		Cuando las cajas son levantadas de esta manera quedan en voladizo por eso las tuberías de la base quedan sometidas a flexión.
3	Base	Apilamiento de 4 cajas		La segunda caja de abajo hacia arriba queda sometida a flexión, esto se debe a que los puntos de apoyo se encuentran en las esquinas de la caja.
4	Columna	Apilamiento de 4 cajas		Las columnas de la caja quedan sometidas a compresión, esto hace que tiendan a pandearse.
5	Travesaños	Apoyo/soporte de componentes asignados		Los travesaños son sometidos a flexión por acción del peso de los componentes apoyados sobre éstos.

Imagen 15. Casos a verificar para cada caja

Una vez definido los requerimientos y las variables involucradas en el proceso de empaque, se da inicio al proceso de diseño.

Finalizado el proceso de diseño, se realizaron los análisis de resistencia de materiales mediante Elementos Finitos. Para cada una de las cajas se estudiaron los diferentes casos o condiciones a las cuales van a estar sometidas, teniendo en cuenta que bajo las condiciones más críticas, las cajas deben cumplir con un factor de seguridad igual o superior a 3. A continuación se muestran unas imágenes de los documentos realizados.

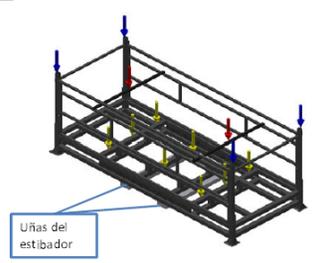
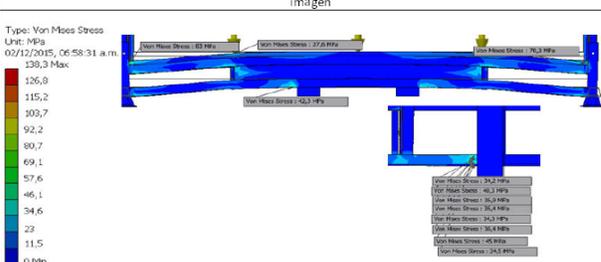
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Cargas a las que estará sometida Caja Hall-Modificada				
Peso por componentes				
Componente(s)	Imagen	Masa por unidad [kg]	Peso por unidad [N]	Peso por caja [N]
Marco horizontal Vol. = (1.176 x 129 x 1,5) mm ³ = 227.556 mm ³ 7 marcos por caja		1,83	18,34	128
Marco vertical Vol. = (2.320 x 136 x 1,5) mm ³ = 473.280 mm ³ 14 marcos por caja		3,82	38,15	534
Puertas de Hall		25	250	3.500
Peso teórico Caja Hall-Modificada.		133	1.330	

Materiales
ASTM A500 Grado B (Esfuerzo de cedencia) $S_y = 315 \text{ MPa}$ (Esfuerzo último) $S_u = 400 \text{ MPa}$ (Módulo de Young) $E = 205,7 \text{ GPa}$
ASTM A36 (Esfuerzo de cedencia) $S_y = 400 \text{ MPa}$ (Esfuerzo último) $S_u = 550 \text{ MPa}$ (Módulo de Young) $E = 200 \text{ GPa}$

Validación resistencia de materiales.

Para la validación de resistencia de materiales se usaron: El software de modelación CAD Autodesk Inventor Professional 2014 y las tablas para calculo de resistencia de materiales en Microsoft Excel diseñadas por Mateo Sánchez.

Simulación Caso 1								
Imagen	Descripción de la imagen							
 <p>Uñas del estibador</p>	<p>Zona de interés: Base</p> <p>Descripción: Dos cajas apiladas son elevadas por el centro con estibador o monta cargas</p> <p>Vectores amarillos: 14 x Puertas de Hall = 3500N (Esta carga esta distribuida por la tubería de la base de Caja Hall)</p> <p>Vectores azules: Puertas de hall + marcos de Hall + Estructura = 3500+668+1330=5498 (Esta carga esta distribuida en las 4 columnas)</p> <p>Vectores rojos: (14 verticales y 7 horizontales) Marcos de Hall = 668N (distribuida en 2 travesaños)</p> <p>Limites de frontera: Uñas del estibador o monta cargas</p>							
 <p>Type: Von Mises Stress Unit: MPa 02/12/2015, 06:58:31 a.m. 130,3 Max</p> <p>Esfuerzo máximo (MPa) 83</p> <p>El mayor esfuerzo localizado en la zona de interés(Base) fue de 83 MPa cerca a una unión ente dos tuberías, esto se debe al cambio de sección y se corrige con la soldadura. En la base no se dieron esfuerzos de magnitud importante, pero para tener una lectura adecuada se realiza un sondeo recolectando probetas para calcular un valor promedio.</p> <p>Esfuerzo promedio (MPa) 37,3</p> <p>Esfuerzos(MPa)</p> <table border="1"> <tr><td>34,2</td></tr> <tr><td>40,3</td></tr> <tr><td>36,4</td></tr> <tr><td>34,3</td></tr> <tr><td>36,4</td></tr> <tr><td>45</td></tr> <tr><td>34,5</td></tr> </table>	34,2	40,3	36,4	34,3	36,4	45	34,5	
34,2								
40,3								
36,4								
34,3								
36,4								
45								
34,5								

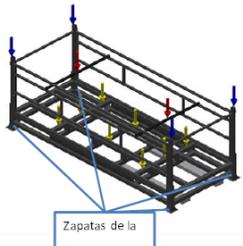
Simulación Caso 3	
Imagen	Descripción de la imagen
	<p>Zona de interés: Base</p> <p>Descripción: cuatro cajas apiladas</p> <p>Vectores amarillos: 14 x Puertas de Hall = 3500N (Esta carga esta distribuida por la tubería de la base de Caja Hall)</p> <p>Vectores azules: (3xPuertas de hall+marcos de Hall + Estructura) = 3x(3500+668+1330)=16494 (Esta carga esta distribuida en las 4 columnas)</p> <p>Vectores rojos: (14 verticales y 7 horizontales) Marcos de hall=668N (distribuida en 2 travesaños)</p> <p>Limites de frontera: Zapatas de la caja</p>

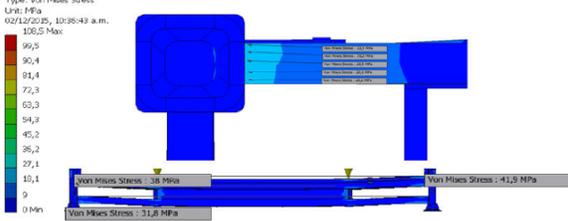
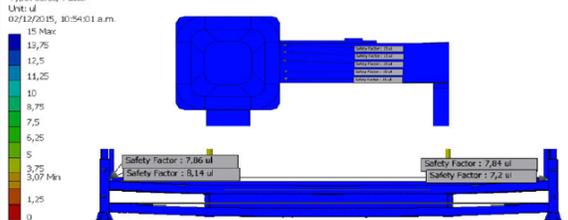
Imagen	Descripción de la imagen																				
	<p>Esfuerzo máximo (MPa) 41,9</p> <p>La estructura de la base presenta deflexión y el esfuerzo máximo en la zona de interés fue de 41,9 MPa, en una de las uniones donde se encuentran dos tuberías, eso se debe a un concentrador de esfuerzos debido al cambio de sección</p> <table border="1"> <tr> <td>Esfuerzo promedio (MPa)</td> <td>20,38</td> <td>Esfuerzo (MPa)</td> <td>20,3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>20,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>20,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>20,3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>20,6</td> </tr> </table>	Esfuerzo promedio (MPa)	20,38	Esfuerzo (MPa)	20,3				20,2				20,5				20,3				20,6
Esfuerzo promedio (MPa)	20,38	Esfuerzo (MPa)	20,3																		
			20,2																		
			20,5																		
			20,3																		
			20,6																		

