

# INNOVACIÓN PRODUCTIVA

## SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTOS



# INNOVACIÓN PRODUCTIVA

## SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTOS

### AUTORES

ABURTO SANTOS SINUHE DE JESÚS, AGUILAR CRUZ CONRADO, BECERRIL ROSALES ISRAEL, BERNAL VENEGAS ALEXIS, CAMPOS CASTAÑEDA EDDER ROGELIO, CASTELLANOS GÓMEZ DAMARIS ITCEL, CRUZ RIVERO LIDILIA, DEL VALLE HERNÁNDEZ MAURY, FLORES CASTILLO LILIA ALEJANDRA, FLORES RODRÍGUEZ ELVIRA MARIBEL, FUENTES ROSAS LILIANA, GÁMEZ EUGENIO ROSA EVELIA, GARCÍA MOLINA SUSANA, GARCÍA ROQUE ABIGAIL, GARCÍA RUBIO OSVALDO, GONZÁLEZ MARTÍNEZ AGUSTÍN, LÓPEZ ALANIS JEANETTE KARINA, MÉNDEZ HERNÁNDEZ MARÍA LEONOR, MONTESINOS GONZÁLEZ SALVADO, MORA NEGRETE PATRICIA GUADALUPE, MORALES VÁSQUEZ ADELA, PÉREZ MIRANDA ESTHER ITZEL, RAMÍREZ ALANÍS GLADIS GUADALUPE, RÍOS MARTÍNEZ FERNANDO, RODRÍGUEZ CISNEROS MAYTÉ, SEGUNDO CLEMENTE FABIOLA, VELÁZQUEZ CORTÉS CLAUDIA, VENTURA SÁNCHEZ ANGELITA, ZÚÑIGA SÁNCHEZ ALICIA.

### EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2021



EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.  
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO  
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.  
CEL 2282386072  
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.  
COLONIA TABACALERA  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965  
[www.redibai.org](http://www.redibai.org)  
[redibai@hotmail.com](mailto:redibai@hotmail.com)

ISBN: 978-607-99563-6-3



Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.  
(978-607-99595)  
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.  
No. de ejemplares: 2  
Presentación en medio electrónico digital: PDF 5 MB  
Fecha de aparición 16/11/2021  
ISBN 978-607-99563-6-3

# **INNOVACIÓN PRODUCTIVA**

## **SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTOS**

### **AUTORES**

ABURTO SANTOS SINUHE DE JESÚS, AGUILAR CRUZ CONRADO, BECERRIL ROSALES ISRAEL, BERNAL VENEGAS ALEXIS, CAMPOS CASTAÑEDA EDDER ROGELIO, CASTELLANOS GÓMEZ DAMARIS ITCEL, CRUZ RIVERO LIDILIA, DEL VALLE HERNÁNDEZ MAURY, FLORES CASTILLO LILIA ALEJANDRA, FLORES RODRÍGUEZ ELVIRA MARIBEL, FUENTES ROSAS LILIANA, GÁMEZ EUGENIO ROSA EVELIA, GARCÍA MOLINA SUSANA, GARCÍA ROQUE ABIGAIL, GARCÍA RUBIO OSVALDO, GONZÁLEZ MARTÍNEZ AGUSTÍN, LÓPEZ ALANIS JEANETTE KARINA, MÉNDEZ HERNÁNDEZ MARÍA LEONOR, MONTESINOS GONZÁLEZ SALVADO, MORA NEGRETE PATRICIA GUADALUPE, MORALES VÁSQUEZ ADELA, PÉREZ MIRANDA ESTHER ITZEL, RAMÍREZ ALANÍS GLADIS GUADALUPE, RÍOS MARTÍNEZ FERNANDO, RODRÍGUEZ CISNEROS MAYTÉ, SEGUNDO CLEMENTE FABIOLA, VELÁZQUEZ CORTÉS CLAUDIA, VENTURA SÁNCHEZ ANGELITA, ZÚÑIGA SÁNCHEZ ALICIA.

## INDICE

### **ESTUDIO DE SIMULACIÓN EN SIMIO® AL ÁREA DE CAJAS DE UNA TIENDA DE AUTOSERVICIO**

ESTHER ITZEL PÉREZ MIRANDA, ALEXIS BERNAL VENEGAS, GLADIS GUADALUPE RAMÍREZ ALANÍS,  
LILIANA FUENTES ROSAS

1

### **SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PIEL CON EL SOFTWARE PROMODEL**

DAMARIS ITCEL CASTELLANOS GÓMEZ, LIDILIA CRUZ RIVERO, MARÍA LEONOR MÉNDEZ HERNÁNDEZ

12

### **PROCESO DE TRANSICIÓN DE LA OHSAS 180001 A ISO 4500 PARA UNA EMPRESA**

SUSANA GARCÍA MOLINA, JEANETTE KARINA LÓPEZ ALANIS

37

### **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CODIGO DE BARRAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIO**

ADELA MORALES VASQUEZ, CLAUDIA VELÁSQUEZ CORTÉS, ROSA EVELIA GÁMEZ EUGENIO

51

### **REINCORPORACIÓN DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TAPARROSCAS PLÁSTICAS**

OSVALDO GARCÍA RUBIO, ISRAEL BECERRIL ROSALES

61

### **MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PROCESO DE UNA PRODUCTORA DE BLOCK DE CONCRETO SEMIAUTOMATIZADA**

SINUHE DE JESÚS ABURTO SANTOS, ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ, ABIGAIL GARCÍA ROQUE

78

### **IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA EN UNA PLANTA DE FUNDICIÓN**

AGUSTÍN GONZÁLEZ MARTÍNEZ, ISRAEL BECERRIL ROSALES

95

### **SISTEMAS COMPUTACIONALES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN ESTUDIO DE CASO (RIDR)**

ANGELITA VENTURA SÁNCHEZ, MAURY DEL VALLE HERNÁNDEZ, PATRICIA GUADALUPE MORA NEGRETE,  
FERNANDO RÍOS MARTÍNEZ, MICHELLE GRAJALES ANZURES

111

### **IMPLEMENTACIÓN DE ONE PIECE FLOW PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

FABIOLA SEGUNDO CLEMENTE, ISRAEL BECERRIL ROSALES

124

### **DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA FODA Y QFD A UN PROGRAMA DE ESTUDIOS**

SALVADOR MONTESINOS GONZÁLEZ, LILIA ALEJANDRA FLORES CASTILLO, CONRADO AGUILAR CRUZ

142

### **LOGÍSTICA INVERSA EN PYMES DE LA INDUSTRIA PANADERA**

MAYTÉ RODRÍGUEZ CISNEROS, EDDER ROGELIO CAMPOS CASTAÑEDA, ELVIRA MARIBEL FLORES  
RODRÍGUEZ

172

## ESTUDIO DE SIMULACIÓN EN SIMIO® AL ÁREA DE CAJAS DE UNA TIENDA DE AUTOSERVICIO

ESTHER ITZEL PÉREZ MIRANDA<sup>1</sup>, ALEXIS BERNAL VENEGAS<sup>2</sup>, GLADIS GUADALUPE RAMÍREZ ALANÍS<sup>3</sup>,  
LILIANA FUENTES ROSAS<sup>4</sup>

### RESUMEN

Se condujo un estudio de simulación, usando el simulador SIMIO®, del sistema de cobro de una tienda de autoservicio ubicada en el municipio de Ciudad Hidalgo, Michoacán, México, llamada Merza. La tienda ofrece la venta de productos tanto a menudeo como a mayoreo. El sistema de cobro actual está compuesto de tres cajas; dos para cobro de menudeo y una para cobro de mayoreo. Una de las cajas de menudeo siempre está en servicio, sin embargo, la otra caja opera bajo la política de apertura que establece que, si la cola en caja abierta es mayor a tres personas, entonces se abrirá la segunda al público. Para la construcción del modelo de simulación, se tomaron datos de las variables independientes: tiempo entre llegadas, tiempo en selección de artículos y tiempo de pago, tanto para el servicio de menudeo como mayoreo. Las bases de datos de cada una de las seis variables fueron tratadas estadísticamente para alimentarse al modelo.

