

**ANDREA OSORNIO SILVA**

Facultad de Ingeniería  
Universidad Autónoma de Querétaro

(442) 186 51 81  
aos.osornio@gmail.com

Maestría en Diseño e Innovación

**04**

**DISMINUCIÓN DE ERRORES  
EN DISEÑOS DE EMPAQUE Y EMBALAJE  
POR MEDIO DE UNA PLATAFORMA  
ELECTRÓNICA ESPECIALIZADA**

## RESUMEN

En la industria actual el embalaje ha tomado un papel muy importante, en cuanto a que la industria del envase y embalaje es la mayor del mercado, puesto que actualmente no existe un bien de consumo que no lo requiera. Su finalidad no es sólo conservar y transportar un producto, sino generar un beneficio social y económico. Para el diseño de embalaje se deben considerar los requisitos de calidad, manipulación, distribución, tendencias modernas y normalización, entre otros aspectos, ya que el uso de embalaje adecuado será determinante para el éxito de un negocio que tendrá un impacto directo en costos de logística. De igual manera, cada uno de los agentes involucrados en la cadena de suministro debe reconocer que los clientes buscan la reutilización y reciclaje de los materiales, cuidando así al medio ambiente y reduciendo los impactos ecológicos, sin perder de vista que el embalaje es uno de los factores más relevantes del producto para la planeación logística al darle las características finales al producto.

**Palabras clave:** cartón corrugado, embalaje, empaque, industria manufacturera, Plataforma Electrónica Especializada, sector.

**Keywords:** paperboard, packaging, packing, manufacturing industry, specialized electronic platform, sector.

## INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera es la actividad perteneciente al llamado sector secundario de la economía, que transforma una gran diversidad de materias primas en diferentes artículos para el consumo (INEGI, 2011). En consecuencia, es definida como aquella empresa dentro de la industria que se dedica a la transformación de materias primas en productos y bienes terminados que están listos para ser consumidos o bien para ser distribuidos por quienes los acercarán a los consumidores finales (Ucha, 2014; Macedo, 2006).

De acuerdo con el Indicador Trimestral de Actividad Económica Estatal (ITAE), Querétaro tuvo un crecimiento económico del 7.9% en la industria durante 2017, por lo que se ubicó como el quinto estado con mayor crecimiento nacional. Se proyectó que para el 2018 el crecimiento económico fuese mayor (INADEM, 2018).

El 2017 fue un año donde las empresas que se desenvuelven en el sector del empaque y embalaje crecieron alrededor de un 5%, lo que significa que su producción llegó a 2.9 millones de toneladas de empaque, con un valor que trasciende a 14 mil millones de dólares, los cuales han sido dirigidos a las múltiples industrias de producción del país (Cruz, 2017). De acuerdo con esto, México ostenta la segunda industria de envases y embalajes más grande de América Latina, por el tamaño de su población y la dinámica de su economía. Su relevancia es de tanto peso para la economía del país que representa 1.7% de su PIB.

Debido a que la industria manufacturera se encuentra en el sector secundario, todos los productos requieren el uso de empaque y embalaje, lo que impacta directamente en sus gastos de transporte y almacenaje y representa hasta el 58% de los costos totales de operación. No obstante, se ha demostrado que el costo por un mal diseño de empaque y embalaje es más alto que el costo de una inversión en un diseño adecuado. En los últimos años la importancia del empaque y embalaje se ha minimizado, al no ser parte del producto principal y ser considerado un deshecho industrial.

Con base en la situación actual y antes detallada se propuso el siguiente trabajo de investigación, el cual busca identificar los factores por los que se rechaza el material de empaque y embalaje en las industrias manufactureras de Querétaro. De esta manera, el presente trabajo tiene el propósito de desarrollar una herramienta especializada que sea capaz de disminuir el rechazo de material específicamente dentro del sector industrial.

## El contexto del empaque y embalaje en las PYMES

Se consideran como pequeñas y medianas empresas (PYME), sean personas físicas con actividad empresarial, régimen de incorporación fiscal o sociedades mercantiles legalmente constituidas, a las que se clasifiquen de conformidad con la estratificación establecida en la fracción III del artículo 3 de la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, y en el Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresa (DOF, 2009).