Imagen	Descripción de la imagen														
	<p>Factor de seguridad mínimo: 7,2</p> <p>EL FS mínimo fue de 7,2, pero no se presento en la base de la caja. Debido a eso se realizo un sondeo de la base para identificar los FS mínimos de la base.</p> <table border="1"> <tr> <td>FS probetas</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>FS prom</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15</td> </tr> </table>	FS probetas	15	FS prom	15		15		15		15		15		15
FS probetas	15														
FS prom	15														
	15														
	15														
	15														
	15														
	15														

Resumen de resultados				
Caso N°	Esfuerzo [MPa]	Factor de seguridad	¿Cumple?	Observaciones
3	20,38	15	✓	

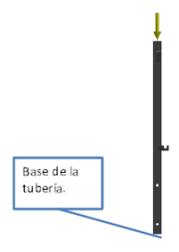
Simulación Caso 4	
Imagen	Descripción de la imagen
	<p>Zona de interés: Columnas</p> <p>Descripción: Cuatro cajas apiladas</p> <p>Vectores amarillos: Carga que soportara la viga cuando están 4 cajas apiladas, cada viga soportara una carga de 3975N (Esta carga esta distribuida en las 4 columnas)</p> <p>Limites de frontera: Base de la tubería</p>

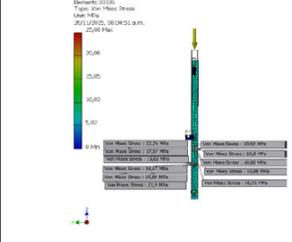
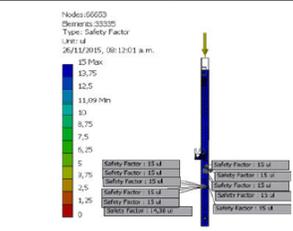
Imagen	Descripción de la imagen																								
	<p>Esfuerzo máximo (MPa) 25,08</p> <p>La columna no presenta pandeo, el esfuerzo máximo fue de 25,09 MPa, este se dio en una perforación que son concentradores de esfuerzos. Debido a eso se realizo un sondeo, recolectando probetas en la columna para identificar el esfuerzo promedio.</p> <table border="1"> <tr> <td>Esfuerzo promedio (MPa)</td> <td>10,88</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo promedio perforación (MPa)</td> <td>16,55</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo probetas perforación (MPa)</td> <td>Esfuerzo probetas (MPa)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>12,26</td> <td>10,92</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17,57</td> <td>10,8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>13,02</td> <td>10,85</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14,67</td> <td>10,88</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19,89</td> <td>10,91</td> </tr> <tr> <td></td> <td>21,9</td> <td>10,94</td> </tr> </table>	Esfuerzo promedio (MPa)	10,88	Esfuerzo promedio perforación (MPa)	16,55	Esfuerzo probetas perforación (MPa)	Esfuerzo probetas (MPa)		12,26	10,92		17,57	10,8		13,02	10,85		14,67	10,88		19,89	10,91		21,9	10,94
Esfuerzo promedio (MPa)	10,88																								
Esfuerzo promedio perforación (MPa)	16,55																								
Esfuerzo probetas perforación (MPa)	Esfuerzo probetas (MPa)																								
	12,26	10,92																							
	17,57	10,8																							
	13,02	10,85																							
	14,67	10,88																							
	19,89	10,91																							
	21,9	10,94																							

Imagen		Descripción de la imagen																
		<p>Factor de seguridad mínimo 11,09</p> <p>EL F5 mínimo Se presenta en una de las soldaduras de las platinas, pero el área de estudio es la columna, por lo tanto se realiza un sondeo recolectando probetas para calcular el F5 promedio.</p> <p>F5 prom columna 15</p> <p>F5 Prom perforación 14,9</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>F5 probetas perforación</td> <td>F5 probetas</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>14,38</td> <td>15</td> </tr> </table>			F5 probetas perforación	F5 probetas	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14,38	15
F5 probetas perforación	F5 probetas																	
15	15																	
15	15																	
15	15																	
15	15																	
15	15																	
14,38	15																	
<p>Resumen de resultados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Caso N°</th> <th>Esfuerzo [MPa]</th> <th>Factor de seguridad</th> <th>¿Cumple?</th> <th>Observaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>13,72</td> <td>14,9</td> <td style="text-align: center;">✔</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Caso N°	Esfuerzo [MPa]	Factor de seguridad	¿Cumple?	Observaciones	4	13,72	14,9	✔					
Caso N°	Esfuerzo [MPa]	Factor de seguridad	¿Cumple?	Observaciones														
4	13,72	14,9	✔															

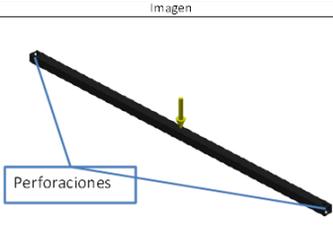
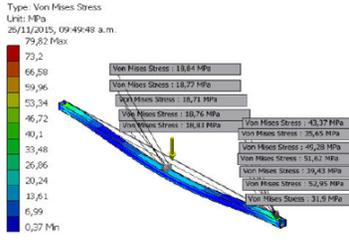
Simulación Caso 5																		
Imagen		Descripción de la imagen																
		<p>Zona de interés: Travesaños</p> <p>Descripción: 2 travesaños que soportan la carga de 14 marcos verticales y 7 horizontales</p> <p>Vectores amarillos: carga de 334N (Esta carga esta distribuida en los 2 travesaños)</p> <p>Limites de frontera: Perforaciones</p>																
		<p>Esfuerzo máximo (MPa) 79,92</p> <p>El travesaño se presenta una deflexión con un esfuerzo máximo de 79,92. Esto es debido a las perforaciones de donde se pivotea el travesaño. Para poder analizar de mejor manera los esfuerzos, se realiza un sondeo en el centro de la tubería y en las cercanías de la perforación, recolectando probetas para calcular un esfuerzo promedio.</p> <p>Esfuerzo promedio (MPa) 45,38</p> <p>Esfuerzo promedio perforación (MPa) 18,78</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Esfuerzo probetas perforación (MPa)</td> <td>Esfuerzo probetas (MPa)</td> </tr> <tr> <td>18,84</td> <td>43,37</td> </tr> <tr> <td>18,77</td> <td>35,65</td> </tr> <tr> <td>18,71</td> <td>49,28</td> </tr> <tr> <td>18,76</td> <td>51,62</td> </tr> <tr> <td>18,83</td> <td>39,43</td> </tr> <tr> <td></td> <td>52,95</td> </tr> </table>			Esfuerzo probetas perforación (MPa)	Esfuerzo probetas (MPa)	18,84	43,37	18,77	35,65	18,71	49,28	18,76	51,62	18,83	39,43		52,95
Esfuerzo probetas perforación (MPa)	Esfuerzo probetas (MPa)																	
18,84	43,37																	
18,77	35,65																	
18,71	49,28																	
18,76	51,62																	
18,83	39,43																	
	52,95																	
<p>Resumen de resultados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Caso N°</th> <th>Esfuerzo [MPa]</th> <th>Factor de seguridad</th> <th>¿Cumple?</th> <th>Observaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>32,08</td> <td>11,38</td> <td style="text-align: center;">✔</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Caso N°	Esfuerzo [MPa]	Factor de seguridad	¿Cumple?	Observaciones	5	32,08	11,38	✔					
Caso N°	Esfuerzo [MPa]	Factor de seguridad	¿Cumple?	Observaciones														
5	32,08	11,38	✔															