Con un 95% de confianza se obtuvo un modelo representativo del sistema real que servirá como base para generar alternativas de mejora.

**Palabras clave:** Simulación, SIMIO®, líneas de espera.

---

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo.  
Mirandaitze23@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo.  
axelbernalvenegas2308@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo.  
gladisramirezal@hotmail.com

4 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.  
liliana.fuente@itstb.edu.mx

## **ABSTRAC**

A simulation study was conducted, using the SIMIO® simulator, of the collection system of a self-service store located in the municipality of Ciudad Hidalgo, Michoacán, Mexico, called Merza. The store offers the sale of products both retail and wholesale. The current collection system is made up of three boxes; two for retail collection and one for wholesale collection. One of the retail boxes is always in service, however, the other box operates under the opening policy that establishes that, if the queue in the open box is greater than three people, then the second will be opened to the public. For the construction of the simulation model, data was taken from the independent variables: time between finishing, time in selecting items and time of payment, both for the menu service and wholesale. The databases of each of the six variables were statistically treated to feed the model.

With 95% confidence, a representative model of the real system was obtained that will serve as a basis for generating alternatives for improvement.

**Keywords:** Simulation, SIMIO®, waiting lines.

## **INTRODUCCION**

La simulación se desarrolla con la teoría de muestreo estadístico y análisis de sistemas físicos probabilísticos complejos. El aspecto común de ambos es el uso de números y muestras aleatorias para aproximar soluciones. la simulación se realiza mediante computadoras y software específicos, siendo una poderosa técnica de resolución de problemas reales, se experimenta con un modelo numérico, de tal forma que con los resultados se puede obtener una estimación de las características del sistema.

Para añadir problemas reales se realizar una serie de simplificaciones que toman la forma de relaciones matemáticas o lógicas, constituyendo un modelo que se usa para comprender el comportamiento del sistema real. De acuerdo con Bolaños (2014), se trata de trasladar la realidad a reglas matemáticas que lo representen de la forma más fidedigna posible.

La importancia de la simulación es la capacidad que ofrece de analizar los efectos que se producirán en el sistema ante cambios en los parámetros, dichos cambios se realizan en el modelo de simulación sin alterar el comportamiento del sistema real. Además, ofrece la versatilidad de modelar sistemas de cualquier índole.

La simulación es ampliamente usada en sistemas de líneas de espera, en donde el objetivo es evitar reducir los tiempos en cola.

Como consecuencia de la globalización, los establecimientos comerciales se han vuelto un punto sumamente competitivo; que les insta a mantener una buena relación con el cliente a través de la venta de productos de calidad, aunado a contar con estrategias de servicio de igual o mejor calidad, de tal manera que el cliente esté convencido de que se trata de la mejor opción de compras. Una de las estrategias más convenientes, es la de intentar que el cliente espere por su producto lo menos posible.

Es probable que todas las personas han participado alguna vez en una cola o línea de espera. Las colas se presentan cuando la demanda supera a la oferta.

El presente artículo analiza las líneas de espera del sistema de cobro de una tienda de autoservicio ubicada en el municipio de Hidalgo, Michoacán, México.

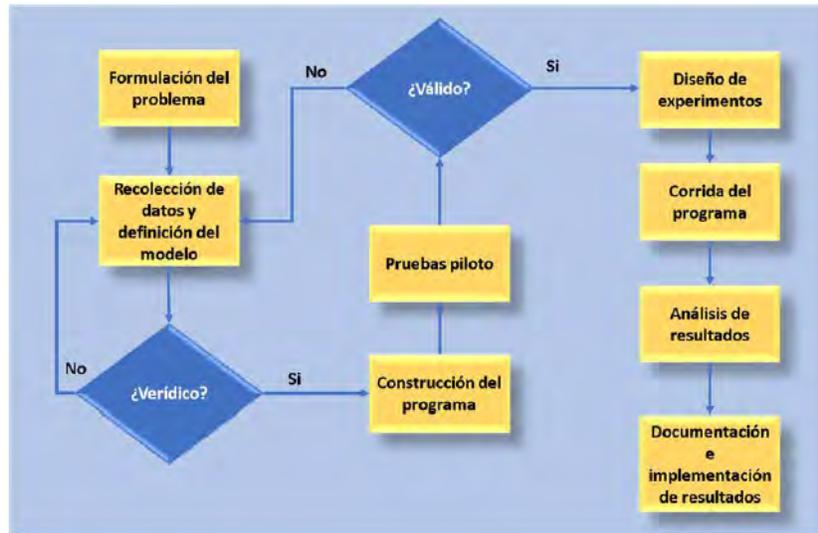
## **METODOLOGÍA**

Para la realización del estudio de simulación se siguió la metodología propuesta por Law y Kelton (2012), la cual consta de 10 pasos y se pueden observar en la figura 1.

### ***Formulación del problema***

El supermercado Merza es un establecimiento que se dedica a la venta de productos de abarrotes, en un horario de atención de 07:00 a 22:00 horas; ofrece los servicios de venta al menudeo y mayoreo. El sistema de cobro está integrado por tres cajas, dos de ellas para la atención de cobro al menudeo y la otra paramayoreo. Las cajas para menudeo operan bajo una política que establece que una de ellas siempre permanece abierta y la otra solo se pondrán en servicio si la cola de la caja abierta llega a registrar tres personas en espera.

El problema que se refiere en este sistema son las quejas que los clientes hacen con respecto al tiempo que deben esperar para realizar el pago de sus compras. Los tiempos de espera suelen ser molestos para los clientes, ocasionando disgusto que genera un ambiente desafiante y lo más lamentable para la tienda: la posibilidad de pérdida de clientes.



**Figura 1.** Metodología de Law y Kelton, Fuente: Fuentes, López y Tobón (2018)

El objetivo del estudio de este proyecto fue construir un modelo de simulación (MS) representativo del área de cobro en el cual probar alternativas que ofrezcan mejoras al sistema.

### ***Recolección de datos y definición del modelo***

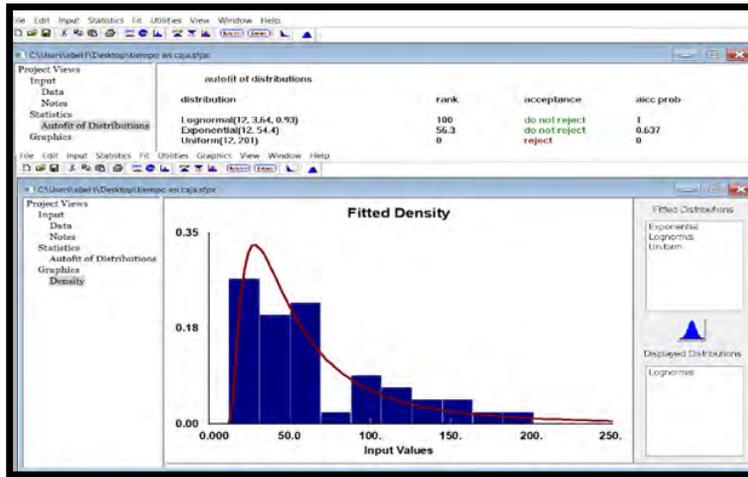
Se identificaron seis variables representativas del sistema:

- Tiempo entre llegadas
- Tiempo de selección de artículos
- Tiempo de pago

Tanto para compras a menudeo como mayoreo.