Se entiende por empaque todo elemento fabricado con materiales de cualquier naturaleza

que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar un producto desde insumos y materias primas hasta artículos terminados, en cualquier fase de la cadena de distribución física (Cámara de Comercio de Bogotá y Dirección Internacional de Negocios, 2015). Por otro lado, el embalaje se puede definir como el conjunto de materiales, accesorios y demás elementos, especialmente acondicionados para el transporte, almacenamiento y distribución de los productos, asegurando que lleguen en perfecto estado al consumidor (Arias, 2015).

En cuanto a esto, existen diferentes elementos que se pueden usar para fabricar un empaque o embalaje, la elección depende principalmente de las necesidades de cada producto. Los materiales más comunes son papel, plástico, metal, vidrio, madera, material textil y cartón corrugado. En este trabajo de investigación se abordó específicamente el uso de cartón corrugado.

## Cartón corrugado

El cartón corrugado es un material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. Este material presenta amplias posibilidades de ser convertido en el embalaje de los más diversos productos. Su resistencia estructural y su flexibilidad de adaptación a distintas medidas, sistemas de envasado automatizado y condiciones de transporte, lo ha convertido en un producto de amplia difusión en los mercados (É Packaging, 2009)

El cartón es comúnmente usado como material de embalaje para el envío de ítems y tiene varias ventajas, ya que protege los elementos enviados, es barato y cambia de forma fácilmente. (Matias, 2016). A continuación, se muestran algunas de sus ventajas más detalladamente:

- Protege los ítems. Como embalaje, el cartón protege los objetos que se envían o se mueven, ya que con frecuencia tiene piezas múltiples de cartón ubicadas una encima de la otra para acolchonar los objetos frágiles.
- Material económico. El cartón corrugado tiene un bajo costo de fabricación, debido a que usualmente está hecho de materiales reciclados.
- Se sella fácilmente. El cartón puede ser sellado firmemente como paquete de diferentes formas.

- Flexibilidad. Algunas piezas de cartón son increíblemente rígidas y pesadas para proteger lo que está embalado, mientras que otras pueden ser enrolladas alrededor de los objetos para que el material no sea desaprovechado y el embalaje no sea voluminoso o difícil de enviar o guardar. El cartón es maleable y puede colocarse exitosamente alrededor de muchas formas.

## OBJETIVO

Disminuir el rechazo del material de empaque, elaborado de cartón corrugado, dentro una empresa manufacturera mediante el uso de una Plataforma Electrónica Especializada (PEE).

## METODOLOGÍA

La empresa donde se trabajó se considera como una industria mediana dentro del sector manufacturero, pertenece al área automotriz, y también se le conoce como Tier 1 por ser proveedora directa de empresas ensambladoras. Se encuentra en El Marqués, Querétaro.

A continuación, se describe la metodología usada para el desarrollo del proyecto de investigación, la cual se basa en la Metodología RAD (Rapid Application Development) que consta de 4 etapas: análisis y diseño, diseño de sistema, construcción e implementación. Es utilizada principalmente en el diseño de plataformas web y apps (Arias, 2017).

## Análisis y diseño

En esta etapa se realizó una estancia de tres días dentro de la empresa y se identificaron los departamentos con mayor contacto e influencia sobre el material de empaque y embalaje. Se seleccionaron los departamentos con los que se trabajaría, los cuales fueron Compras, Almacén, Logística y Producción. A través de la experiencia de los cuatro departamentos fue posible esquematizar el proceso de interacción entre cliente y el proveedor del material de empaque y embalaje. Adicionalmente se identificaron las incidencias que provocaban un rechazo de material, dichos datos fueron obtenidos directamente del departamento de calidad.

## Diseño de sistema

En esta etapa se hizo un análisis observacional de los métodos de diseño y de las herramientas tecnológicas que actualmente se usan dentro de la PyME del estudio. Se identificó tanto el *software* como el *hardware* de la empresa para facilitar el empleo de la PEE. En cuanto al *software* se hicieron observaciones referentes a diseño, tiempo de uso y facilidad de uso, y al *hardware* se identificaron sus herramientas. Adicionalmente, en esta etapa se diseñó un diagrama que muestra los factores más importantes a tomar en cuenta en el diseño de la PEE.

