

## Aplicación de la metodología PDCA en la implementación de mejora en una empresa dedicada a la fabricación de cajas de cartón

### Application of the PDCA methodology in the implementation of improvements in a company dedicated to the manufacture of cardboard boxes

Carlos Velázquez Hernández <sup>a</sup>, Rafael Granillo Macías <sup>b</sup>, José G. Balcázar García <sup>c</sup>, Francisca Santana Robles <sup>d</sup>

#### Abstract:

The company in which this work is carried out is dedicated to the manufacture of corrugated cardboard boxes and packaging. The purpose of this project is to improve the condition of the company's corrugated cardboard through proper sheet management, thus contributing to the lowest possible rejection rate in production. The quality department applies the PDCA continuous improvement methodology in conjunction with the company's internal quality specifications manual. To carry out this work, a study was conducted of the company's production problems, which include large amounts of non-conforming product due to warping caused by poor cardboard handling. During the first phase of this analysis, the objectives and improvement plans were defined. In the second phase, the established plans were implemented to ensure the achievement of the objectives. In the third stage of verification, an audit was conducted to assess the implementation of the proposed improvements. This resulted in 100% compliance and a 34% reduction in production rejects, allowing both the quality department and the production and storage departments to improve their performance. Finally, programs to verify proper handling of corrugated cardboard sheets and annual training programs for employees were implemented.

#### Keywords:

Corrugated cardboard, Warping, Quality, PDCA cycle, Good practices.

#### Resumen:

La empresa en la cual se desarrolla este trabajo, es dedicada a la fabricación de empaques y cajas de cartón corrugado. El propósito de este Proyecto es mejorar las condiciones del cartón corrugado en la empresa, por medio de un buen manejo de las láminas, y así contribuir al menor rechazo posible en la producción por medio del área de calidad aplicando la metodología de mejora continua PDCA en conjunto con el manual de especificaciones interno de calidad de la empresa. Para la realización de este trabajo se efectuó un estudio de la problemática que tiene la compañía en su producción al tener mucho producto no conforme por el combado provocado por un mal manejo del cartón. Durante este análisis en la primera etapa se definieron los objetivos y planes de mejora. En la segunda fase se llevaron a cabo los planes establecidos para garantizar la consecución de los objetivos. En la tercera etapa de verificación se ejecutó una auditoría para valorar la implementación de las mejoras propuestas en la cual se logro un cumplimiento del 100% y una reducción del 34% en la cantidad de rechazos en la producción, permitiendo que tanto el departamento de calidad, como de producción y almacenamiento tengan un mejor desempeño. Por último, se implementaron programas de comprobación del buen manejo de las láminas de cartón corrugado y programas de formación anual para los empleados.

#### Palabras Clave:

Cartón corrugado, Combado, Calidad, Ciclo PDCA, Buenas prácticas.

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: [froncarlos12@gmail.com](mailto:froncarlos12@gmail.com)

<sup>b</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: [rafaelgm@uaeh.edu.mx](mailto:rafaelgm@uaeh.edu.mx)

<sup>c</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: [profe\\_7739@uaeh.edu.mx](mailto:profe_7739@uaeh.edu.mx)

<sup>d</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: [josegb@uaeh.edu.mx](mailto:josegb@uaeh.edu.mx)

## Introducción

El sector de papel a escala global tiene un rol crucial en el mercado, en particular, en la industria del papel de cartón corrugado, dicho material se emplea en la producción de cajas de cartón y sus derivados, que son extremadamente importantes en la cadena de valor en el sector industrial. Por consiguiente, es de especial importancia tener consigo buenos métodos de producción en el buen manejo del material y del producto terminado para poder cumplir con la calidad y especificaciones de cada uno de los clientes sin necesidad de generar costes extras innecesarios para las empresas, con rechazos o mermas por material dañado debido a su mal manejo.

Frente a un entorno progresivamente competitivo y cambiante en la industria del cartón corrugado la implementación sistemática para la optimización de procesos es un componente cada vez más relevante para alcanzar el éxito en las organizaciones. Igualmente, las etapas de revisión de procesos y puestas en marcha de mejoras deben de llevarse a cabo de manera constante, lo que permite identificar desviaciones y detectar anomalías en los procedimientos para así poder funcionar de forma adecuada mediante la implementación de metodologías.

Una de estas metodologías es el Ciclo de Deming o ciclo PDCA que ayuda a gestionar los procesos para que se realicen de forma correcta y se alcancen los niveles óptimos de calidad.

En base a las investigaciones de Orantes (2022) el ciclo PDCA (plan-planear, do-hacer, check-verificar, actuar) se define como una estrategia o metodología de gestión con la cual se establece un sistema cíclico de mejora continua, basado en la planificación, análisis y acción. Dicha metodología está dirigida al alcance de objetivos, metas y a la resolución de problemas dentro de una organización.

El ciclo PDCA es una metodología que ofrece diferentes beneficios, es aplicable en cualquier industria o ámbito que requiera la implementación de un plan de acción que sea retroalimentado y mejorado hasta alcanzar la estandarización, control y gestión de procesos.

## Marco teórico

### Conceptos de calidad

El término calidad proviene de la raíz etimológica de la palabra que tiene sus inicios en el término griego Kalos,

que significa "lo bueno, lo apto", y también en la palabra latina *qualitatem*, que significa "cualidad" o "propiedad". En este sentido, calidad es una palabra de naturaleza subjetiva, una apreciación que cada individuo define según sus expectativas y experiencias, es un adjetivo que califica alguna acción, materia o individuo, además la calidad constituye el conjunto de cualidades que representan a una persona.