Para la recolección de datos de estas variables, se elaboró un instrumento en el que se fueron vaciando las observaciones. Una vez obtenidos los datos, se procedió al tratamiento estadístico correspondiente que consiste en la realización de pruebas de bondad de ajuste (Kolmogorov Sminorv y Anderson Darling), para tal fin se utilizó el software Stat::Fit.

La figura 2 ilustra el tratamiento de la variable tiempo en caja.



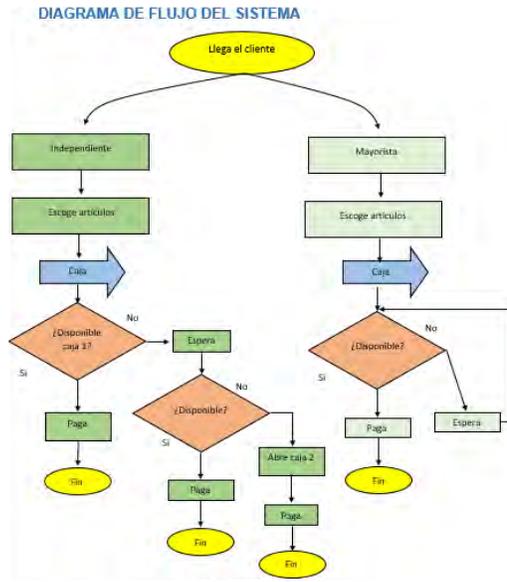
**Figura 2.** Tratamiento estadístico para la variable tiempo que tarda en caja menudeo, Fuente: Elaboración propia a partir de Statfit

Del tratamiento estadístico realizado, se obtuvo que todas las variables se ajustaron a distribuciones teóricas conocidas, mostrando en la tabla 1 cuales fueron las distribuciones a las que se ajustaron.

**Tabla 1.** Resultados del tratamiento estadístico de las variables

Variable	Distribución
Tiempo entre llegadas menudeo	Lognormal (0, 4, 0.938)
Tiempo de selección de artículos menudeo	Lognormal (8, 4.91, 0.98)
Tiempo de pago menudeo	Lognormal (12, 3.64, 0.93)
Tiempo entre llegadas mayoreo	Lognormal (679, 6.98, 0.38)
Tiempo de selección de artículos mayoreo	Lognormal (224, 5.84, 0.853)
Tiempo de pago mayoreo	Uniforme ( 208, 705)

El modelo conceptual del sistema se auxilió del diagrama de flujo de proceso que sigue un cliente una vez que ingresa a la tienda. Dicho proceso se muestra en la figura 3.



**Figura 3.** Diagrama de flujo del sistema de la tienda, Fuente: Elaboración propia

**Verificación del modelo**

Durante la realización de este paso, se auxilió del diagrama anterior que fue avalado por personal de la tienda.

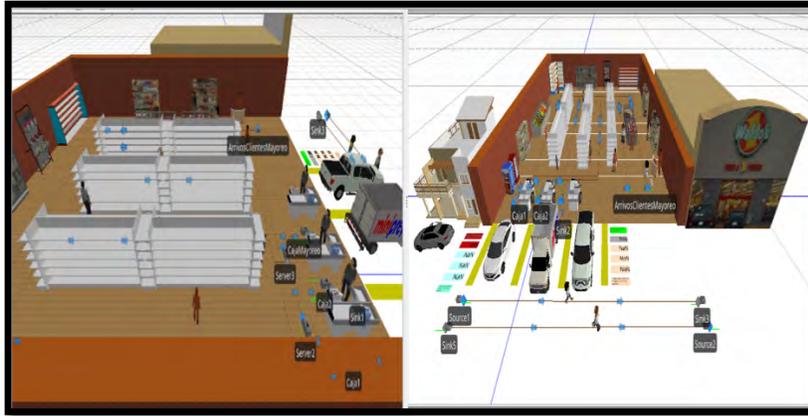
**Construcción del modelo**

La construcción del modelo requirió la traducción del modelo conceptual al lenguaje de programación del simulador, en este caso, SIMIO®. La tabla 2 muestra elementos del sistema traducidos a elementos en el simulador.

**Tabla 2.** Traducción de elementos a SIMIO®

Elementos	
Sistema real	Modelo de simulación
Arribos de clientes (menudeo)	Source
Arribos de clientes (mayoreo)	Source
Cajas	Serves
Salida	Sinks
Cliente	Model Entity
Trayectorias	Time Paths

Cada uno de los elementos arriba mencionados se programó y se aseguró respondieran correctamente a la naturaleza del sistema. La figura 4 muestra diversas vistas del modelo.



**Figura 4.** Vistas 3D del modelo, Fuente: Elaboración propia a partir de Statfit

### ***Pruebas piloto***

Se corrió el modelo un total de 10 veces para corroborar que la animación estuviera correcta. Esto también ayudó para la obtención de los datos necesarios para el paso posterior

### ***Validación del modelo***

La validación en simulación es el proceso que garantiza que el modelo es una representación fidedigna sistema real. La validación del modelo se define como la justificación de que un modelo computarizado posee un rango de precisión satisfactorio referente a la aplicación prevista del modelo.

Para realizar la validación de un modelo se utiliza la prueba t-pareada en dónde la hipótesis nula sustenta que los datos simulados son iguales a los del sistema real contra la hipótesis alterna de que no lo son. Todas las variables fueron sometidas al proceso de validación.

Sea:

$X_j$ = tiempo promedio en segundos del tiempo de servicio del sistema real.

$Y_j$ = tiempo promedio en segundos del tiempo de servicio del modelo

La figura 5 muestra el procedimiento en excel de la variable tiempo entre llegadas de cliente que realizan compras al mayoreo. Se utilizó excel para un mejor control y orden de la información

Como puede observarse, el intervalo resultante incluye al cero, por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluye que el modelo es representativo del sistema real y cualquier diferencia no es estadísticamente significativa y se debe a fluctuaciones aleatorias.

VALIDACIÓN AL 95% DE CONFIANZA				
Tiempo entre llegadas mayoreo				
Corridas	DATOS		Z = X - Y	Z <sub>i</sub> - Z <sub>(n)</sub>
	Reales X	Simulados Y		
1	1336	1952.67	-616.67	106004.29
2	1681	1672.41	8.59	89806.3043
3	1283	1541.87	-258.87	1037.93509
4	1714	1616.63	97.37	150898.841
5	2078	1323.83	754.17	1092562.2
6	1562	2654.07	-1092.07	641573.766
7	679	2974	-2295	4015667.31
8	1900	1771.77	128.23	175826.746
9	2209	1813.19	395.81	471827.489
10	1162	1194.43	-32.43	66903.4436
		TOTAL	-2910.87	6812108.3
		PROMEDIO	-291.087	

Varianza	$Var[Z_{(n)}] = \frac{\sum [Z_i - Z_{(n)}]^2}{n(n-1)}$	75690.09	Varianza
desviación estándar	$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{Var(\bar{Z}_{(n)})}$	275.1183	Desviación Estándar
intervalo =		-313.46	331.2857

Figura 5. Sup. Datos apareados de la variable tiempo entre llegadas mayoreo. Fuente: Elaboración propia a partir de Excel

### Diseño de experimentos

Un error al conducir un estudio de simulación es tomar decisiones basados en los resultados de una sola replicación (corrida), pues varios eventos podrían no presentarse, para evitar este error se realiza el diseño de experimentos.