## Construcción

De acuerdo con los resultados de la etapa de Análisis y diseño y de Diseño de sistema se obtuvo la información necesaria para el diseño del prototipo de la PEE. A través del siguiente diagrama de razonamiento lógico se definió el orden de la interfaz de la PEE.

El uso del diagrama permitió la identificación del propósito de uso de la herramienta, la imagen corporativa de la app y el diseño del icono

y de las aplicaciones corporativas donde se decidieron los colores y el logo. El prototipo de la PEE se programó en HTML.

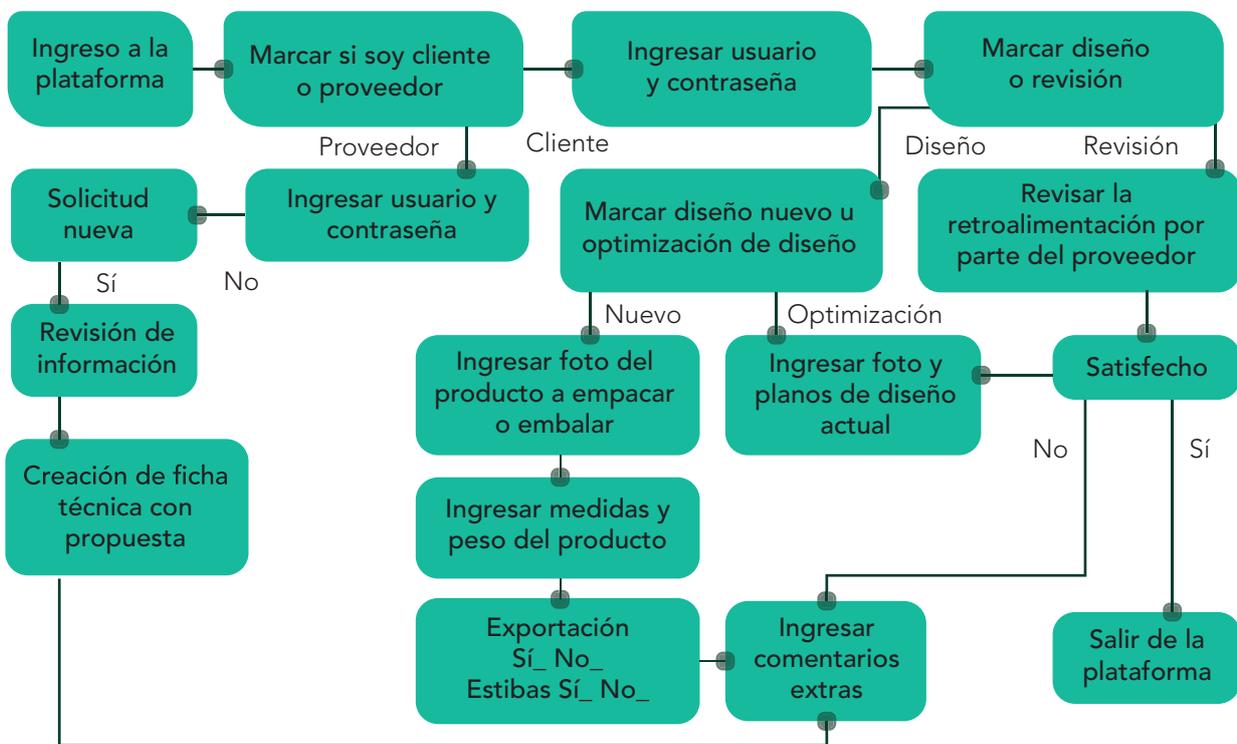
## Implementación

La implementación del prototipo se llevó a cabo durante dos meses, realizándose dentro de los 4 departamentos. Previamente se dio una capacitación general, la cual consistió en explicarles la función de cada botón. Después se tomó un producto de la empresa que no contaba con un empaque o embalaje adecuado para mostrarles el prototipo de la PEE. Finalmente, se les dejó que repitieran el proceso sin preguntar al capacitador.