La calidad es un juicio de valor subjetivo que describe cualidades intrínsecas de un elemento; aunque suele decirse que es un concepto moderno, el hombre siempre ha tenido un concepto intuitivo de la calidad en razón de la búsqueda y el afán de perfeccionamiento como constantes del hombre a través de la historia (Nava 2005).

De acuerdo a Deming definir calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará. Esto no es fácil, y tan pronto como uno se siente exitoso, encuentra rápidamente que las necesidades del cliente han cambiado y que la competencia ha mejorado, hay nuevos materiales para trabajar, algunos mejores que los anteriores, otros peores, otros más baratos, otros más caros.

La calidad es una determinación del cliente, o una determinación del ingeniero, ni del área de marketing, ni de la alta dirección, ya que está basada en la experiencia actual del cliente con los productos o servicios, comparado con sus requerimientos, establecidos o no establecidos, conscientes o inconscientes, técnicamente operacionales o enteramente subjetivos. Y siempre representando un blanco móvil en un mercado competitivo (Hoyer, 2009).

A comienzos de siglo, Frederick W. Taylor (1856-1915), desarrolló una serie de métodos destinados a aumentar la eficiencia en la producción, en los que se consideraba a los trabajadores poco más que como máquinas con manos. Esta forma de gestión, conocida como Taylorismo, ha estado vigente durante gran parte de este siglo, y aunque está muy alejada de las ideas actuales sobre calidad, fue una primera aproximación a la mejora del proceso productivo (Nebrera, 1990).

Un concepto ampliado es la calidad total, el cual de acuerdo a Hernando M. Navarrete en su libro *Planeación estratégica de la Calidad Total* (1993), sugiere como concepto de calidad total la siguiente definición: "Es una filosofía empresarial coherente orientada a satisfacer mejor que los competidores, de manera permanente y

plena, las necesidades y expectativas cambiantes de los clientes, mejorando continuamente todo en la organización, con la participación activa de todos para el beneficio de la empresa y el desarrollo humano de sus integrantes, con impacto en el aumento del nivel de calidad de la comunidad" (Peresson, 2007).

Otro termino relevante es el Control de calidad es el proceso de regulación a través del cual podemos medir la calidad real. compararlo con las normas y actuar sobre la diferencia.

De acuerdo a (Juran; Franc & Bingham 2021). los otros significados de control de calidad son:

1. Una parte del proceso de regulación, p. e., inspección del producto.
2. El nombre de un departamento que se dedica a tiempo completo a la función de calidad este uso, el término se pone con iniciales mayúsculas, es decir, Control de Calidad

En relación a los principios de la gestión de la calidad son:

- — enfoque al cliente;
- — liderazgo;
- — compromiso de las personas;
- — enfoque a procesos;
- — mejora;
- — toma de decisiones basada en la evidencia;
- — gestión de las relaciones (Norma ISO 9001:2015.)

Un sistema de gestión de la calidad está compuesto por todos los procesos que se interrelacionan entre sí. Estos procesos del sistema de gestión de la calidad comprenden a procesos que directa e indirectamente están presentes en la organización. Los procesos raramente ocurren en forma aislada. La salida de un proceso normalmente forma parte de las entradas de los procesos subsecuentes (García, 2006).

(Ramírez y Rodríguez. 2009) señalan también que la mejora continua es un proceso busca que el empresario sea un verdadero líder de su organización, asegurando la participación de todos e involucrándose en los procesos de la cadena productiva. Para ello, debe adquirir compromisos profundos, ya que él es el principal responsable de la ejecución del proceso y la más importante fuerza impulsora de su empresa.

El mejoramiento continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo. La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede

contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

Según la NTP-ISO 9000:2001, Mejora continua es una "actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos" siendo los requisitos la "necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria". - Análisis y evaluación de la situación existente. - Objetivos para la mejora. - Implementación de posible solución. - Medición, verificación, análisis y evaluación de los resultados de la implementación. - Formalización de los cambios. Los resultados se revisan para detectar oportunidades de mejora. La mejora es una actividad continua, y parte de la información recibida del propio sistema y de los clientes (García, 2006).

Acuña (2023) señala que el mejoramiento continuo de la calidad es una necesidad en el campo de los servicios y debe ser implementado mediante mecanismos de búsqueda continua de mejora y bajo la responsabilidad de un equipo que ha sido empoderado para tomar decisiones ágiles y efectivas. La calidad se puede mejorar de muchas maneras, por ejemplo:

- a. Estableciendo comunicación con los clientes por medio de medios de comunicación digital, encuestas electrónicas de servicio, charlas, entrevistas y uso de redes sociales
- b. Identificando y solucionando problemas La mejor fuente son los clientes internos y los usuarios. Se debe crear una cultura de reportar todo aquella que cause problemas o enojos al usuario.
- c. Modificando o creando estándares. Es importante que su existen estándares estos sean revisados periódicamente (Acuña, 2023).

Frederick Taylor (1856-1915) cambió totalmente el enfoque de la manufactura al convertir la administración de la misma en una ciencia. Con sus detallados estudios del trabajo institucionalizó el sistema de producción con lotes y propuso la división en departamentos que centran sus esfuerzos en actividades muy específicas.