Se determinó el número óptimo de corridas, para ello se tomaron 10 corridas piloto usando un nivel de confianza (1-α) del 95% (Chung, 2004). La tabla 3 muestra los resultados de los cálculos de la media, varianza y β.

Una expresión aproximada para el número total de replicaciones n\*(β) requerido para obtener un error absoluto β es dado por:

$$n^*(\beta) = \min \left\{ i \geq n : t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2(n)}{i}} \leq \beta \right\}$$

- Donde:
- i= Número óptimo de corridas
  - β= Error absoluto
  - α= Nivel de significancia
  - 1-α= Nivel de confianza
  - s<sup>2</sup><sub>n</sub>= varianza de las corridas de la variable

t= valor de tablas de la distribución t-student

n= Número de corridas piloto

**Tabla 3.** Datos de 10 corridas independientes

Corridas	Tiempo promedio simulado
1	1.2962
2	1.2080
3	0.4312
4	5.0458
5	0.4192
6	0.4592
7	0.3848
8	2.1775
9	0.9395
10	1.7548
<b>Media</b>	<b>1.4116</b>
<b>Varianza</b>	<b>2.0108</b>
<b>β=5%</b>	<b>0.30</b>

Es posible determinar  $n^*(\beta)$  incrementando  $i$  en uno hasta que un valor de  $i$  se obtiene para el cual:

$$t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2(n)}{i}} \leq \beta$$

Utilizando la ecuación anterior y los resultados de la tabla 3, se encontró que el número de replicaciones óptimas es 111, incrementando  $i$ , en uno hasta que se cumpla la ecuación siguiente.

$$i=111 \quad 1.96 \sqrt{\frac{2.0108}{111}} = 0.2638 \leq 0.30$$

El modelo se corrió 111 veces.

### ***Corrida del programa***

Se corrió el modelo un total de 111 veces, en la figura 7 se observa el diseño de experimentos con 111 corridas en el simulador simio®.

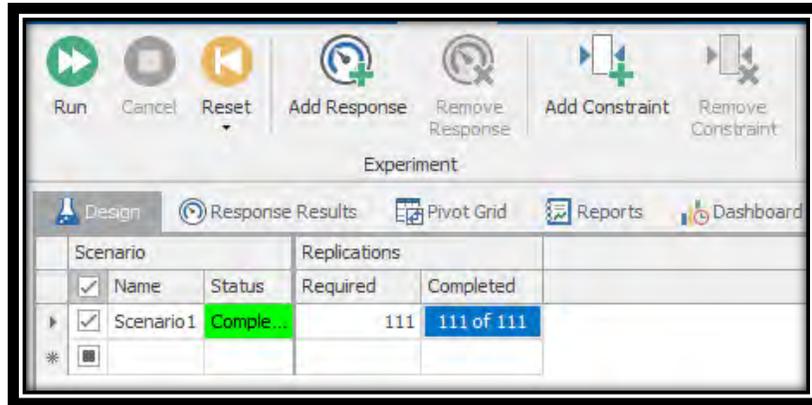


Figura 7. Corrida del programa, Fuente: Elaboración propia a partir de Simio

### **Análisis de resultados**

En la tabla 4 se muestran los valores correspondientes a los datos obtenidos en el sistema real.

Tabla 3. Análisis de resultados

MEDIDA DE DESEMPEÑO	VALOR
Utilización de la caja 1	60.98%
Utilización de la caja 2	45.3%
Utilización de la caja de mayoreo	26.88%
Tiempo máximo de espera en caja1	2.07 minutos
Tamaño máximo de la cola en caja1	3
Tamaño máximo de la cola en caja2	5

### **CONCLUSIONES**

Con un 95% de confianza se obtuvo un modelo representativo del sistema de cobro de la tienda Merza, por lo que se tiene la base para probar todos los escenarios que se consideren apropiados en aras de mejorar.

los resultados evidencian una pobre utilización de las cajas, lo que abre la posibilidad de recomendar el lanzar una fuerte campaña de mercadotecnia a fin de capturar mercado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolaños, O. (2014). Importancia de la simulación en la mejora de procesos. [ptolomeo.unam.mx](http://www.ptolomeo.unam.mx). recuperado de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5884/tesis.pdf?sequence=1#:~:text=El%20hecho%20de%20elaborar%20y,o%20cambio%20en%20el%20sistema>.
- Chung, C.A. Simulation Modeling Handbook a Practical Approach, Washington D.C.: CRC PRES, 2004
- Fuentes, L., López, A. y Tobón, L. (2018). Análisis de la política del servicio de cobro en una pyme usando simulación en simio®. En *Mercadotecnia en las PYMES Casos y aplicaciones* (pp. 226-236). Xalapa: Red Iberoamericana de Academias de Investigación A.C.
- Law, A.M. y Kelton, W.D. (2000). Simulation Modelling and Analysis. Estados Unidos de América: Mc Graw Hill.

# SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PIEL CON EL SOFTWARE PROMODEL

DAMARIS ITCEL CASTELLANOS GÓMEZ<sup>1</sup>, LIDILIA CRUZ RIVERO<sup>2</sup>, MARÍA LEONOR MÉNDEZ HERNÁNDEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue el realizar el análisis y la simulación del proceso de elaboración de un producto de piel, utilizando el software PROMODEL, para la mejora de tiempos y la redistribución de áreas a través de la metodología SLP. El estudio se realizó en una empresa dedicada a la elaboración de artículos de piel, ubicada en el Norte del Estado de Veracruz, México. A través de la recolección de datos, el levantamiento de las localidades del proceso utilizando el software AutoCad, la medición de tiempos a través del cronometraje y la simulación del proceso actual, con la finalidad de realizar una mejora en la distribución del espacio físico. Los resultados obtenidos fueron la mejorara de los tiempos de fabricación y con la implementación de la metodología SLP (Systematic Layout Planning) se logra una redistribución óptima para la empresa la cual ayuda a generar un aumento del 44% de la producción.

**Palabras clave:** Simulación; Optimización; Proceso de Fabricación; SLP

## ABSTRACT

---

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Naranjos.  
damaris.castellanos@itsna.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.  
lilirivero@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.  
draleonormendez@gmail.com

The objective of this work was to carry out the analysis and simulation of the process of making a leather product, using the PROMODEL software, for the improvement of times and the redistribution of areas through the SLP methodology. The study was carried out in a company dedicated to the manufacture of leather articles, located in the North of the State of Veracruz, Mexico. Through data collection, the survey of the process locations using AutoCad software, time measurement through timing and simulation of the current process, in order to make an improvement in the distribution of physical space. The results obtained were the improvement of manufacturing times and with the implementation of the SLP (Systematic Layout Planning) methodology, an optimal redistribution was achieved for the company, which helps to generate a 44% increase in production.

**Keywords:** Simulation; Optimization; Fabrication process; SLP

## INTRODUCCIÓN

La marroquinería artesanal, se considera una actividad importante a nivel económico para México, principalmente por su participación en el PIB. Los productos de piel han adquirido gran popularidad en el mundo de los accesorios, imponiéndose en el mundo de la moda, hablando específicamente de los bolsos de piel ya que es el gran protagonista dentro de la gama de la marroquinería.