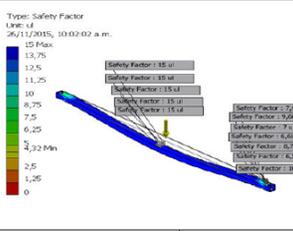
Imagen		Descripción de la imagen																
		<p>Factor de seguridad mínimo 4,32</p> <p>EL F5 mínimo de 4,32 en las perforaciones, pero para tener un calculo promedio se hace un sondeo en el centro del travesaño y en las cercanías de las perforaciones.</p> <p>F5 prom columna 7,77</p> <p>F5 Prom perforación 15,0</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>F5 probetas perforación</td> <td>F5 probetas</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>7,96</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>9,68</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>6,68</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>8,75</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>6,52</td> </tr> </table>			F5 probetas perforación	F5 probetas	15	7,96	15	9,68	15	7	15	6,68	15	8,75	15	6,52
F5 probetas perforación	F5 probetas																	
15	7,96																	
15	9,68																	
15	7																	
15	6,68																	
15	8,75																	
15	6,52																	
<p>Resumen de resultados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Caso N°</th> <th>Esfuerzo [MPa]</th> <th>Factor de seguridad</th> <th>¿Cumple?</th> <th>Observaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>32,08</td> <td>11,38</td> <td style="text-align: center;">✔</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Caso N°	Esfuerzo [MPa]	Factor de seguridad	¿Cumple?	Observaciones	5	32,08	11,38	✔					
Caso N°	Esfuerzo [MPa]	Factor de seguridad	¿Cumple?	Observaciones														
5	32,08	11,38	✔															

Imagen 16. Análisis de resistencia caja H

Con base en los ajustes y análisis de resistencia (FEA) para cada uno de los diseños, se realizaron los diseños finales. A continuación se muestran algunas imágenes del resultado obtenido. Ver Anexo 4. Informe resistencia de materiales.

	<p>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



Imagen 17. Diseño final Autodesk Inventor Caja B

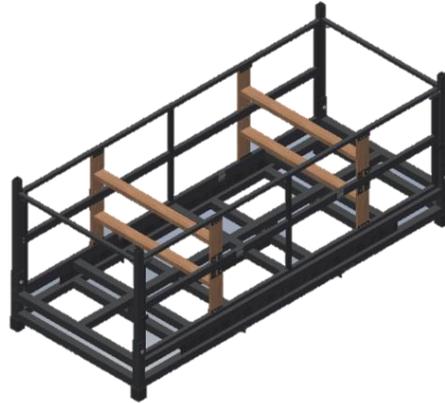


Imagen 18. Diseño final Autodesk Inventor Caja C



Imagen 19. Diseño final Autodesk Inventor Caja Q

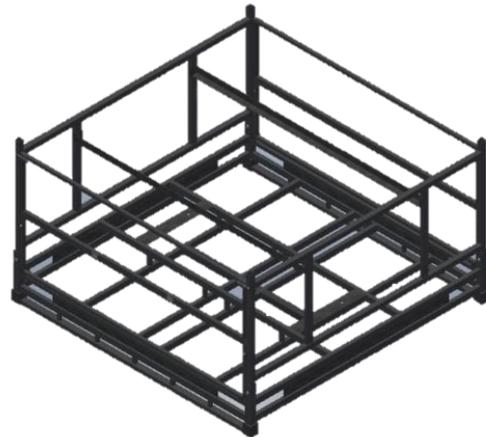


Imagen 20. Diseño final Autodesk Inventor Caja T



Imagen 21. Diseño final Autodesk Inventor Caja H

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

3.4 Fase 4 – Fabricación

Consistirá en la fabricación de cuatro unidades de los diferentes tipos de cajas considerados en el alcance del proyecto. El proceso de fabricación se realizará In-House con los recursos productivos de la planta Gilberto Echeverri Mejía de Mitsubishi Electric de Colombia LTDA.

Con el análisis de las cajas, se procedió a generar la solicitud de compra de todos los materiales necesarios para la fabricación de las cajas. De acuerdo al procedimiento interno de la compañía, fue necesario catalogar dentro de un sistema de información SAP, cada uno de los insumos requeridos para la fabricación de cada modelo de caja. Al mismo tiempo se analizaron las diferentes opciones para cubrir las paredes de las cajas y evitar posibles pérdidas o daños en los componentes empacados.

A partir de las solicitudes de compra, el departamento de Logísticas (compras), generaron los órdenes de compra. Con estos documentos y con los esquemas de cada modelo de caja, se realizó la gestión y control de compra de los materiales necesarios para el ensamble de las cajas.

Paralelo a la consecución de los insumos, se planea el proceso fabricación de las cajas. Para ello fue necesario el apoyo del departamento de Ingeniería Industrial, quienes serían los encargados de coordinar las actividades de los técnicos de manufactura.



Imagen 22. Materiales Cajas

Una vez llegaron los materiales a las instalaciones de la empresa, se procedió a realizar la revisión de calidad de cada uno de los ítems, con el fin de garantizar que estos estuvieran de acuerdo a lo estipulado en cada uno de los esquemas. A continuación se muestra el esquema de la Caja C, esto se realiza para cada una.

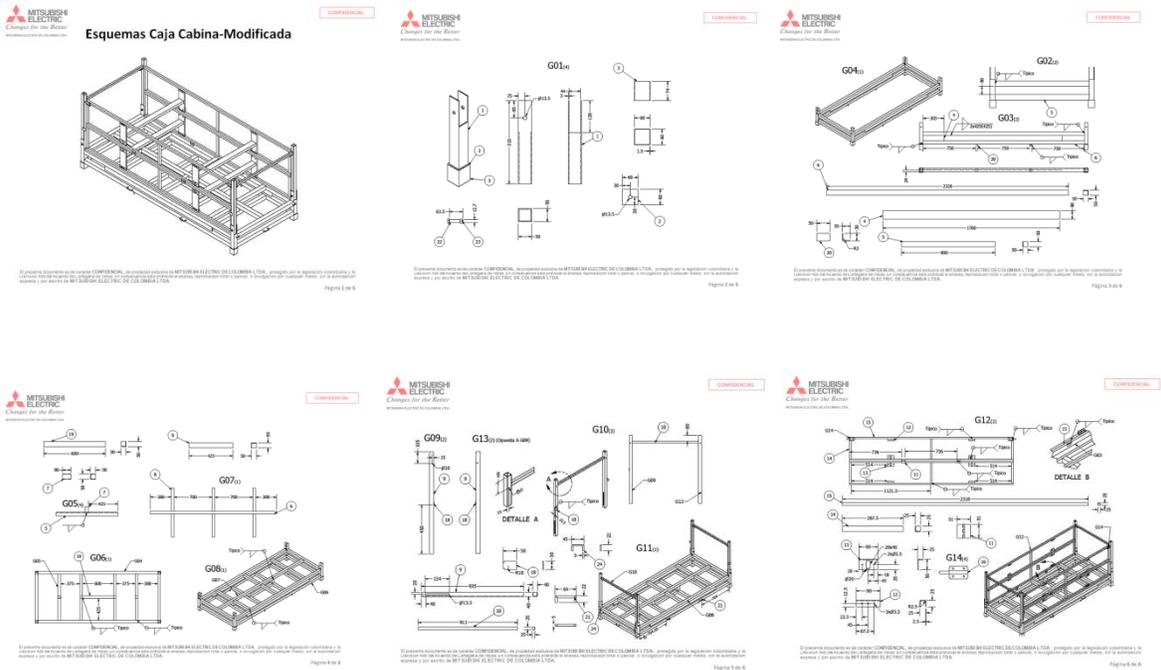


Imagen 23. Esquemas para fabricación Caja C

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Garantizado la calidad de los insumos, se da inicio al proceso de fabricación, actividad ejecutada por los Técnicos de Manufactura. Para esta etapa del Proyecto, fue esencial explicar cada uno de los procesos necesarios que se tendrían que realizar, para el correcto cumplimiento de las especificaciones de diseño. Durante este proceso fue indispensable la realización de ajustes a los diseños, basados en la experiencia de los técnicos, en la facilidad de fabricación de las cajas a futuro, y en el proceso de empaque.