Frederick Taylor (1856-1915) cambió totalmente el enfoque de la manufactura al convertir la administración de la misma en una ciencia. Con sus detallados estudios del trabajo institucionalizó el sistema de producción con lotes y propuso la división en departamentos que centran sus esfuerzos en actividades muy específicas (Socconini, 2019).

Buenas prácticas de manufactura  
Las Prácticas de Manufactura (BPM):

Son una parte de la función de garantía de calidad de una empresa dedicada a la elaboración de productos

farmacéuticos, que asegura que dichos productos se fabriquen de manera uniforme y controlada, de acuerdo con las normas adecuadas al uso que se les pretende dar y conforme a las condiciones exigidas para su comercialización (Mora, 2009).

#### Manufactura esbelta

Una manera simple de mejorar las operaciones o actividades de cualquier sistema de producción. Lean es hacer más con menos y con menos esfuerzo, (menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio), es un sistema integrado de principios y métodos, una filosofía de gestión de la empresa que lleva a la perfección de todo el sistema. Si su implementación se lleva a cabo de manera correcta, la empresa tendrá como resultados la eliminación de todas las operaciones que no agreguen valor al producto, servicio y a procesos (Ibarra, Ballesteros. 2017).

Lean manufacturing (en español "producción ajustada"), se define como la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada (también llamada Toyota Production System), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming (Sanches, 2010).

En Japón para la producción de automóviles se desarrolló una colección de herramientas como 5'S, SMED, TPM, Kanban, Kaizen, heijunka y jidoka que se utilizan para la eliminación de todas aquellas actividades que no aportan valor al producto que se pueden entender como despilfarros o desperdicios y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Lo anterior es considerado como el método Lean manufacturing que en castellano significa "producción esbelta" (Vargas, Muratalla & Jimenes. (2018).

Luego de la Segunda Guerra mundial, la compañía automovilística más importante de Japón, Toyota, vio que el método de trabajo de la producción en masa no les convenía por diversas situaciones del país. Como resultado, sus ingenieros Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, iniciaron lo que Toyota llamaría el Sistema de Producción Toyota, y que más tarde sería Lean Manufacturing. Esta filosofía de trabajo ha sido divulgada en todo el mundo y puesta en práctica por diferentes sectores productivos tanto de servicios como de manufactura (Tejada, 2011).

Herramientas de calidad

Las herramientas de la calidad la constituyen mecanismos, que se basan en: "procedimientos gráficos, esquemas numéricos y analíticos, mecanismos de operación, en definitiva, son métodos estructurados que auxilian en el planeamiento y la ejecución viabilizando las acciones gerenciales. El objetivo principal de la utilización de herramientas es alcanzar niveles más altos en la calidad del producto, exigiendo así un continuo acompañamiento, control y mejora de los respectivos procesos". (Osorio, 2021).

El desarrollo de nuevos métodos y herramientas para la mejora de la calidad dio un salto cualitativo a partir de los estudios de Walter A. Shewhart, ingeniero y estadístico que a principios del siglo XX trabajaba en la compañía americana Bell Telephone, sobre control estadístico de procesos. El control estadístico del proceso permite evaluar las variaciones en su comportamiento que puedan afectar a la calidad del producto final.

Shewhart demostró que, con un sencillo gráfico de control, era posible controlar la variabilidad de los procesos -aquellas variaciones producidas por causas identificables y controlables— y de esta forma, puso por primera vez en marcha un método que no se limitaba a controlar la calidad del producto, sino a evaluar la calidad del proceso (López, P. 2016).

Ichikawa (1986), propone además siete herramientas básicas e indispensables para el control de calidad, herramientas de fácil uso que no necesitan matemática avanzada, por lo que cualquier persona que se le instruya será capaz de utilizar. Estas herramientas son: 1) Diagrama de Pareto, 2) Diagrama de causa y efecto, 3) Estratificación, 4) Hoja de verificación, 5) Histograma, 6) Diagrama de dispersión y 7) Gráficos de control (Pérez. (2017).

Kaizen, según Imai, involucra el modo de pensar (conceptos), el modo de trabajar (principios) y el modo de resolver los problemas (técnicas de mejora).

Tanto los conceptos como los principios que se analizan en los puntos siguientes, suponen la recopilación de los fundamentos asumidos por el TQM (Total Quality Management) (González et al. 2013).

Con base en los conceptos anteriores, para este caso de estudio se analizó una aplicación en una empresa del sector del cartón, y en específico de la fabricación de cajas mediante lamina de cartón corrugado, por lo cual resulta relevante abordar previamente algunas definiciones:

- Gramaje: El cartón generalmente se mide por su gramaje (g/m<sup>2</sup>), que es el peso del cartón expresado en gramos por metro cuadrado. La mayor parte de cartones empleados como envases oscilan entre 160 y 600 g/m<sup>2</sup>.
- Grosor de cartón: El espesor o grosor del cartón se establece al medir la distancia existente entre los dos liners que forman parte del cartón. Generalmente, se mide en milésimas de milímetro (micras).
- Densidad y Calibre: Se entiende por Densidad al grado de compactación del cartón cuyas unidades de medida son kg/m<sup>3</sup>. Generalmente, se suele reemplazar esta propiedad por el calibre, que se define como superficie de cartón en m<sup>2</sup> /10 kg de peso. Es decir, el número de planchas de cartón (70 x 100 cm) en 10 kilogramos de material (León, 2022).