Apostar por los accesorios de piel, confeccionados de manera artesanal, es obtener un producto que asegurara a los clientes lo que es calidad, nadie mejor que un artesano sabe cómo tratar el producto, seleccionar la mejor piel y obtener excelentes acabados, que diferencian un accesorio de piel elaborado artesanalmente de cualquier otro.

Los procesos dentro de la industria, tiene como finalidad la transformación de insumos o materias primas en un producto final o terminado, por lo cual el concepto de producción tiene un valor significativo.

Los primeros talleres artesanales existían desde el siglo XVIII y XIX, en donde los pobladores de manera empírica fabricaban sus propias herramientas para su uso cotidiano, Monsalvo, Romero, Miranda, Muñoz, (2014).

López (2016) expresa que los sistemas de producción de una empresa están conformado por entradas o insumos los cuales son transformados en salidas o producto terminado retroalimentando mediante un proceso de control. La administración de operaciones se define como la administración tanto de los sistemas productivos o de transformación los cuales son los responsables de la transformación de los bienes o servicios. Se consideran como los principales insumos para un sistema: la energía, materiales, mano de obra, capital e información. Con la intervención de la tecnología el proceso convierte estos materiales en producto final, concluyendo que cada tipo de industria sus operaciones dependen del giro que representen.

Lo anterior explica las partes que componen todo sistema de producción, las cuales se relacionan mutuamente para cumplir su objetivo, que es la transformación de los elementos involucrados ya sea en un producto o servicio, en este caso, haremos referencia a las actividades que conlleva el sistema productivo de fabricación de artículos de piel.

Para conocer mejor el comportamiento de un sistema de producción se hace uso de software de simulación; PROMODEL, es uno de los paquetes software comerciales para simular que más se utilizan en el mercado ya que utiliza herramientas y análisis que permite conocer mejor el problema y obtener resultados más confiables para poder tomar una decisión óptima (PROMODEL, 2021).

En este contexto, Simón y Medina (2013) “La simulación guía la tomar decisiones bajo la representación de diferentes escenarios y lapsos de tiempo donde los sistemas se tornan complejos por la gran cantidad de variables que en estos interactúan” (p.2). Es así como, podemos conocer las características y aspectos de operación del proceso de fabricación de artículos de piel.

Si una empresa requiere modificar su proceso, sin necesidad de hacer paro de sus operaciones, una opción es simular, con la cual podemos estimar las condiciones de operación obteniendo múltiples beneficios como: mejorar el rendimiento de las operaciones, disminuir costos y reducción de posibles errores en el sistema.

El siguiente capítulo tiene como objetivo principal, realizar el análisis y la simulación del proceso de elaboración de cinturones básicos para hombre utilizando el software

PROMODEL, para la mejora de tiempos y la redistribución de áreas a través de la metodología SLP, en el taller ISYLA.

La fabricación de estos productos en el taller es de tipo artesanal, ya que algunas partes del proceso como son los cortes, se realizan de manera manual (con tijera), provocando que se desperdicie cuero, que el producto no tenga la calidad requerida, en consecuencia, genera pérdidas para el negocio.

La fabricación de los artículos, no es de tipo continua, por lo general trabajan por pedido, contando con algunos artículos en exhibición al público.

Cipagauta y Mojica (2016), realizaron un estudio cuya finalidad fue aprovechar los residuos generados en la elaboración y fabricación de calzado, esta propuesta estuvo basada en la necesidad de aprovechar cada uno de los residuos provenientes de artículos elaborados y transformados en cuero, enfocados a tener un valor agregado importante tanto para el fabricante como para el consumidor.

Chisaguano (2017), menciona la importancia de la optimización de los procesos de producción en la industria manufacturera de cuero, con el fin de aumentar la producción, ya que la variabilidad en la demanda y las importaciones de calzado han incidido significativamente en sus ventas y su crecimiento económico; se destaca la implementación de la metodología SLP y la heurística de CORELAP para la correcta ubicación de las áreas y que cumpla con la normativa, además se aplicó el método jerárquico o multicriterio (AHP) para definir la distribución más óptima. Finalmente se logra reducir el tiempo estándar de producción un 7.855%, respecto al actual 48.559min., y con ello se incrementó la capacidad de producción en un 19.337% es decir 35 pares más al día.

Cruzado, (2019), expresa que el estudio de tiempos y movimientos dentro de los procesos industriales, es una técnica que busca aumentar la productividad de las organizaciones, eliminando en forma sistemática las operaciones que no agregan valor al proceso y se constituye en la base para la estandarización de los tiempos de operación.

Para Vargas, Jiménez, Toro y Rodríguez, (2019), simular el proceso de producción de una empresa, es de gran ventaja, ya que nos ayuda a la toma de decisiones frente a cambios en el modelo productivo, se toman datos del proceso para poder estudiarlos, como paso siguiente elaborar un modelo para finalmente simularlo tanto de manera actual como la nueva propuesta. En este trabajo, se logró mostrar a la

empresa diferentes posibilidades para realizar su proceso de manufactura y sus bondades en términos económicos y de eficiencia.

En este sentido, la reducción de desperdicios en los tiempos de preparación del proceso de troquelado en tres líneas de producción de industrias manufactureras de calzado de cuero es un aspecto importante a considerar dentro de la optimización (Aldás, Portalanza, Tierra y Barrionuevo, 2018).

### **DESARROLLO METODOLÓGICO**

Existen ciertas características de los procesos industriales que las diferencian de otros tipos de industrias, debido a que hay una compleja estructura, la cual, está conformada de etapas que consta a su vez de numerosos subcomponentes. Para poder conocer el funcionamiento de las etapas de un proceso es necesario analizarlo y simularlo para poder tomar decisiones.

El análisis y simulación de procesos tiene sus ventajas como lo son:

- Experimentación económica.
- Extrapolación.
- Estudio de conmutabilidad y evaluación de otros planes de actuación.
- Repetición de experimentos.
- Control de cálculo.
- Ensayo de sensibilidad.
- Estudio de la estabilidad del sistema.

De acuerdo a las aportaciones de García, García, Cárdenas, (2006), PROMODEL es considerado el software comercial para simulación más utilizado en el mercado, ya que cuenta con herramientas para analizar y diseñar, al igual nos permite animar los modelos estudiados, con el cual, se conocerá mejor el problema y poder alcanzar resultados más confiables respecto a la toma de decisiones. Este software se enfoca a procesos de fabricación de uno o varios productos.

Observando las actividades que se realizan para la fabricación de artículos en este taller, se identifica que no cuentan con los siguientes registros o documentación.

- 1.- Cantidad total de producción mensual.
- 2.- Cantidad de piel utilizada durante el proceso de fabricación.

- 3.- Cantidad de desperdicios de cuero al momento de producir,
- 4.- Estandarización en el proceso de producción.
- 5.- Protocolo o instructivos de trabajo.
- 6.- Tiempo de fabricación de cada uno de sus artículos.
- 7.- Análisis de tipo económico para conocer su rentabilidad.
- 8.- Documentación de las actividades realizadas.

En este capítulo se muestra el uso de la investigación de tipo descriptiva, según Naghi (2005) es considerada como una forma de estudio para saber quién, donde, cuando, como y porqué del sujeto de estudio. Los resultados que se obtienen al realizarla, explican perfectamente una organización del consumidor, objetos, conceptos y cuentas. Para este proyecto de investigación describiremos con base a datos obtenidos (tiempos). Un buen estudio descriptivo presume mucho conocimiento acerca del sujeto de estudio.