Imagen 24. Diseño Final Caja C (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Imagen 25. Diseño Final Caja H (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)



Imagen 26. Diseño Final Caja T (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Imagen 27. Diseño Final Caja B (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)



Imagen 28. Diseño Final Caja Q (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.5 Fase 5 - Desarrollo modelo logístico y definición de método de trabajo

Establecer un modelo para el control de inventario del empaque retornable y para la optimización del transporte de las cajas desde cada almacén de cada ciudad. Se desarrollará y establecerá un método de trabajo que permita contar con un estándar para el empaque con los embalajes retornables desarrollados.

El resultado de esta fase será un procedimiento donde se especifique el modelo logístico a emplear para el control de las cajas diseñadas y un método de trabajo que hará parte de la documentación del sistema de gestión de calidad de la compañía.

Una vez realizadas las pruebas de empaques y la modelación de los Diseños Finales con los ajustes que dio lugar cada uno de los modelos de cajas, se procedió a la fabricación de los diseños finales. En total se fabricaron 20 cajas, 4 modelos para cada uno de los 5 tipos de cajas.

Se analizaron posibles alternativas existentes en el mercado, así como las variables involucradas en el proceso de control de inventario, cantidades de cajas a fabricar de acuerdo a los tiempos de permanencia de las cajas en almacén y en obra, tipo de camiones a utilizar entre otras. La principal conclusión de esta actividad fue involucrar el control de inventario de estas cajas, en una fase dos del proyecto de movilidad que está implementando la compañía actualmente.

Con el fin de evaluar la cantidad de cajas a fabricar para el stock se debe tener en cuenta los equipos despachados, tiempos de permanencia de las cajas en almacén y en bodegas de instalación, se recopiló algunos datos estadísticos del año 2015, sobre el cual se realiza la evaluación del proyecto. Así mismo con base a los datos obtenidos, se calcula el retorno de la inversión, teniendo en cuenta diferentes escenarios hipotéticos sobre los cuales funcionaría la logística del retorno de las cajas al centro de almacenamiento.



(MINIMULA – DOBLETROQUE)

Capacidad: 17 toneladas
 Peso Vacío: 7500 Kls.
 Aprox.
 Volumen: 36 M3
 Medidas Aproximadas:
 Largo: 7,2 Mts
 Ancho: 2,30 Mts
 Alto: 2,20 Mts



(Tipo Turbo)

Capacidad: 4,5 toneladas
 Peso Vacío: 4000 Kls.
 Aprox.
 Volumen: 18 M3
 Medidas Aproximadas:
 Largo: 4,50 Mts
 Ancho: 2,10 Mts
 Alto: 1,90 Mts



(TRACTOMULA)

Capacidad: 30-35 toneladas
 Peso Vacío: 9500 Kls.
 Aprox.
 Volumen: 60 M3
 Medidas Aproximadas:
 Largo: 12 Mts
 Ancho: 2,30 Mts
 Alto: 2,20 Mts



(Sencillo)

Capacidad: 8 toneladas
 Peso Vacío: 6000 Kls.
 Aprox.
 Volumen: 32 M3
 Medidas Aproximadas:
 Largo: 6,50 Mts
 Ancho: 2,30 Mts
 Alto: 2,20 Mts

Camión	Volumen (m3)	Madera Pronostico	Metalica Diseños 2
		# de equipos (Cajas plegadas)	# de equipos (Cajas plegadas)
Minimula-Dobletroque	36	631,58	135,00
Tractomula	60	1052,63	225,00
Turbo	18	315,79	67,50
Sencillo	32	561,40	120,00

Imagen 29. Modelo logístico de retorno a centro de almacenamiento

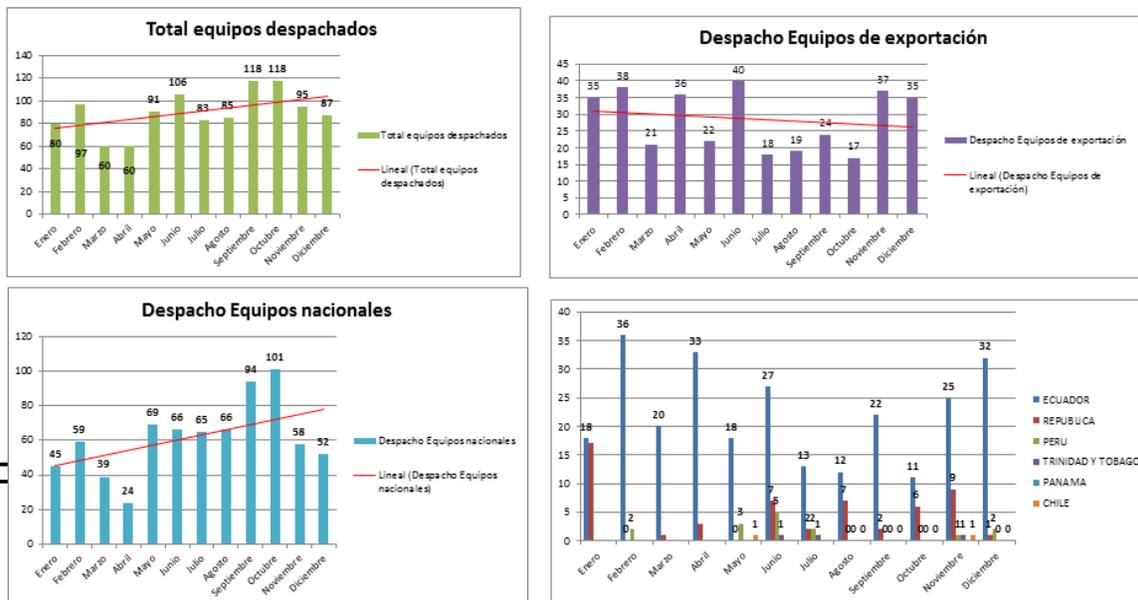


Imagen 30. Equipos Despachados 2015

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apoyados en la información técnica recopilada de las tecnologías en el mercado para control de inventarios, la recomendación es realizar el control de las cajas retornables por medio de la formulación e implementación de una fase dos del proyecto de movilidad; proyecto cuya fase inicial se encuentra en proceso de ajustes. Vale la pena aclarar que la formulación de un nuevo proyecto para el control de las cajas por medio del sistema de información que maneja la compañía SAP, se debe realizar si y solo si, se valida la viabilidad financiera.

Dicha evaluación financiera tiene distintos escenarios, en los cuales se tienen en cuenta variables como la vida útil de cada caja; costos de almacenamiento; porcentaje a considerar para el mantenimiento de las cajas; ciudades destino a las cuales se despacharan equipos con cajas retornables; costo de transporte para retornar las cajas al centro de distribución (Bello); y costo de fabricación de cada una de ellas; variables que hoy con los ensayos y pruebas realizadas, no son certeras. Con el fin validar que los valores asumidos en la evaluación con correctos, se propone realizar el proceso de control de las primeras cajas de forma manual, de acuerdo al siguiente procedimiento.

La recomendación es que con las 25 cajas que se entregaran completas y listas para su uso, se designen equipos (ascensores) únicamente de la ciudad de Medellín (incluyendo el Valle de Aburra), para que sean empacados en dichas cajas. Para ello se deben tener en cuenta las siguientes características que deben cumplir los equipos para que puedan ser empacados en las cajas diseñadas:

VARIABLE	CRITERIO
JJ ANCHO DE ENTRADA	≤ 1000
HH ALTURA DE ENTRADA	≤ 2100
TIPO DE MARCOS DE ENTRADA	E-102
CAPACIDAD DE CADA CAJA H	7 ENTRADAS
HL ALTURA INTERNA DE CABINA	≤ 2300

Imagen 31. Variables a considerar

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

CAPACIDADES	AA (mm)	BB (mm)	OBSERVACIONES
P06	1400	850	
P08	1400	1030	
P09	1400	1100	
P10	1400	1250	
P11	1400	1350	
P13	1600	1350	
P15	1600	1500	Solo con COP Lateral "CBX-NXXX"
P15	1800	1300	
P17	1800	1500	Solo con COP Lateral "CBX-NXXX"
P20	1800	1700	

Imagen 32. Capacidades de Ascensores

Con base en las variables y características descritas en las imágenes 30 y 31, se filtran los equipos de la ciudad de Medellín que cumplan con las especificaciones descritas. Este filtro se puede realizar en el plan de trabajo, el cual contiene toda la información necesaria para determinar que equipos se pueden empacar.