El cartón está compuesto por capas de papel, el papel que se usa proviene bien de fibra virgen o de papel reciclado. La materia prima con la que este se elabora viene principalmente de árboles como el pino, ya que tiene un rápido proceso de crecimiento y por ello actualmente varias fábricas cartoneras se encargan de la cosecha de un número creciente de hectáreas de terreno dedicadas al cultivo de pinos. Una vez elaborado el cartón debe cumplir con la característica principal de soportar el peso de su contenido interior y en algunas ocasiones también exterior, como es el caso del apilamiento de cajas, para ello es fundamental que en el proceso de elaboración se cumpla con especificaciones muy precisas respecto al espesor del cartón.

El tipo de cartón corrugado se distingue porque consta de varias láminas de papel ondulado y una estructura central formada por también por papel, lo que le agrega una resistencia adicional para cumplir con los propósitos para los cuales está diseñado; las capas centrales están separadas por dos cubiertas exteriores de cartón liso (Benalcázar, A. 2023).

### Metodología

El ciclo PDCA se compone de 4 fases esenciales a través de las cuales se lleva a cabo un proceso que facilita la definición de un plan o programa de acción que se implementará hasta alcanzar resultados. Estos resultados serán evaluados y, dependiendo del éxito de las acciones, podrán surgir oportunidades de mejora y optimización. Orantes (2022) describe las fases del ciclo PDCA que se detallan a continuación:

1. Planificar: Es la etapa inicial del ciclo cuyo propósito es establecer los lineamientos, procedimientos y el plan de acción inicial para la solución de un problema, evento o para el aprovechamiento de una oportunidad de mejora.

Para la definición de los lineamientos y el plan de acción anteriormente mencionado se requiere llevar a cabo la recolección de información y una evaluación previa al estado actual de la situación o problema a resolver.

2. Hacer: Se establece como la etapa de implementación del plan de acción previamente elaborado, así mismo, durante esta etapa se lleva a cabo la recolección y documentación de datos obtenidos luego de la implementación del plan de acción.

3. Revisar: Durante esta etapa se lleva a cabo el estudio o análisis de los efectos y resultados alcanzados por la ejecución del plan de acción, realizando una comparación con la información recolectada durante la etapa inicial de planificación, evaluando si se ha alcanzado el resultado esperado u objetivo, esto con ayuda de diferentes herramientas gráficas como histogramas, gráficos de control, diagrama de Pareto, entre otros.

4. Actuar: Es la etapa posterior a la revisión de los resultados mediante la cual se estandariza, modificar, proponer y aplicar nuevos los lineamientos y procedimientos con la finalidad de optimizar y mejorar un proceso y proponer soluciones dentro de un sistema.

Posterior a esta etapa se procede al reinicio del ciclo en la etapa de la planificación, continuando con el proceso de mejora considerado inicialmente o el abandono del ciclo en caso no se haya cumplido el objetivo planteado.

### Planear

#### Definición del problema

El problema más recurrente en el proceso de corrugado de la mayoría de fábricas se refiere al “combamiento” o “encocamiento” del cartón corrugado debido a diferentes factores como lo es la humedad o el simple mal manejo y manipulación de este. El encocamiento se puede presentar de diferentes maneras: combado hacia abajo, combado en “S” y combado hacia arriba, como se aprecia en la Figura 1 (Mosquera, 2009).

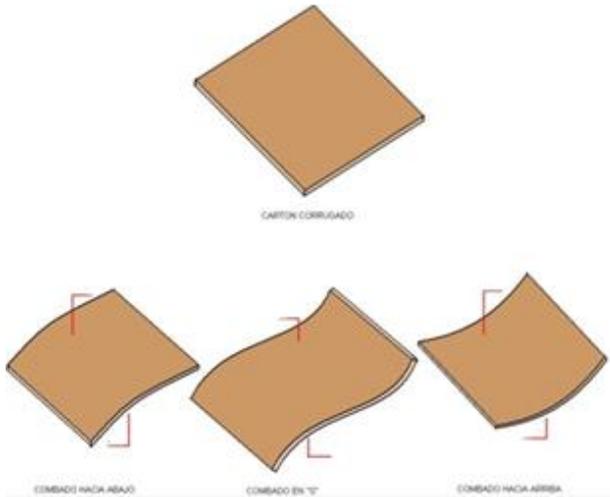


Figura 1. Defectos del cartón corrugado. Fuente: <https://core.ac.uk/download/pdf/401924002.pdf>

La empresa en la cual se desarrolla este estudio presenta un alto grado de pérdidas, provocado por el rechazo de grandes cantidades de láminas dañadas por comado, el cual el Manual de Especificaciones Interno de Calidad (2023) de la compañía lo define como el grado de curvatura de una hoja o pieza de cartón corrugado; curvatura de la flecha "F", comparada con la longitud total "L" de la lámina como se muestra en la Figura 2, siendo "L" la longitud de la lámina de cartón a analizar y siendo "F" la altura del comado, la cual cuenta con unas tolerancias máximas permitidas de acuerdo al tipo de flauta de la lámina.