En este caso de estudio la empresa requiere modificar su proceso, sin necesidad de hacer paro de sus operaciones, por la que una opción viable es la simulación, con la cual es posible estimar las condiciones de operación obteniendo múltiples beneficios como: mejorar el rendimiento de las operaciones, disminuir costos y reducción de posibles errores en el sistema.

La Empresa sujeta a estudio es una empresa Marroquinera, es decir, procesadora de artículos de piel, ubicada en el municipio de Citlaltépetl, al norte del Estado de Veracruz, México. El estudio se centra en fabricación de artículos de piel, específicamente en el armado de cinturones básicos de piel para caballeros.

Para la inspección de tipo visual se hace uso de una hoja de datos también conocida como hoja de verificación (figura 1).

FORMATO DE INSPECCION VISUAL				Articulos de piel  syla	
Departamento:			Fecha:		
Proceso:					
Equipos utilizados:					
AREA DE TRABAJO					
ASPECTO/ELEMENTO/CRITERIOS	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACION		
OBSERVACIONES GENERALES					
RESPONSABLE				FIRMA:	



**Fig. 3.** Formato de diagrama de operaciones. Fuente: Los autores

Una vez que se identifiquen cada una de las etapas que conforman el proceso que se analizará, se realizará un estudio de tiempos para poder determinar así el tiempo promedio que necesita un operador para una tarea determinada.

Para este caso se utilizará un cronómetro ordinario de tipo vuelta a cero ya que se efectuará el método de tiempo acumulativo el cual se pondrá en marcha sin interrupciones desde el inicio al final de ambos procesos.

El tablero sencillo, se conformará por una tabla de plástico en el cual se colocarán los formatos de registro de información en el cual figurarán los datos esenciales bajo estudio, los elementos de cada operación y los cortes entre ellos (figura 4).

RESUMEN DE ESTUDIO DE TIEMPOS											Artículos de piel Isyla		
Departamento:											Estudio no.:		
Operación:											Hoja no.:		
Instalación /equipo											Comienzo:		
Herramientas/Calibradores											Termino:		
Producto/Pieza:											Tiempo transcurrido:		
Plano no.:											Operario		
Material:											Observado por:		
Nota:											Fecha		
ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (CICLO)										$\sum t$	$\bar{t}(s)$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
T													
L													
T													
L													

**Fig. 4.** Formato resumen de estudio de tiempos. Fuente: Los autores

Con los diagramas de proceso y los tiempos cronometrados, se procederá a la simulación utilizando el software PROMODEL (figura 5).

PROMODEL Better Decisions-Faster describe a este software como un simulador con animación y optimización para hacer modelos de simulación y optimizarlos. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, servicios, call centers, manejo de materiales, etc. PROMODEL es un paquete de simulación que no requiere programación, aunque si lo permite.

Corre en Windows y no requiere hardware especializado. Una vez que el modelo ha sido creado, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros clave del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo, minimizar el número de camiones sin penalizar el servicio, etc.

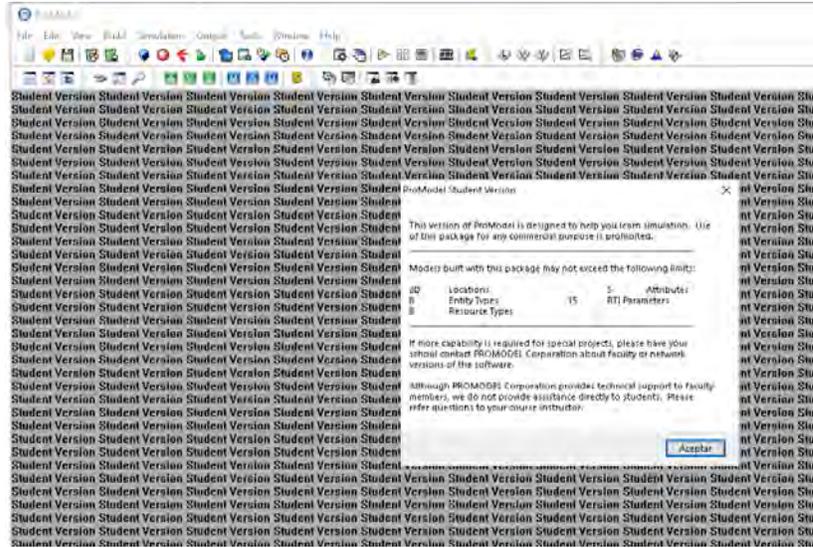
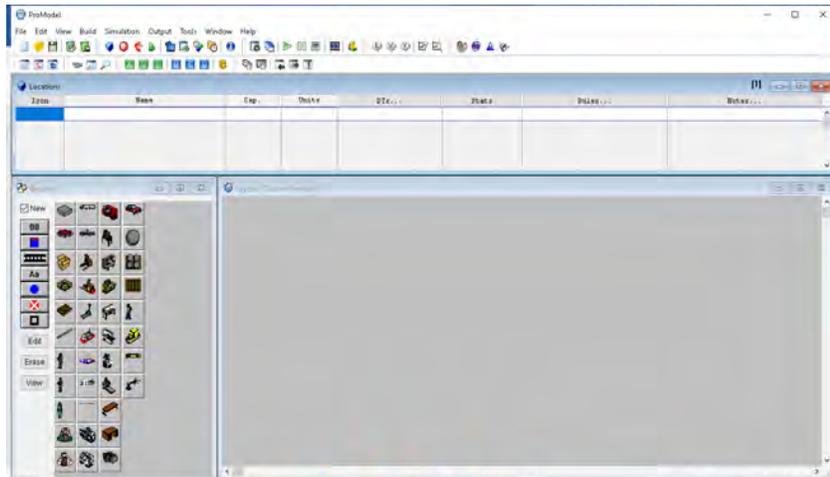


Fig. 5. Software PROMODEL. Fuente: Software PROMODEL, (2021).

Para poder ejecutar la simulación del proceso de armado de cinturones se deberán considerar los siguientes elementos:

- El sistema: para este caso lo conforma todo lo que esta interrelacionado con el proceso desde las herramientas, máquinas, mobiliario etc, específicamente el taller (figura 6).
- Entidades: para la simulación se utilizarán 1 entidades: los cinturones de piel.
- Localizaciones: Para este proceso, intervienen 2 mesas de trabajo, una estantería de piel, una mesa con máquina de coser, las cuales son necesarias para el momento de su elaboración.
- Recursos: Se identifican como la piel, el personal, cuchillos, tijeras, reglas, cinta métrica, moldes, cajas entre otros. Variables: Cantidad de cinturones fabricados.