2016 **Plan Maestro Producción 2016**

FIN REA	F	SEM	D	PEDIDO	ORDEN	PROYECTO	ASC	Fe/ ENTREGA	S/O	AGENTE	Sem	CIUDAD
05/08/2015		15-7C	7C	1009247	MEC2015004	METRO CABLE LINEA MIRAFLORES (SQ-13B)	1/2	07/08/2015	2	COLOMBIA	18	Medellin
05/08/2015		15-7C	7C	1009247	MEC2015004	METRO CABLE LINEA MIRAFLORES (SQ-13B)	2/2	07/08/2015	2	COLOMBIA	18	Medellin
13/08/2015		15-7C	7C	1009872	MEC2013308-CABLEADO	DISTRITO 65	1	30/07/2015	0	COLOMBIA	18	Medellin
06/08/2015		15-8A	8A	1009474	MEC2015039MX	UNIDAD RESIDENCIAL LAURELEN TORRE 3 (LATINO)	1/1	31/07/2015	15	COLOMBIA	19	Medellin
19/08/2015		15-8A	8A	1009697	MEC2015082MX	ATALANTA TORRE 2 (LATINO)	1/2	27/07/2015	12	COLOMBIA	19	Medellin
19/08/2015		15-8A	8A	1009697	MEC2015082MX	ATALANTA TORRE 2 (LATINO)	2/2	27/07/2015	12	COLOMBIA	19	Medellin
pendiente		15-8A	8A	1009897	185	HOSPITAL GENERAL DE MEDELLIN	1	27/07/2015	0	???	19	Medellin
20/08/2015		15-8A	8A	1009538	185	HOSPITAL GENERAL DE MEDELLIN	1	30/07/2015	0	???	19	Medellin
25/08/2015		15-8B	8B	1009248	MEC2015004A	METRO CABLE LINEA ECHAVARRIA	1/3	07/08/2015	2	COLOMBIA	20	Medellin
29/08/2015		15-8B	8B	1009248	MEC2015004A	METRO CABLE LINEA ECHAVARRIA (SQ-13B)	2/3	07/08/2015	2	COLOMBIA	20	Medellin

Plan Maestro Producción 2016

Tipo Marco Hall A Tipo Marco Hall B

PEDIDO	ORDEN	PROYECTO	ASC	Sem	CIUDAD	Car Size	TMHA	TMHB	JJ	Hcab	AA	BB	HH
2A	1008206	MEC2014085	1/2	3	Medellin	P10	E-102	E-102	800	2300	1400	1250	2100
2A	1008206	MEC2014085	2/2	3	Medellin	P10	E-102	E-102	800	2300	1400	1250	2100
2A	1008651	MEC2014174	1/2	3	Medellin	P10	E-102	E-102	800	2300	1400	1250	2100
2A	1008651	MEC2014174	2/2	3	Medellin	P10	E-102	E-102	800	2300	1400	1250	2100
2C	1008525	MEC2013187MX	1/1	5	Medellin	P08	E-102	E-102	800	2300	1400	1030	2100
2C	1009070	MEC2014291MX	1/1	5	Medellin	P10	E-102	E-102	800	2300	1400	1250	2100
2C	1008805	MEC2014206	1/4	6	Medellin	P08	E-102	E-102	900	2300	1400	1030	2100
2C	1008805	MEC2014206	2/4	6	Medellin	P08	E-102	E-102	900	2300	1400	1030	2100
2C	1008805	MEC2014206	3/4	6	Medellin	P08	E-102	E-102	900	2300	1400	1030	2100
2C	1008805	MEC2014206	4/4	6	Medellin	P08	E-102	E-102	900	2300	1400	1030	2100

Imagen 33. Filtro Plan de Producción

Una vez se identifiquen los equipos, la información debe ser notificada al departamento de Instalación, quienes se encargaran de recibir la producción nacional empacada en cajas retornables y a su vez, realizaran el proceso de devolución de las mismas, luego de que ejecuten el proceso de desempaque.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El departamento de producción (cajas C, H y T), en conjunto con el de logística (caja B y Q), serán los responsables de determinar que equipos se empacaran con cajas retornables.

Luego de seleccionar los equipos, efectuar el proceso de empaque, notificar al departamento de instalación, y realizar el respectivo despacho, será responsabilidad de logística coordinar con instalación, la recogida y retorno de las cajas. En este punto logística se encargará de efectuar un control de los costos de transporte asociados a esta operación.

Una vez las cajas estén en planta, se debe evaluar el estado de las mismas, garantizando antes de volver a ser utilizadas, que se encuentren en estado óptimo y con todos los elementos de acople, incluyendo la lona o carpa protectora por cada caja. Actividad que estará a cargo de Logística.

En este punto, se validara de igual forma el costo de mantenimiento de las cajas, es decir se debe tener control del o los re-procesos necesarios que se realicen a cada una de ellas. Esta tarea estará a cargo del Coordinador del Proyecto (I+D+i).

Con lo anterior se daría por culminado el ciclo del proceso a seguir para el control y despacho de los equipos. Lo anterior debe ir acompañado de un seguimiento constante a los subprocesos involucrados en la implementación del empaque de componentes de ascensores en cajas retornables.

En tal sentido, mensualmente se realizará reunión con los implicados en el proceso para evaluar los pros y contras encontrados en cada proceso, con el fin de validar cada una de las variables involucradas y que al cabo de uno o dos semestres de ensayos y pruebas, se puedan tomar decisiones apoyadas en datos mucho más concretos y soportados en hechos reales.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

VARIABLES A CONSIDERAR

Costo de almacenamiento unitario (COP/m3)	COP 45.000
# días promedio residencia almacén 4 P.N	20
# días promedio residencia obra antes de Instalación	20
# días Transporte ciudades colombianas a centro de distribución central-Bello	8

% de Mantenimiento	15%
--------------------	-----

CAJA A FABRICAR	QTY	COSTO (\$)	COSTO (\$)
Cantidad caja Q	0	\$ 700.000	\$ 105.000
Cantidad caja H	0	\$ 700.000	\$ 105.000
Cantidad caja C	0	\$ 700.000	\$ 105.000
Cantidad caja B	1	\$ 350.000	\$ 52.500
Cantidad caja T	0	\$ 500.000	\$ 75.000
TOTAL	1	\$ 350.000	\$ 52.500

Ciudades de Analisis		
1	Medellin	22%
2	Costa Atlantica	11%
3	Otras ciudades	12%
4	Otras ciudades	12%
TOTAL		56%

Transporte a Centro de Abastecimineto	
Tipo	EC %
Sencillo	60%

Imagen 34. Variables en Evaluación Financiera

3.6 Fase 6 –Transferencia de conocimientos a operarios seleccionados de la empresa

Finalizada la fabricación de los primeros 5 modelos, se realizaron las pruebas de empaque de cada prototipo. Para esta actividad, se realizó un proceso de socialización con los técnicos, el cual consistió en compartir con ellos, el objetivo del proyecto, la información recopilada, y de qué forma se dio respuesta a cada uno de los requerimientos que ellos habían establecido, así como los que se habían tenido en cuenta para el diseño de las cajas. A partir de esto, se dio inicio al proceso de empaque de cada uno de los componentes para cada modelo de caja, proceso en el cual, se realizaban sugerencias para ajustar el diseño. Para las pruebas fue necesario coordinar las actividades con el proceso de manufactura y logística, ya que era necesario tener en cuenta que el ascensor que debíamos empacara en la prueba debía ser de la ciudad de Medellín, con el fin de monitorear el estado de las cajas.