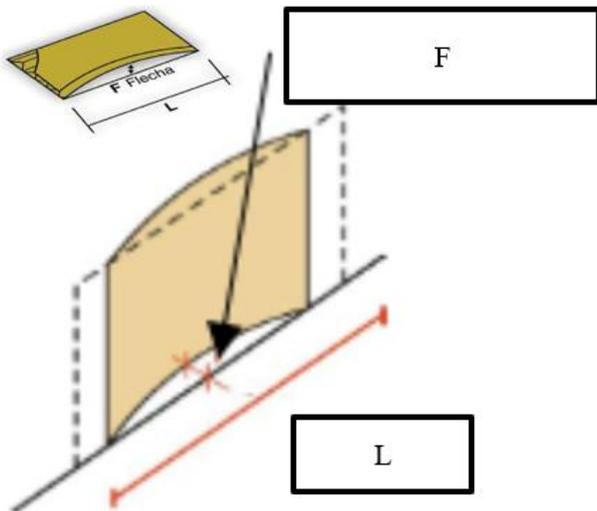


Figura 2. Identificación de Comado. Fuente: <https://pdfcoffee.com/qdownload/guia-de-calidad-ver-2aed1-2-pdf-free.html>

La flauta es la estructura ondulada que se le da al papel durante el proceso de corrugado, las cuales se clasifican

por altura y tradicionalmente se identifican por medio de una letra siendo las más comunes en el mercado "B", "C", y "E" como se observa en la Figura 3. Por consiguiente, las láminas de cartón se conforman por el papel liner, que es el papel utilizado como cara interior o exterior del médium ondulado y por el papel médium, que es el papel utilizado en la formación del ondulado o corrugado (Flauta) como se señala en la Figura 4.

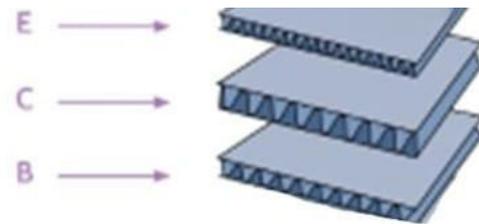


Figura 3. Tipos de Flauta. Fuente: <https://wpackaging.net/es/education/what-is-corrugated/>

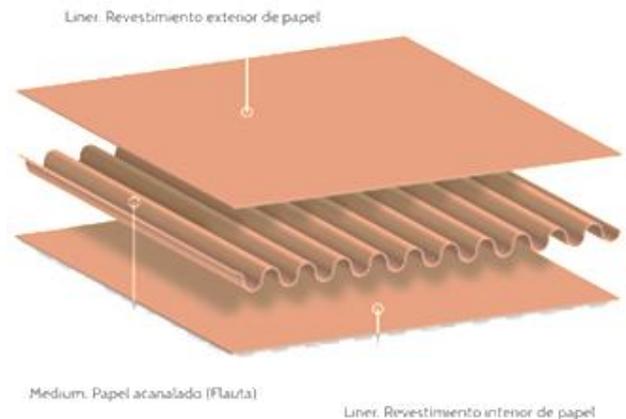


Figura 4. Conformación del cartón corrugado. Fuente: <https://agse.com.mx/carton/>

De acuerdo a los diferentes tipos de flautas existe una clasificación en las láminas de cartón, de las cuales la compañía estudiada tiene la capacidad de fabricar dos de estas: corrugado sencillo (que puede ser flauta B, C y E) y corrugado doble (que puede ser flauta B/C y B/E) como se especifica en la Figura 5.



Figura 5. Tipos de láminas de cartón. Fuente: <https://www.boxed-up.co.uk/blog/what-is-the-difference-between-single-and-double-wall-boxes/>

Las tolerancias máximas permitidas de combado de acuerdo al tipo de flauta señaladas en el Manual de Especificaciones de Calidad (2023) se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tolerancias máximas de combado. Fuente: *Elaboración propia.*

Tipo de flauta	Tolerancia por cada 304 mm de longitud
C	6 mm
B	4 mm
E	4 mm
BC	6 mm
BE	6 mm

El cartón combado tiene diversas repercusiones, todas ellas desfavorables. En este análisis, el problema principal que nos provoca dicho combado es el mal manejo y apilamiento de los pliegos en las tarimas. Esta circunstancia necesita la inserción de mejoras y buenas prácticas de manipulación y carga empeladas para el cuidado del producto.

### Establecimiento de objetivos

Se ha establecido de manera conjunta con la empresa el

objetivo de mitigar las pérdidas de láminas de cartón corrugado provocadas por un mal manejo y paletizado del producto, eliminando mermas y retrabajos, aplicando la metodología PDCA para implementar y ejecutar la mejora en las buenas prácticas del manejo de corrugado a efecto de reducir los indicadores de rechazos por parte del área de calidad e incrementar la productividad en la organización.

Por otro lado, los objetivos específicos son: analizar el grado de incumplimiento de las buenas prácticas del manejo de corrugado, definir las cantidades rechazadas de láminas dañadas por el combado, llevar a cabo actividades que ayuden a cumplir con los requisitos incumplidos, establecer las principales consideraciones que se deben tener en cuenta en el proceso de un correcto apilamiento de las laminas y reconocer nuevas oportunidades en la implementación de esta metodología.

### Análisis de la situación inicial

Para conocer el estado inicial de la empresa en el incumplimiento de las buenas prácticas de manejo de corrugado se procedió con la ejecución de un control y registro de las láminas rechazadas por el mes de enero y febrero del presente año. Esta problemática afecta directamente a la producción esperada, dado que se lleva a cabo una reprogramación del material por parte del área de calidad al encontrar dicha anomalía lo cual impacta monetariamente a la organización. En el Anexo se presenta la Tabla A1 con los registros mensuales ya mencionados y el costo general de la merma. Los resultados obtenidos sirvieron de base para establecer planes y soluciones de acción.