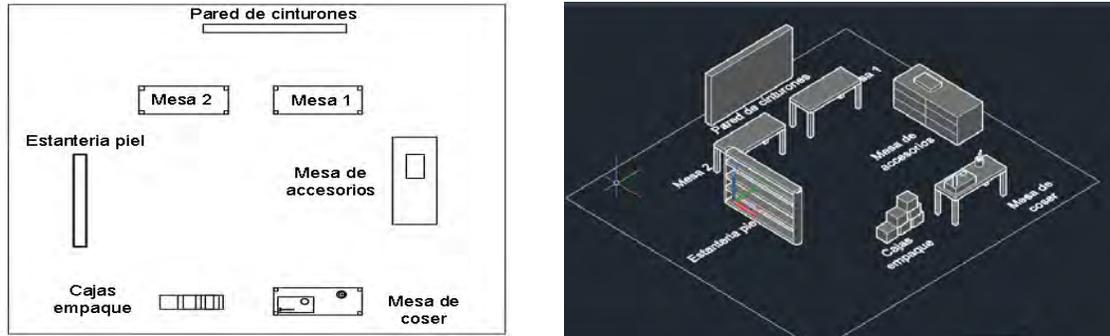
**Fig. 6.** Identificación de elemento en PROMODEL. Fuente: Software PROMODEL, (2021)

Se consideran como tiempo efectivo 8 horas, se realizará la primera simulación con los datos obtenidos, partiendo con la información de los diagramas y toma de tiempo, una vez realizada la primera corrida de la simulación utilizando el software ProModel, a través del análisis arrojado por el software se hará la propuesta de mejora, con los nuevos datos, se procederá a una segunda corrida de simulación, los resultados de ambas corridas son nuevamente analizados y se procederá a realizar una propuesta para mejorar y obtener beneficios para el taller.

Para este trabajo de investigación se considerará realizar dos simulaciones, la primera simulación, con los datos obtenidos del análisis del tiempo y la segunda simulación con una propuesta de mejora, esto con el apoyo del análisis que proporcionará el software ProModel, la finalidad de la propuesta de mejora será buscar alternativas para la organización y control óptimo que se pudiera implementar en el taller.

Una vez finalizada y analizada la segunda simulación, se procederá a elaborar una segunda distribución de planta, con las propuestas de mejora, siendo el objetivo optimizar el proceso, obtener un mayor control y mejorar tiempos de fabricación, Se utilizará la metodología SLP (Systematic Layout Planning), que permitirá para este caso rediseñar la instalación de producción en la cual se seguirá una secuencia ordenada y lógica a través de la integración y coordinación de los movimientos. Esta metodología se considera una de las más utilizadas por las empresas para realizar la distribución o redistribución de las áreas que la componen.

Se realiza el levantamiento físico del área de trabajo, en este caso del área de fabricación, utilizando el software AutoCAD, se elabora un plano para conocer la distribución actual, (Figura 7).



**Fig. 7.** Distribución actual de planta, isométrica y 3D. Fuente: Los Autores

## RESULTADOS

El área de trabajo está conformada por 3 mesas de trabajo cuyas medidas son 2m x 0.80 m x .90 m, dos de ellas se utilizan para las actividades como corte, armado de los artículos y una mesa donde se encuentra la máquina de coser para reforzar la durabilidad de los artículos.

A un costado de la mesa de coser se encuentra un espacio vacío, sin embargo, es utilizado para colocar cajas de cartón para que una vez terminados los cinturones de piel se coloquen en ellas para su almacenaje y posterior venta.

Se cuenta con una mesa de accesorios de 2.5 m x 1.0 m x 0.90 m, la cual se utiliza para guardar todos los accesorios que se requiere, (hebillas, tijeras, agujas, hilos, plantillas); en la parte superior en ocasiones colocan rollos pequeños de piel, cajas u objetos personales.

En la parte trasera de las mesas de trabajo (mesa 1 y 2) se encuentra una estantería de cinturones, 3m x 0.20 m x 1.50 m, en la cual se colocan cinturones completos esto con la finalidad de no maltratar el artículo para su posterior embalaje.

Para finalizar se encuentra una segunda estantería, excesiva para rollos de piel, sus medidas 2.5 m x 1.0 m x 1.20 m, los cuales son la materia prima principal para el armado de estos artículos.

Se elaboró el diagrama de flujo de operaciones del armado actual de cinturones, donde pueden apreciarse las actividades realizadas en la fabricación del cinto (Figura 8).

Para elaborar un solo cinturón, se requiere un total de 50.45 minutos, de los cuales 35.00 minutos se emplean para las operaciones que intervienen en el proceso, siendo la de golpear con un martillo para eliminar las burbujas de aire y cortar el exceso de piel (figura 9) con un cúter la de mayor tiempo (7.30 minutos).

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				Artículos de piel Isyla					
Fecha de realización. 15 de febrero de 2021		Página 1 de 1		Ficha numero: 1					
Diagrama 1		Proceso: Fabricación de artículos de piel		RESUMEN					
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía	
				Cantidad	Tiempo	Cantidad	Tiempo	Cantidad	Tiempo
Actividad: Armado de cinturón de piel básico		Operación		12	35 min				
		Transporte		4	2.45 min				
Tipo de diagrama: Flujo de operaciones		Material ( X )		1	10 min				
		Operario ( )		3	3 min				
Método:		Actual ( X )		0	0				
		Propuesto ( )							
Área/Sección: Fabricación /Producción		Almacenamiento							
		Distancia total		17 m					
		Tiempo total		50.45 min					
Elaborado por: Ing. Damaris Itcel Castellanos Gómez		Aprobado por: Ing. Jesús Martín Isidro Ruiz							
DESCRIPCIÓN		○	➡	◐	◑	▽	Distancia	Tiempo	Observaciones
Selección de la piel y ancho del cinturón		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	2.00 min	
Llevar a la mesa de trabajo el material para el armado del cinturón		●	➡	◐	◑	▽	1.50 m	0.30 min	
Selección, medición y corte del forro para el cinturón		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	3.15 min	
Rebajar el perímetro del cinturón		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	2.15 min	
Adherir el forro y la piel del cinturón con resistol		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	3.40 min	
Inspección		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	0.30 min	
Dejar en reposo la pieza		○	➡	◐	◑	▽	.50 m	10.00 min	
Nuevamente colocar resistol a la pieza del forro y la piel		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	3.40 min	
Inspección		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	1.00 min	
Golpear con martillo para eliminar burbujas de aire, cortar el exceso de piel con un cutter		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	7.30 min	
Llevar pieza a la mesa de coser		●	➡	◐	◑	▽	2.50 m	0.45 min	
Coser con máquina el forro y piel para mayor adherencia		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	3.45 min	
Aplicar número de talla y logotipo de la empresa al cinturón		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	1.40 min	
Llevar pieza a mesa 2		●	➡	◐	◑	▽	2.50 m	0.45 min	
Aplicar tinta en la orilla del cinturón		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	1.55 min	
Inspección		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	1.30 min	
Colocar la hebilla y coser el dobles del cinturón		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	3.00 min	
Llevar pieza a mesa 1		●	➡	◐	◑	▽	2.50 m	0.45 min	
Realizar ojillos de cinturón		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	1:20 min	
Colocar en cajas los cinturones		●	➡	◐	◑	▽	.50 m	1.00 min	
OBSERVACIONES GENERALES									
RESPONSABLE:					FIRMA:				

Fig. 8. Diagrama de flujo de proceso. Fuente: Los autores



**Fig. 9.** Cortar exceso de piel del cinturón. Fuente: Taller Isyla, (2021)

Se guarda el artículo en las cajas es la operación en la que menos tiempo se le emplea, ya que se requiere de 1.00 minutos (figura 10).