De igual forma, conforme se realizaban las pruebas de empaque, se capacito a los operarios sobre los aspectos a tener en cuenta para el empaque de los componentes en las cajas diseñadas. Se les dio instrucciones sobre el método a seguir para el alistamiento de las cajas, antes de dar inicio al empaque de las partes, así como las variables a

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

considerar durante el empaque, y cuidados para evitar daños en las partes de los ascensores. Ver Anexo 2. Métodos de empaque.

Y finalmente, la metodología para el proceso de cierre y marcación de las cajas.

Proceso de Transferencia.



Imagen 35. Documentos de transferencia de conocimientos (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

Para garantizar la adopción de la nueva tecnología se llevará a cabo en proceso de transferencia de tecnología del cual hicieron parte algunos empleados perfilados por la empresa, considerando la capacidad de replicación de los mismos. Este proceso se desarrollará por parte de personal experto y se alcanzó mediante la realización de 8 jornadas de capacitación de 2 horas cada una. Ver Anexo 3. Documento para transferencia.

A lo largo de las 6 fases se involucraron aprendices e instructores del SENA a través de actividades como charlas, visitas guiadas, actividades de práctica, a fin de vincular al SENA para la transferencia de conocimiento generado en el proyecto y que tiene que ver con el diseño del empaque y los aspectos logísticos pertinentes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el diseño y la construcción de 5 modelos de cajas para empaque de algunos componentes de ascensores, llegando a un resultado tangible, 4 unidades de cada uno de los diseños para un total de 20 cajas retornables.

Se dio inicio a las pruebas de empaque, proceso al cual dio apoyo, estableciendo metodologías que permitieron facilitar el proceso de empaque con estas nuevas cajas.

Así mismo, el haber participado en las pruebas, permitió elaborar los nuevos métodos de empaque para cada tipo de caja. Dichos métodos describen el paso a paso a seguir para el empaque de componentes de ascensores en las cajas retornables.

Dentro del proceso se identificó algunas restricciones, debilidades y fortalezas:

Restricciones: Terminar el proyecto antes de una fecha tope, definición de una localización geográfica específica para el equipo, participación de un departamento, seguimiento de estándares, entre otros.

- Tiempo: el proyecto debe ejecutarse en una fecha estimada de 1 año.
- Alcance: el proyecto solo aplica para uso en el mercado doméstico.
- El diseño del empaque retornable que se estructure no reducirá la eficiencia de carga para el mercado local (Colombia).

Riesgos

Debilidades: Inexperiencia, en la compañía no se posee antecedentes de uso de metodologías de diseño formales para el diseño y el cálculo de resistencia de empaque.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Oportunidades: Considerando que uno de los objetivos que plantea el proyecto es generar un impacto positivo en el medio ambiente la reducción de generación de CO₂, existen mecanismos privados y públicos para financiar este tipo de proyectos.

Fortalezas: Como punto de partida se poseen los diseños de las cajas retornables de nuestra casa matriz en Japón. Además se contó con capital humano comprometido para la ejecución del proyecto.

Amenazas: Cuando se considere el concurso en convocatorias de entidades públicas deben establecerse planes alternos de financiación, pues algunas convocatorias de entidades del estado toman tiempo considerable para su definición.

Adicionalmente, el precio del acero es volátil por lo que los beneficios económicos del proyecto pueden verse determinados por esta variable.

En las imágenes 36 a 41 se pautó el resultado final.

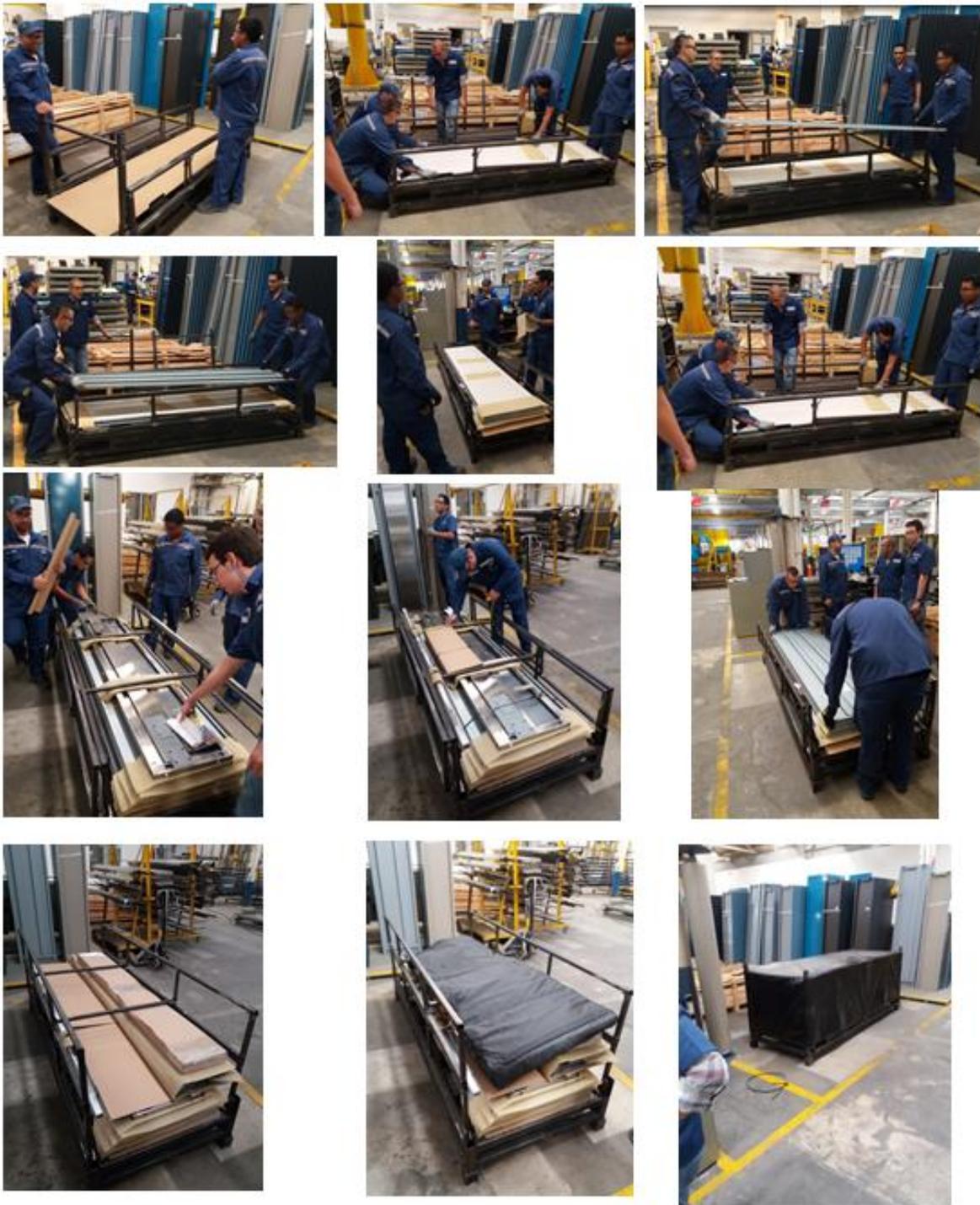


Imagen 36. Prueba de empaque Caja C (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