### Mejoras planeadas

Para dar seguimiento en el cumplimiento de las buenas prácticas de manejo de corrugado se establecen las siguientes estrategias de mejora:

- a) Establecer medios de comunicación y difusión que permita a los trabajadores conocer las instrucciones y tolerancias máximas de calidad aplicables para la empresa.
- b) Realizar instrucciones visuales y establecer un monitoreo constante al apilamiento de las láminas.
- c) Integrar el uso de tarimas o mangas adecuadas a las dimensiones de las láminas y así mitigar el uso inadecuado de los polines de cartón.
- d) Impulsar las acciones de mejora continua.

### Hacer

En este apartado se llevan a cabo las medidas que posibiliten responder a los requisitos no satisfechos y detectados en la etapa previa.

Para satisfacer el primer requisito, se elaboró un instructivo, que tomo en cuenta todos los factores solicitados por el manual de especificaciones de calidad, el cual incluye los elementos incumplidos de las buenas prácticas del manejo de corrugado y de almacenamiento, tanto como las tolerancias máximas permitidas de combado que se ilustra en la Figura 6. Por consiguiente, se llevó a cabo su divulgación en la compañía a través de un correo electrónico, donde se envió el instructivo con una breve reseña que detallaba su propósito. También de manera física, el instructivo se posicionó en zonas comunes como tableros de información, junto con una explicación situada en la parte baja.

**BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO DE CORRUGADO**



Acomodar correctamente las láminas en la tarima. Se tiene una pérdida del 50% de capacidad de carga por un acomodo entrecruzado (formación de amarre).





Lo recomendable es una formación de columna alineada. (En un acomodo en columna mal alineada se pierde el 15% de resistencia a la estiba del empaque).





Acomodar las láminas únicamente en la superficie de la lámina. (Cuando las láminas rebasan la tarima pueden perder hasta el 40% de su capacidad a la estiba).





Evitar manipular excesivamente.





No utilizar láminas en mal estado o con superficies defectuosas o moqueadas.



---

**BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO**



Respetar los patrones de estibas sobrepuestas (mín. 90° aprox. 2.0 m).





Almacenar láminas sobre láminas (nunca directamente en el piso).



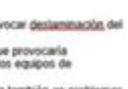


Debido a las cualidades higroscópicas del cartón corrugado se deben evitar las fluctuaciones de temperatura y humedad extremas.

El exceso de humedad puede:

- \* Debilitar la adhesión y en casos extremos puede provocar **deslaminación** del cartón.
- \* Incrementar el coeficiente de fricción del cartón, lo que provocaría atascamiento en equipos de armado automático o en los equipos de transporte automático (**compurols**).
- \* Altera las dimensiones del empaque, lo que resultaría también en problemas de armado.
- \* Siempre, la absorción de humedad provoca combado, lo que origina dificultades en equipos de armado automático o manual.

Como consecuencia, reducir la resistencia a la compresión (BCT) de una lámina en la estiba.



**COMBADO:**

Se refiere al grado de curvatura de una hoja o pieza de cartón corrugado (curvatura de la flecha "F", comparada con la longitud total "L" de la lámina).

Siendo L = Longitud de la lámina de cartón a analizar.

Siendo F = Flecha según gráfico (altura de combado).

Tolerancias máximas permitidas:

Tipo de flauta	Tolerancia por cada 304 mm de longitud
C	6 mm
B	4 mm
E	4 mm
BC	6 mm
BE	6 mm

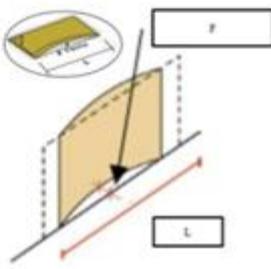


Figura 6. Instructivo de los requerimientos incumplidos de acuerdo al manual de especificaciones de calidad. Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron instrucciones visuales sobre el correcto y el mal apilamiento de las láminas de cartón en las tarimas, así como la indicación de la eliminación del uso de los polines e implementación por mangas de dimensiones adecuadas, los cuales se presentan en la Figura 7.



Figura 7. Ayudas visuales sobre el correcto y mal apilamiento. Fuente: Elaboración propia.

Estas ayudas visuales también fueron colocadas en todas las áreas de producción y almacenamiento en donde se lleva a cabo el apilamiento de las láminas con la finalidad de que los empleados se familiaricen con esta información, consiguiendo así el cumplimiento de este requisito. En las mismas áreas se estableció un programa anual de revisión mensual que se observa en la Tabla 2, el cual el área de calidad será el encargado de llevar su control por medio de un monitoreo constante para asegurar que se está eliminando dicho problema de combado, del mismo modo asegurar que las láminas sigan su proceso de producción en las condiciones adecuadas.

Tabla 2. Programa de revisión anual para láminas de cartón corrugado. Fuente: Elaboración propia.

PROGRAMA DE REVISIÓN ANUAL DEL APILAMIENTO DE LAS LAMINAS DE CARTON CORRUGADO			
Del mes:			
No.	Área:	Producción	Almacén
1	Área:	Producción	Almacén
2	Anomalia detectada:	Combado	Ninguno
Razon:			
Fecha en que se detecto:			
Cantidad de laminas:			
Coste total de la perdida:			
3	Grado de problemática:	Alto	Medio
		Bajo	

Para el cumplimiento del uso de tarimas y mangas adecuadas se pusieron en marcha todos los puntos considerados y se prohibió en su totalidad la utilización de los polines de cartón, de igual manera en conjunto con la empresa se suministraron tarimas de diferentes dimensiones para contar con variedad de las mismas en toda el área de producción.