Los departamentos que usaron la PEE fueron:

- Compras
- Almacén
- Logística
- Producción

Durante el tiempo de implementación se hizo un monitoreo semanal a cada departamento para asegurar que la PEE se estaba usando.



**Figura 1.** Diagrama del razonamiento lógico de la herramienta  
Fuente: elaboración propia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para la etapa de Análisis y diseño fueron la esquematización del proceso de interacción entre cliente y proveedor, así como una tabla de incidencias reportadas. El esquema del proceso se muestra en la Figura 2, donde se pueden observar los pasos que se seguían dentro de la empresa para obtener un empaque o embalaje.

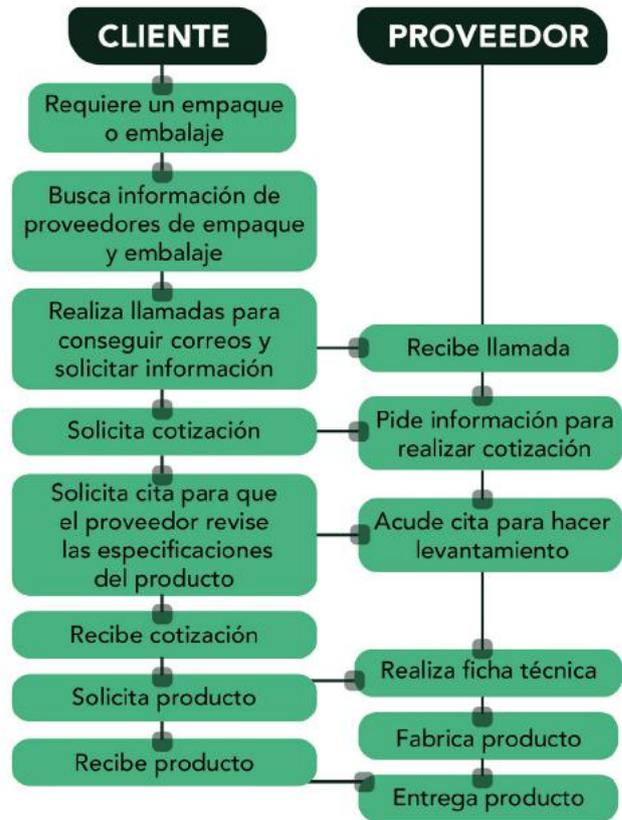
Adicionalmente, se identificaron las diferentes incidencias por las cuales el material de empaque hecho de corrugado podía ser rechazado o considerado con desviación, el departamento de calidad fue quien determinó esta clasificación. A este respecto, se determinó como "rechazo" aquel material que era imposible de recibir, ya que afectaría la funcionalidad del empaque, mientras que "aprobado con desviación" se definió como el empaque de corrugado recibido, que tenía detalles de calidad, sin embargo, no afectaba la funcionalidad del empaque.

La Tabla 1 muestra los motivos por los cuales el material se consideró como rechazo. Las principales incidencias encontradas fueron dobleces fuera de especificación, material contaminado, empaque deteriorado, cajas rotas, corrugados despegados, resistencia inadecuada, descuadre en caja, mala estiba y alto porcentaje de humedad.

De forma consecuente, en la etapa de Diseño de sistema se determinó que la PEE tenía que ser responsiva para usar en tablets, computadoras y celulares, ya que son las principales herramientas con las que se cuenta. El dispositivo que emplea cada usuario depende de las funciones que desarrolla dentro de la empresa y de la facilidad de acceso de cada uno de ellos.

En la Figura 3 se muestra el esquema de incidencias y riesgos en el ciclo de vida del producto, los cuales ayudaron para definir los requerimientos de diseño para un empaque y embalaje.

En la etapa de Construcción se crearon los diseños de la interface y se obtuvieron la imagen corporativa, así como, la finalidad de cada uno de los botones. Se obtuvo una interface de una PEE, por medio de la cual, ingresando los requerimientos determinados como necesarios para un diseño de empaque, es posible disminuir las incidencias en empaque de corrugado. Los requerimientos a ingresar son los siguientes:



**Figura 2.** Esquema del proceso de interacción entre cliente y proveedor del material de empaque y embalaje  
Fuente: elaboración propia.

### a) Dimensiones

Medidas en mts. (largo x alto x ancho).