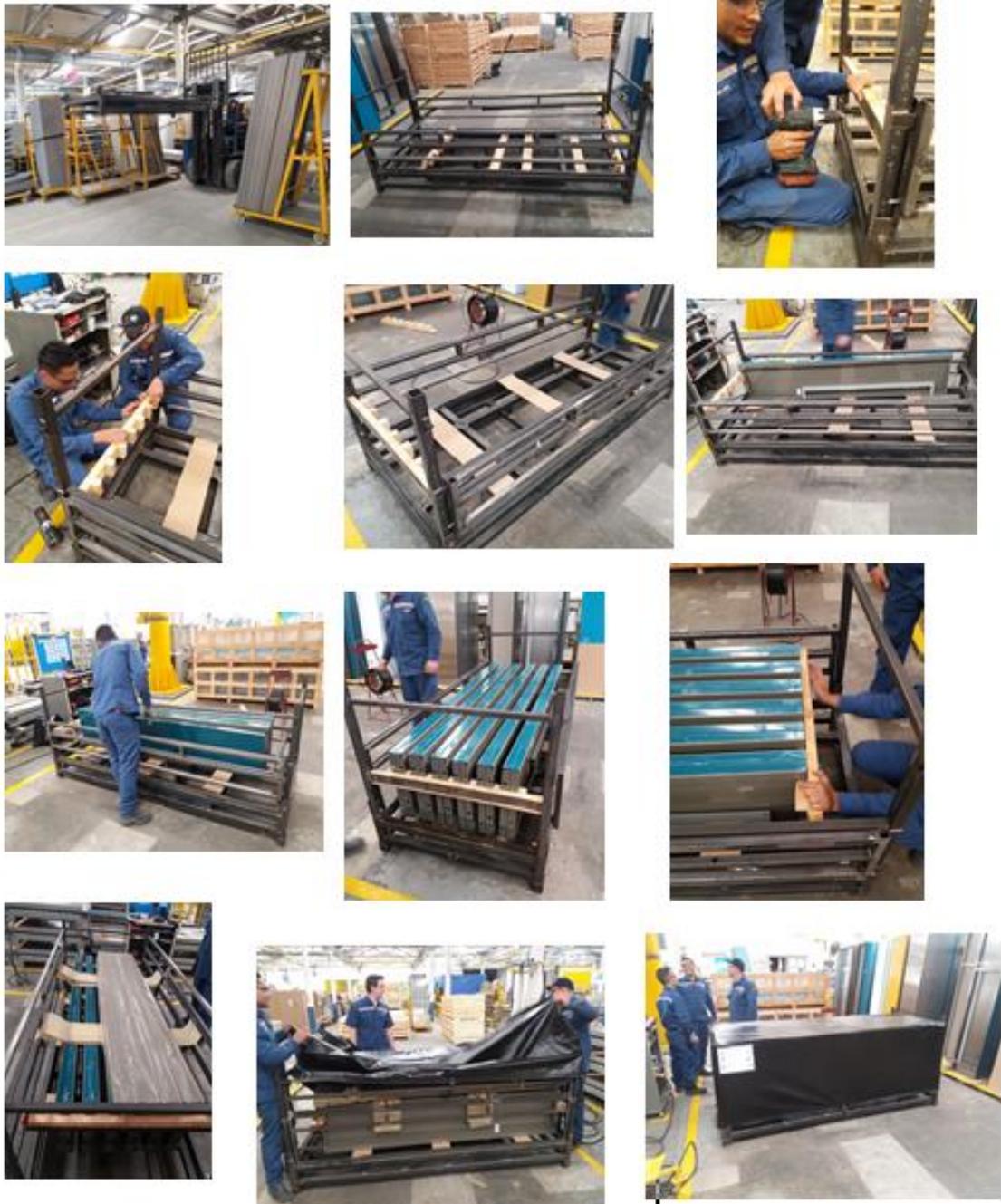


Imagen 37. Prueba de empaque Caja H (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Imagen 38. Prueba de empaque Caja T (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Imagen 39. Prueba de empaque Caja Q (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Imagen 40. Prueba de empaque Caja B (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Imagen 41. Proceso de empaque y despacho a obra (Planta Mitsubishi Electric de Colombia, 2016)

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

1. Luego de realizar la fabricación de 5 modelos iniciales (1 de cada modelo de caja), los cuales fueron sometidos a ensayos de empaque, se logró obtener unos diseños finales, los cuales cumplen los requerimientos de empaque. Con ello se logró obtener la fabricación de 20 cajas optimizadas (4 de cada modelo de caja), las cuales serán sometidas a ensayos con el fin de determinar con mayor precisión la viabilidad del proyecto de sustituir las cajas de madera que se utilizan actualmente en la compañía.
2. Con el desarrollo del proyecto, se logró obtener de forma más precisa, el costo asociada a la fabricación de los empaques retornables que cumplan con los requerimientos de empaque, así como las variables asociadas al proceso logístico del transporte de las cajas.
3. Luego de realizar los ajustes a los diseños iniciales de cada modelo de caja y de los ensayos de empaque, se obtuvo los diseños finales de las cajas, los cuales cumplen los requerimientos de empaque y resistencia mecánica. Bajo esas consideraciones, a pesar de lograr que cada uno de los modelos de cajas fueran plegables, las dimensiones de dichas cajas, superan las dimensiones de las cajas de madera que se utilizan actualmente, con lo que se concluye que el incremento en la eficiencia de carga esperada no se logra. Para obtener dicha eficiencia, es necesario modificar la flota de camiones utilizados para el transporte de las cajas, o en su defecto diseñar soportes que permitan optimizar el volumen de los camiones, con base en las dimensiones de cada una de las cajas utilizadas para el transporte de los componentes de los ascensores, procesos que no hacen parte del alcance de este proyecto.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. Para poder sustituir las cajas de madera que se utilizan actualmente, es necesario evaluar aspectos como el transporte de las cajas retornables, ya que afectan en gran proporción el retorno de la inversión, así como el costo de mantenimiento de las cajas, una vez estas regresen al centro de acopio. Hasta tanto no se obtenga una reducción en cada uno de los costos asociados a la implementación de empaques retornables en el modelo logístico de la compañía, no se podrán dejar de usar las cajas de madera. Como alternativa se plantea a manera de conclusión, realizar un proceso de reingeniería a las actuales cajas de madera, o en su defecto ver la viabilidad del uso de materiales distintos al acero.
5. Si bien es cierto, se estableció un Modelo Logístico para las cajas retornables, este contempla una fase inicial, en la que se debe tener en cuenta para la validación de variables como el costo de mantenimiento y transporte de las cajas, únicamente utilizar los modelos fabricados para el despacho a la ciudad de Medellín.

Se debe tener presente para el proyecto a futuro una serie de pasos importantes, los cuales garantizan el éxito de la ejecución.



5. SUPUESTOS Y RESTRICCIONES

CONFIDENCIAL
Revisión 2016-01-03

Supuestos	Restricciones
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mercado local: 60%. ▪ Precios madera y acero de acuerdo a inflación. ▪ Especificaciones carga estándar. ▪ 1 m³ madera = 1 Ton de CO₂.no absorbida. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo ejecución: 1 año. ▪ Alcance: Sólo mercado local. ▪ No se contempla reducción en la eficiencia de carga.

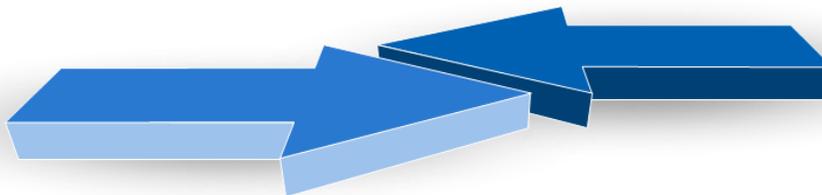


Imagen 42. Supuestos y restricciones

Se deben mitigar unos algunos riesgos y tener un flujo de caja, donde será la base principal para tomar una decisión de implementación del proyecto a nivel nacional e internacional. A continuación se muestra una imagen del flujo de caja, para visualización completa ver anexo 1. FLUJOS DE CAJA.