Como ultimo requerimiento, es necesario ajustar las prácticas actuales según ocurren cambios en los empaques o en procesos de negocios. La comunicación entre fábricas, centros de distribución, clientes y consumidores es esencial para asegurar la entrega continua de productos de calidad y libres de daños. Esta tarea no solamente compete al personal de bodega y producción, sino a cada unidad de negocio que participa directa e indirectamente en el proceso (Valle, 2018).

**Verificar**

En esta sección se presenta el nivel de implementación de las mejoras planificadas y las metas cumplidas.

En el mes de marzo se realizó una auditoría interna para evaluar el nivel de cumplimiento en la implementación de mejora en las buenas prácticas del manejo de corrugado comparándola con la evaluación inicial del mes de enero y febrero; en la Figura 8 se muestran los resultados obtenidos.

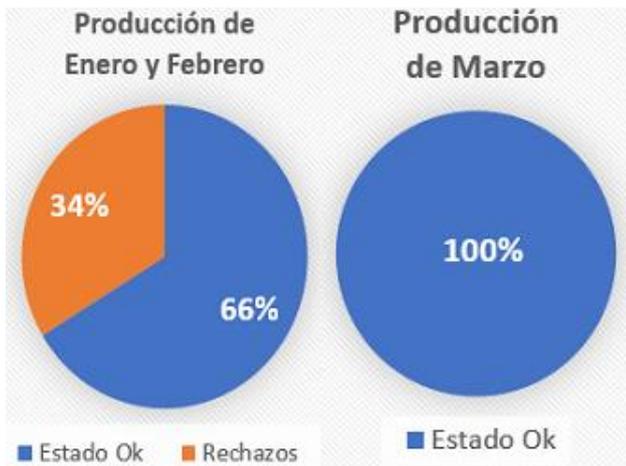


Figura 8. Resultados de las evaluaciones. Fuente: Elaboración propia.

Nos podemos percatar que hasta ahora el cumplimiento en la empresa del buen manejo del cartón corrugado ha

mejorado en su totalidad ayudándonos en tener una producción en estado Ok al 100%, ya que desapareció el problema de combado, lo cual nos favoreció también en la reducción de tiempos en la producción, eliminación de mermas, mejoramiento en la calidad de los productos terminados y las entregas a tiempo de cada uno de los clientes.

### Actuar

En esta fase se muestran las siguientes observaciones para mantener un seguimiento adecuado de las buenas practicas del manejo de corrugado teniendo siempre presente la mejora continua.

Para garantizar la correcta gestión de corrugado, es esencial el seguimiento del programa anual de revisión mensual. La Tabla 3 detalla las actividades que necesitan ser monitoreadas.

Tabla 3. Programa de revisión mensual. Fuente: Elaboración propia.

PROGRAMA DE REVISIÓN ANUAL		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE
No.	Actividad												
1	El orden del apilamiento de las láminas de cartón corrugado es el correcto												
2	Las láminas de cartón se encuentran apiladas en mangas de dimensiones adecuadas												
3	Las láminas de cartón se encuentran apiladas en una tarima en buenas condiciones												
4	Las láminas de cartón se encuentran apiladas en una tarima con las dimensiones adecuadas												
5	El cartón corrugado se encuentra apilado en el área correspondiente en que se esta procesando												

Esta programación contempla todos los puntos considerados de acuerdo a las buenas prácticas del cartón corrugado.

Para seguir contando con el cumplimiento de los requisitos se lleva a cabo también capacitaciones y auditorias anuales a los trabajadores de la empresa para corroborar dicho conocimiento de las buenas prácticas del cartón corrugado.

Con estas medidas se garantiza un cumplimiento constante y se optimizan las condiciones laborales. Esto permite la eliminación de perdidas para la empresa dado que se incorpora la formación continua de los empleados y la conservación permanente de las herramientas necesarias.

### Conclusiones

Para determinar el grado de cumplimiento de las buenas prácticas del manejo de corrugado se realizó una auditoría interna que mostró un nivel de la producción en buen estado al 100%, teniendo, así como resultado un excelente cumplimiento. Por consiguiente, se tuvo una reducción del 34% en la cantidad de rechazos que se registraron en meses pasados, es decir, solo se contaba con el 66% de cumplimiento antes de la implementación de mejora.

Con la puesta en marcha de la metodología PDCA se establecieron acciones de mejora continúa logrando asegurar la integridad de la lámina terminada en la cual nos apoyamos en un control de calidad implementando llevarse a cabo todos los requisitos que no se realizaban, de acuerdo al manual de especificaciones interno de calidad de la compañía. Gracias a esto se logró reducir

costos de retrabajo ayudando monetariamente a la empresa, se logró enlazar una correcta comunicación entre los departamentos involucrados para el seguimiento de los requerimientos ya establecidos y de igual manera la realización de las entregas y pedidos fincados a cada uno de los clientes en tiempo y forma.