Las medidas son necesarias para diseñar un empaque y/o embalaje adecuado para los productos. Un empaque debe ajustarse al producto para que no haya movimiento dentro y no se creen vibraciones.

### b) Peso aproximado

Peso en kg. El peso se solicita en kg y no se incluyen decimales, ya que para un diseño seguro siempre se considerará un kg de tolerancia, por lo que los gramos pasan a ser irrelevantes en el diseño.

### c) Número de estibas

Las estibas para el almacenamiento y el transporte son importantes, debido a que la resistencia del material de empaque y embalaje cambia, si debe soportar peso encima o si no.

d) Tipo de transporte

El tipo de transporte es importante sobre todo en caso de que sea marítimo, ya que en ese momento se debe considerar la humedad como un factor para una posible alteración.

e) Exportación

En caso de usar madera, que para los embalajes es el principal material, y el producto sea de exportación, la madera debe ser tratada por medio de Heat Treatment (HT), donde se pone dentro de un horno para eliminar cualquier tipo de plagas. También se expide un certificado y con éste es posible exportar el material.

El usuario ingresa a la PEE donde subirá una foto o imagen de su producto a embalar, así mismo deberá ingresar los requerimientos que durante el estudio se establecieron como necesarios para hacer un diseño. Al ingresar esos datos el usuario podrá solicitar su diseño de embalaje. A través de la PEE se le brinda al usuario un plano del diseño de embalaje que requiere, así como, el despiece de cada uno de los componentes necesarios con sus características, de esa manera cualquier fabricante puede hacer el embalaje sin correr riesgos en el diseño.

Tabla 1. Incidencias reportadas

MOTIVO	CARACTERÍSTICA	CONSECUENCIAS
Dobleces fuera de especificación	Dobleces que estén +/- 5 mm de las medidas requeridas.	Al tener más de 5 mm el material hace juego provocando choque entre sí y al tener menos de 5 mm queda muy ajustado.
Material contaminado	El material se encuentra con manchas de algún agente externo.	Provoca una mala imagen al cliente.
Empaque deteriorado	El corrugado está maltratado por el tiempo o por un descuido del transportista.	Provoca una mala imagen al cliente.
Cajas rotas	La caja tiene una fisura o un hoyo de más del 2% del área de esa cara.	Afecta la funcionalidad de la caja.
Corrugado despegado	Las orillas están despegadas.	La caja se puede vencer antes de llegar al destino final.
Resistencia inadecuada	La resistencia elegida en el corrugado es menor a la necesaria.	La caja se rompe al no resistir el peso que va a cargar.
Descuadre en caja	La caja no forma ángulos de 90 grados en las esquinas.	Al estibar las cajas quedan de lado.
Mala estiba	Las cajas se maltrataron ya que durante la estiba el peso fue mayor al que resisten.	Las cajas pierden su forma.
Alto porcentaje de humedad	Las cajas absorbieron humedad a lo largo de la cadena logística.	Al estar húmedas las cajas pierden resistencia y se pueden romper.

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de la empresa.