Resúmen			Criterios Evaluación (2º FILTRO)	
Escenario	VPN (COP)	TIR		
1 Sin cofinanciación-8 años (Ahorro completo cajas+Tte (Camión turbo, E.C=100%))	161.578.264	22%	1	0%<=TIR<5%
2 Sin cofinanciación-5 años (Ahorro completo cajas +Tte (Camión turbo, E.C=100%))	-136.021.915	6%	3	5%<=TIR<10%
3 Con cofinanciación SENA-8 años (Ahorro completo cajas +Tte (Camión turbo, E.C=100%))	270.570.059	29%	5	10%<=TIR<15%
4 Con cofinanciación SENA-5 años (Ahorro completo cajas+Tte (Camión turbo, E.C=100%))	-22.237.541	13%	7	15%<=TIR
5 Sin cofinanciación-8 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%))	-86.592.615	11%		
6 Sin cofinanciación-5 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%))	-308.859.082	-7%		
7 Sin cofinanciación-3 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%))	-504.221.949	-50%		
8 Con cofinanciación-8 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=60%))	123.335.031	22%		
9 Con cofinanciación-5 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%))	-195.074.708	-3%		
10 Sin cofinanciación-3 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%))	-385.924.640	-48%		
11 Sin cofinanciación-8 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%)-MDE-BOG)	-94.829.735	10%		
12 Sin cofinanciación-5 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%)-MDE-BOG)	-260.029.855	-8%		
13 Sin cofinanciación-3 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%)-MDE-BOG)	-405.407.346	-48%		
14 Con cofinanciación-8 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%)-MDE-BOG)	14.162.061	16%		
15 Con cofinanciación-5 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%)-MDE-BOG)	-146.245.481	-2%		
16 Sin cofinanciación-3 años (Costo mantenimiento=15% costo fabricación de las cajas+mntos actualizados+Tte (Camión sencillo, E.C=50%)-MDE-BOG)	-212.762.700	-17%		

Variables críticas proyecto	
Vida útil de las cajas	
Costo de almacenamiento de las cajas	
Costo de mantenimiento cajas	
Costo de transporte como función de la eficiencia de carga	
Costo de fabricación de las cajas	

Conclusión

Para que el proyecto sea viable financieramente, se debe garantizar la vida útil de las cajas considerando un costo de mantenimiento que sea adecuado en función de la vida útil proyectada (el proyecto sería viable si las cajas poseen una vida útil de 8 años para todos los envíos nacionales y bajo el escenario de que las cajas se desarrollarán exclusivamente para los depachos de Medellín y de Bogotá. A su vez, reducir el costo de almacenamiento de COP 45.000 a COP 40.000.

Finalmente, se obtendrá más rentabilidad si el proyecto se desarrolla a nivel nacional y no sólo para Medellín y Bogotá pero se propone comenzar primero con Medellín, luego con Bogotá.

(Ver escenario # 8 y # 14)

Imagen 43. Flujo de caja (Anexo 1. Flujos de caja, 2016)



10. PRESUPUESTO

CONFIDENCIAL
Revisión 2016-01-03



Imagen 44. Presupuesto

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

Anexo 1. Flujos de caja. (2016).

ANTONIO GUINDEO CASASUS. (s.f.). Obtenido de
http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_2196_9960.pdf

ASTM, A500. (s.f.). Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/ASTM_A500
fuente, p. (s.f.).

Hervás, I. V. (25 de Febrero de 2010). *Aprendamos Tecnología* . Obtenido de
<https://aprendemostecnologia.org/2010/02/25/tecnologia-industrial-i-materiales-madera/>

Inventor, Autodesk. (s.f.). Obtenido de <http://www.iac.com.co/autodesk-inventor/>

MELCOL. (1964). *Mitsubishi Electric de Colombia*. Obtenido de
<http://www.mitsubishielectric.com.co/acerca/index.html>

Planta Mitsubishi Electric de Colombia. (2016). Obtenido de
<http://www.mitsubishielectric.com.co/acerca/planta.html>

Planta Mitsubishi Electric Inazawa Works. (2015).

QuimiNet. (15 de Junio de 2012). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/evite-danar-sus-productos-usando-empaques-retornables-2784629.htm>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE IMÁGENES

<i>Imagen 1. Cajas usadas actualmente (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	6
<i>Imagen 2. Cajas retornables (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	7
<i>Imagen 3. Cajas retornables (Planta Mitsubishi Electric Inazawa Works, 2015)</i>	13
<i>Imagen 4. Origen caja H Japonesa (Planta Mitsubishi Electric Inazawa Works, 2015)</i>	14
<i>Imagen 5. Diseño en Autodesk Inventor Caja H</i>	
<i>Imagen 6. Diseño en Autodesk Inventor Caja C</i>	14
<i>Imagen 7. Diseño en Autodesk Inventor Caja Q</i>	
<i>Imagen 8. Diseño en Autodesk Inventor Caja T</i>	15
<i>Imagen 9. Diseño en Autodesk Inventor Caja B</i>	15
<i>Imagen 10. Tabla de composición y requerimientos mínimos e resistencia (ASTM, A500)</i>	16
<i>Imagen 11. Lista de materiales de cada una de las cajas</i>	16
<i>Imagen 12. Requerimientos generales</i>	17
<i>Imagen 13. Requerimientos Individuales</i>	18
<i>Imagen 14. Parámetros de diseño</i>	19
<i>Imagen 15. Casos a verificar para cada caja</i>	20
<i>Imagen 16. Análisis de resistencia caja H</i>	24
<i>Imagen 17. Diseño final Autodesk Inventor Caja B</i>	25
<i>Imagen 19. Diseño final Autodesk Inventor Caja Q</i>	25
<i>Imagen 18. Diseño final Autodesk Inventor Caja C</i>	25
<i>Imagen 20. Diseño final Autodesk Inventor Caja T</i>	25
<i>Imagen 21. Diseño final Autodesk Inventor Caja H</i>	25
<i>Imagen 22. Materiales Cajas</i>	27
<i>Imagen 23. Esquemas para fabricación Caja C</i>	27
<i>Imagen 24. Diseño Final Caja C (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	28
<i>Imagen 25. Diseño Final Caja H (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	29
<i>Imagen 26. Diseño Final Caja T (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	29
<i>Imagen 27. Diseño Final Caja B (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	30
<i>Imagen 28. Diseño Final Caja Q (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	30
<i>Imagen 29. Modelo logístico de retorno a centro de almacenamiento</i>	32
<i>Imagen 30. Equipos Despachados 2015</i>	32
<i>Imagen 31. Variables a considerar</i>	33
<i>Imagen 32. Capacidades de Ascensores</i>	34
<i>Imagen 33. Filtro Plan de Producción</i>	34
<i>Imagen 34. Variables en Evaluación Financiera</i>	36
<i>Imagen 35. Documentos de transferencia de conocimientos (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	37
<i>Imagen 36. Prueba de empaque Caja C (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	40
<i>Imagen 37. Prueba de empaque Caja H (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	41
<i>Imagen 38. Prueba de empaque Caja T (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	42

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

<i>Imagen 39. Prueba de empaque Caja Q (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	43
<i>Imagen 40. Prueba de empaque Caja B (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	44
<i>Imagen 41. Proceso de empaque y despacho a obra (Planta Mitsubishi Elecetric de Colombia, 2016)</i>	45
<i>Imagen 42. Supuestos y restricciones</i>	47
<i>Imagen 43. Flujo de caja (Anexo 1. Flujos de caja, 2016)</i>	48
<i>Imagen 44. Presupuesto</i>	48

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE

Anexo 1. Flujos de caja

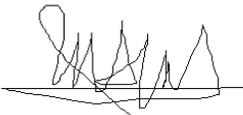
Anexo 2. Método de empaque

Anexo 3. Documento para transferencia

Anexo 4. Informe de resistencia de materiales

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES YUBER HERRERA



FIRMA ASESOR

FECHA ENTREGA: Febrero 20 de 2017

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____