## Referencias

- Acuña, J. (2023). Mejoramiento de la Calidad un enfoque a los servicios (2.ª ed.) Editorial Tecnológica de Costa Rica. <https://goo.su/R9OZ>
- A Villa, D; Villacis, N; Osorio, M. (2021). Grado de utilización de las herramientas de calidad en una empresa industrial. Repositorio Institucional csm <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383900>
- Benalcázar, A. (2023). “Diseño y simulación de un proceso de automatización para la fabricación de cajas de cartón corrugado”. Repositorio UPSE. <https://goo.su/1QwBaqk>
- García, M. (2006). Mejora Continua de la Calidad en los Procesos. Industrial Data. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf>
- García, M. (2006). Mejora Continua de la Calidad en los Procesos. Industrial Data. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf>
- González, C.; Domingo, R; Pérez, Miguel. (2013). Técnicas de mejora de la calidad. UNED cuadernos. <https://goo.su/CxiR>
- Hoyer, R. (2009). Que es calidad. Quality Progress. <https://goo.su/DYTg>
- Ibarra, V; Ballesteros, L. (2017). Manufactura Esvelta. Conciencia Tecnológica <https://goo.su/jz1Rsz>
- Juran, M; Franc, M; Bingham, R. (2021) Manual de Control de la Calidad (volumen 1). Reverte. <https://goo.su/fFvem5F>
- León, F. (2022) Propuesta de Implementación de Mejora Continua en una Línea de Producción de Cajas de Cartón Corrugado para Alimentos de Agroexportación Empleando Metodología PDCA. Repositorio Institucional UCP. <https://goo.su/d1oSzc>
- López, P. (2016). Herramientas para la Mejora de la Calidad, Métodos para la Mejora Continua y Solución de Problemas. Editorial Fundación Confemetal. <https://goo.su/LdZ8UN>
- Manual de Especificaciones Interno de Calidad, (2023). Rev.1.
- Mosquera, E. (2009). Diseño del Controlador de Temperatura sobre el Papel Liner al Ingreso del Single y Double Glue Machine en Empaques Industriales Colombianos S.A [tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Occidente]. Repositorio Institucional UAO. <https://core.ac.uk/download/pdf/401924002.pdf>
- Mora, C. (2009) Nuevos enfoques" de las Buenas Prácticas de Manufactura (vol.38). Print versión. <https://goo.su/5EG1H>
- Nava V. (2005). Que es la Calidad, Conceptos y Modelos Fundamentales. Limusa. <https://goo.su/IMHt>
- Nebrera, J. (1990) Curso de Calidad por Internet – CCI (Versión. 1.00) Especialidad Organización. <https://goo.su/V2UuPx>
- Orantes, J. (2022). Diseño de Investigación de la Utilización del Ciclo PDCA para el Incremento de la Productividad en la Elaboración de Protocolos y Reportes de Calificación y Validación en un Laboratorio Farmacéutico Ubicado en el Municipio de Villa Nueva [tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC. <https://goo.su/4zUZQC>
- López, P. (2016). Herramientas para la Mejora de la Calidad, Métodos para la Mejora Continua y Solución de Problemas. Editorial Fundación Confemetal. <https://goo.su/Z0ZzHa>
- Organización Internacional de Normalización (2015) Norma ISO 9001:2015 <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Pérez, G. (2017). Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA. Industrial Data. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909013.pdf>
- Peresson, L. (2007). Sistemas de Gestión de la Calidad con Enfoque al Cliente [tesis de licenciatura, Universidad de Valladolid]. Repositorio Institucional UVA. <https://goo.su/kJpTJ>
- Ramírez, A; Rodríguez H. (2009) Mejoramiento continuo. Universidad del Rosario Bogotá D.C. <https://goo.su/XG9e1>
- Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing paso a paso (1.ª ed.) Editorial Marge Books <https://goo.su/kksllmV>
- Sanches, J. (2010). Lean Manufacturing La Evidencia de una Necesidad Ediciones Diaz de Santos. <https://goo.su/yVCETuq>
- Tejada, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas Productivos (Volumen XXXVI, Número 2). <https://goo.su/57JHXTc>
- Vargas, J; Muratalla, G; Jimenes, M. (2018) Sistemas de Producción Competitivos Mediante la Implementación de la Herramienta Lean Manufacturing. La plata <https://goo.su/57JHXTc>
- Valle, H. (2018). Reducción de Daños en Productos Culinarios Deshidratados, por medio de Buenas Prácticas de Manipulación y Carga [tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC. <https://goo.su/vJNq7y>

Anexo Tabla A1. Resultado del control de rechazos de enero y febrero

CONTROL DE RECHAZOS DE LAMINA POR COMBADO EDV GRUPACK					
MES	SEMANAS	MAQUINA DONDE SE REALIZA EL REVHAZO	CANTIDAD (LAMINAS)	DEFECTO	EVIDENCIAS
ENERO	SEMANA 1	BARBERAN 1	2431	COMBADO	
	SEMANA 2	BARBERAN 1	2804	COMBADO	
	SEMANA 3	BARBERAN 1 Y 2	2250	COMBADO	
	SEMANA 4	BARBERAN 1 Y 2	3502	COMBADO	
	SEMANA 5	BARBERAN 1 Y 2	7998	COMBADO	
FEBRERO	SEMANA 1	BARBERAN 1 Y 2	3343	COMBADO	
	SEMANA 2	BARBERAN 1 Y 2	3756	COMBADO	
	SEMANA 3	BARBERAN 1 Y 2	5676	COMBADO	
	SEMANA 4	BARBERAN 1 Y 2	5676	COMBADO	
	TOTAL		29560		
	TOTAL		538,000		