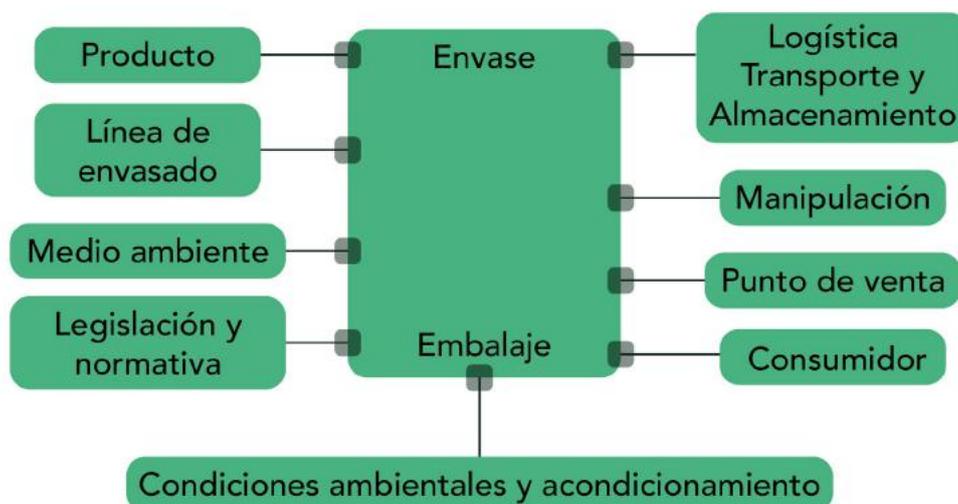


Figura 3. Esquema de incidencias y riesgos en el ciclo de vida del producto

Fuente: Javierre, 2007

La Figura 4 muestra las interfaces obtenidas para la PEE diseñada y usada durante la implementación.

Finalmente, en la etapa de Implementación se obtuvo la cantidad de rechazos que hubo en el periodo de prueba, los cuales se compararon con los que había antes de la implementación de la PEE. Estos resultados se exhiben a continuación. En la Tabla 2 se encuentra la cantidad de incidencias que hubo durante el periodo previo al uso de la PEE.

En la Tabla 3 se muestra la misma información, pero después del periodo de uso de la PEE.

En la Gráfica 1 se puede observar la comparación de rechazos previos y rechazos posteriores al uso de la PEE, con información de las tablas anteriores. El mayor número de rechazos previos al uso de la PEE se obtuvo en las incidencias de-

nominadas dobles fuera de especificación con un 100% y resistencia inadecuada con un 100%, por debajo de éstas se encontró el empaque deteriorado con un 20%, cajas rotas con un 8%, y material contaminado y corrugado despegado solo con un 1%.

Después del uso de la PEE los resultados mejoraron y se obtuvo un 80% en dobles fuera de especificación, reduciendo el rechazo en un 20%, la resistencia inadecuada se redujo al 70% de rechazos, es decir, hubo una reducción en rechazos del 30%, en empaque donde de un 20% se redujo al 10%. En material contaminado no hubo cambios y en corrugado despegado se eliminó por completo pasando de un 1% a un 0%.

En la Gráfica 2 se encuentran las incidencias previas y posteriores al uso de la PEE. La mayor incidencia previa al uso de la PEE fue el descu-

**Tabla 2.** Relación de incidencias con rechazo durante el periodo previo a la PEE

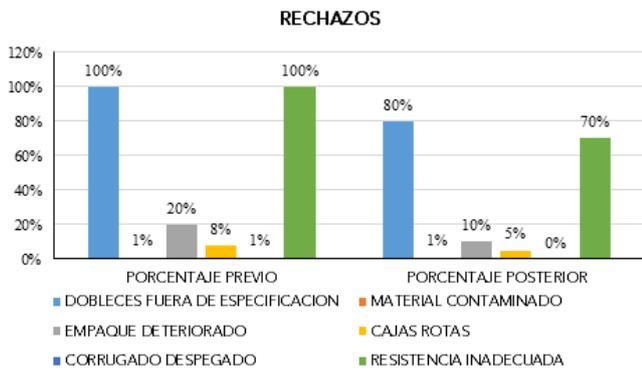
Fecha	Clave	Incidencia	Cantidad entregada por proveedor	Cantidad rechazada	Porcentaje	Observaciones
27/07/2017	159,801	Dobles fuera de especificación	1,500	1,500	100%	Rechazado
02/08/2017	138,803	Material contaminado	13,200	75	1%	Rechazado
09/08/2017	159,801	Empaque deteriorado	9,375	1,875	20%	Rechazado
08/09/2017	138,803	Cajas rotas	14,650	1,129	8%	Rechazado
11/10/2017	138,803	Corrugado despegado	40,500	342	1%	Rechazado
14/11/2017	138,803	Falta de arte	18,200	18,200	100%	Rechazado

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de la empresa

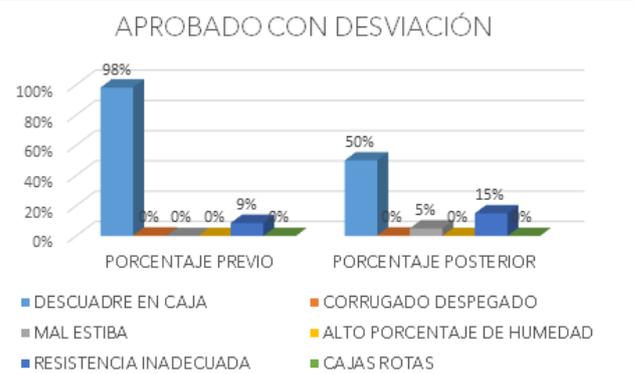
**Tabla 3.** Relación de aprobación con desviación durante el periodo posterior al uso de la PEE

Fecha	Clave	Incidencia	Cantidad entregada por proveedor	Cantidad con Incidencia	Porcentaje	Observaciones
09/02/2017	130,586	Descuadre en caja	840,300	825,000	98%	Aprobado con desviación
14/02/2017	138,805	Corrugado despegado	18,038	63	0.35%	Aprobado con desviación
04/05/2017	138,803	Mala estiba	28,800	0	0%	Aprobado con desviación
24/07/2017	130877/130878	Alto porcentaje de humedad	14,500	0	0%	Aprobado
13/09/2017	138,803	Falta de arte	57,225	4,950	9%	Aprobado por el cliente
05/10/2017	138,802	Cajas rotas	2,700	0	0%	Aprobado

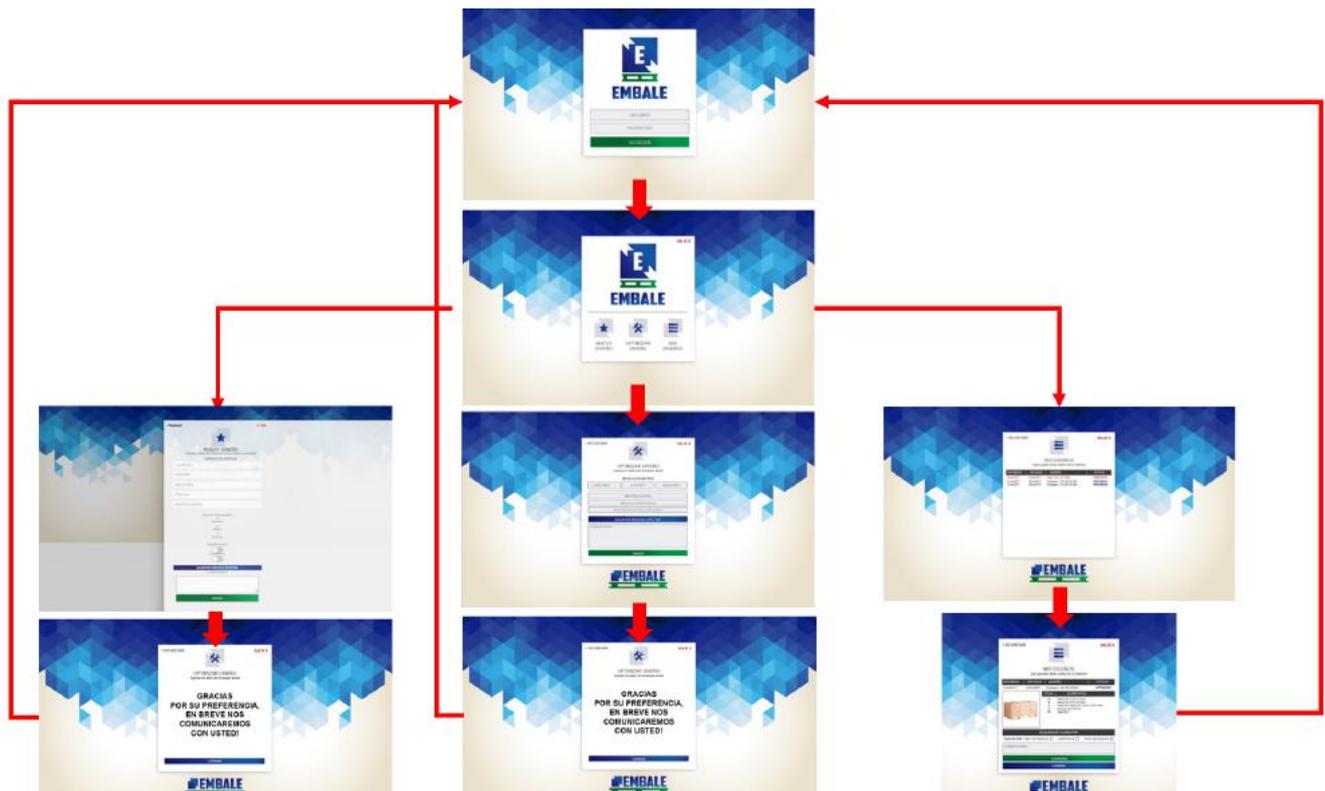
Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de la empresa



**Gráfica 1.** Rechazos previos y posteriores al uso de la PEE  
Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de la empresa



**Gráfica 2.** Aprobado con desviación previo y posterior al uso de la PEE  
Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa



**Figura 4.** Interface de la PEE  
Fuente: elaboración propia

dre en caja con un 98%, el cual tuvo un decremento del 48% llegando a un 50%. La segunda incidencia fue la resistencia inadecuada, la cual no obtuvo mejora ya que de un 9% está aumentó al 15%, es decir, hubo un incremento del 6%. El mismo caso se obtuvo en la mala estiba donde hubo un incremento del 5%, previamente había un 0% de incidencias y aumentó al 5%. En cuanto al corrugado despegado, el alto porcentaje de humedad y las cajas rotas, no tuvieron cambio alguno ya que las tres incidencias permanecieron en un 0%.

## CONCLUSIONES

Las observaciones de estas dos tablas, mediante los gráficos anteriores, permitieron justificar la necesidad del uso de una PEE, cuyo objetivo es reducir los rechazos y aprobaciones con desviación del material de empaque y embalaje de cartón corrugado.

Finalmente, se concluyó que el mayor número de rechazos se presenta en dobleces fuera de especificación, resistencia inadecuada y en descuadre en cajas, las tres incidencias se presentan durante el diseño del empaque de corrugado, por lo cual, la PEE tiene influencia directa para mejorar los tres aspectos.

El uso de la PEE redujo tanto el porcentaje de rechazos como el de aprobación con incidencia, con excepción de las incidencias donde involucraban factores sociales, es decir, factores donde el humano tuvo una intervención posterior al diseño y fabricación del empaque, por lo cual el diseño y uso de la PEE alcanzó el objetivo propuesto.

## REFERENCIAS

- ARIAS, D. (2017). *Metodologías de desarrollo de software*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- ARIAS, J. O. (2015). *Fundamentos de envases y embalajes*. Baranquilla, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje.
- BALLOU, R. H. (2014). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. Cleveland: Pearson Education.
- Cámara de Comercio de Bogotá y Dirección Internacional de Negocios. (2015). *Guía Práctica Etiqueta, Empaque y Embalaje para una Exportación*. Bogotá: Dirección

- Internacional de Negocios.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2017). *Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa*. Ciudad de México: Secretaría General.
- CRUZ, H. (2017). *Industria del envase y el embalaje en México crece el doble de la economía. Elempaque*. (CLIEP, Entrevistador)
- DOF. (2009). Ciudad de México.
- INADEM. (2018). *Sectores estratégicos*. Ciudad de México, México: INADEM.
- INEGI. (2009). *Micro, pequeña, mediana y gran empresa*. Ciudad de México, México: Censos Económicos y INEGI.
- INEGI. (2011). *Cuéntame más*.
- JAVIERRE, P. N. (2007). *Guía práctica de diseño de envases y embalajes para la distribución de productos*. Valencia: IMPIVA.
- MACEDO, J. J. (2006). *Economía*. Jalisco, México: Umbral.
- MATIAS, A. P. (2016). *Producción de cajas de cartón*. San Rafael, Argentina: UTN.
- NIEVES, M.A. (2015). *Procedimientos técnicos de un producto, envase y embalaje de exportación que se deben cumplir para ingresar a un territorio*. Machala: Unidad Académica de Ciencias Empresariales, pp 1-14.
- PACKAGING, É (2009). *Tendencias y desafíos en envases de cartón corrugado*. Recuperado de: <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/14640-tendencias-y-desafios-envases-carton-corrugado>
- UCHA, F. (2014). *Definición de Industria Manufacturera*.