**Fig.10.** Colocar cinturones en cajas. Fuente Taller Isyla. (2021).

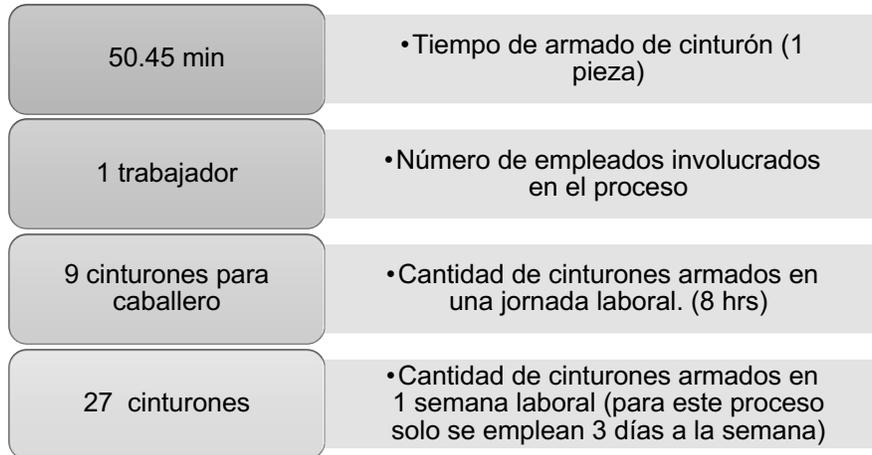
Para este proceso de fabricación se contabilizaron un total de 12 operaciones. Se emplean 2.45 minutos en total para el transporte del cinturón de una mesa a otra y 3 minutos para inspeccionar el proceso. Se destaca un tiempo de espera (dejar secar el forro y la piel) de 10 minutos (figura 11).



**Fig. 11.** Tiempo de espera del producto. Fuente: Taller Isyla. (2021).

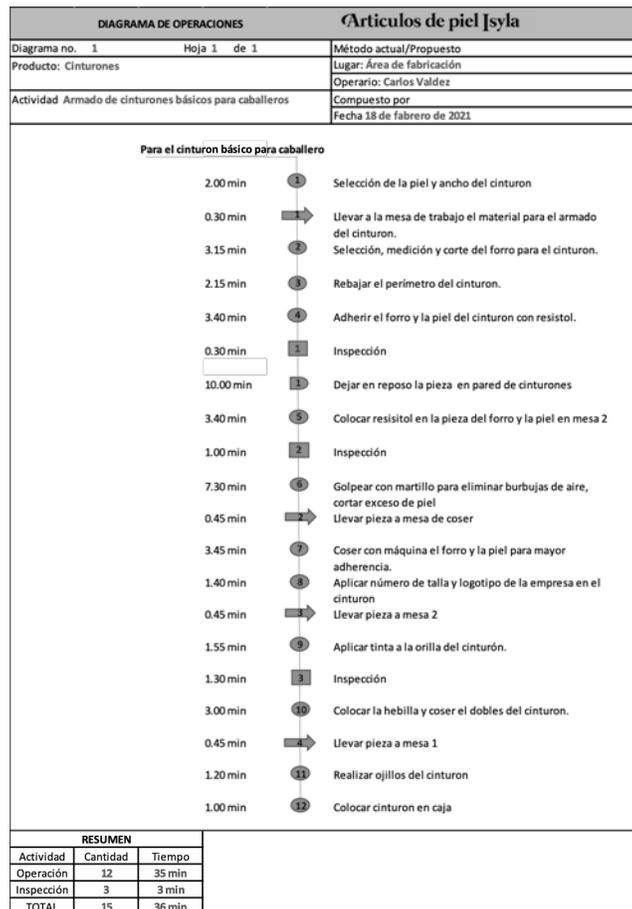
Se observó que el armado de los cinturones es lento ya que los trabajadores comentaron que un mismo empleado debe hacer completo el proceso del armado, de la misma manera, comentan que la inspección se podría realizar en menor tiempo, otra de las actividades, como es el reposo de los cinturones, ya que, en base a la experiencia de los empleados, comentaron que la piel pega aproximadamente entre 4 y 5 minutos.

Por lo tanto, de acuerdo al tiempo cronometrado del proceso actual se obtiene lo siguiente:



**Diagrama 1.** Tiempo cronometrado del proceso actual. Fuente: Los Autores

Una vez elaborado el diagrama de proceso actual, se elaboró con la información recabada el diagrama de operaciones actual del proceso el cual, nos muestra de forma gráfica como se debe elaborar el armado de los cinturones básicos para caballeros (Figura 12).



**Fig. 12.** Diagrama de proceso. Fuente: Los autores.

Se midió el tiempo de cada una de las actividades del armado de cinturones básicos para hombres, se tomó una muestra de 10 ciclos para hacer el análisis de los tiempos, aplicando el método continuo (figura 13):

ESTUDIO DE TIEMPOS											Artículos de piel Jsyla			
Departamento: <i>Fabricación</i>											Estudio no. <i>1</i>			
Operación: <i>Armado de cinturones básicos para caballeros</i>											Hoja no. <i>1</i>			
Instalación /equipo:											Comienzo: <i>8:10 am</i>			
Herramientas/Calibradores											Termino: <i>5:23 pm</i>			
Producto/Pieza: <i>Cinturón básico para hombre.</i>											Tiempo transcurrido: <i>08:24:44min</i>			
Plano no. <i>1</i>											Operario: <i>Carlos Valdéz</i>			
Material: <i>Piel, accesorios, tijeras, resistol, cortadores</i>											Observado por: <i>Damaris Itzel Castellanos Gó</i>			
Nota:											Fecha: <i>15 de marzo 2021</i>			
ELEMENTOS		TIEMPO OBSERVADO (CICLO)										$\sum t$	$\bar{t}(s)$	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Selección de la piel y ancho del cinturón	T	00:02:00	00:01:59	00:02:00	00:02:01	00:02:00	00:01:59	00:02:00	00:02:00	00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:19:57	00:02:00
	L	00:02:00	00:01:59	00:02:00	00:02:01	00:02:00	00:01:59	00:02:00	00:02:00	00:01:59	00:01:59	00:01:59		
Llevar a la mesa de trabajo el material para el armado del cinturón	T	00:00:30	00:00:30	00:00:32	00:00:29	00:00:31	00:00:30	00:00:32	00:00:30	00:00:30	00:00:32	00:00:30	00:05:06	00:00:31
	L	00:02:30	00:02:29	00:02:32	00:02:30	00:02:31	00:02:29	00:02:32	00:02:30	00:02:29	00:02:31	00:02:29		
Selección, medición y corte del forro para el cinturón	T	00:03:15	00:03:12	00:03:15	00:03:10	00:03:15	00:03:14	00:03:14	00:03:15	00:03:15	00:03:15	00:03:15	00:32:19	00:03:14
	L	00:05:45	00:05:41	00:05:47	00:05:40	00:05:46	00:05:43	00:05:46	00:05:45	00:05:44	00:05:45	00:05:45		
Rebajar el perímetro del cinturón	T	00:02:15	00:02:14	00:02:15	00:02:15	00:02:15	00:02:14	00:02:15	00:02:14	00:02:14	00:02:15	00:02:15	00:22:26	00:02:15
	L	00:08:00	00:07:55	00:08:02	00:07:55	00:08:01	00:07:57	00:08:01	00:07:59	00:07:58	00:08:00	00:08:00		
Adherir el forro y la piel del cinturón con resistol	T	00:03:40	00:03:38	00:03:42	00:03:40	00:03:42	00:03:39	00:03:39	00:03:40	00:03:40	00:03:40	00:03:40	00:36:40	00:03:40
	L	00:11:40	00:11:33	00:11:44	00:11:35	00:11:43	00:11:36	00:11:40	00:11:39	00:11:38	00:11:40	00:11:40		
Inspección	T	00:00:30	00:00:31	00:00:30	00:00:30	00:00:31	00:00:30	00:00:30	00:00:31	00:00:30	00:00:30	00:00:30	00:05:03	00:00:30
	L	00:12:10	00:12:04	00:12:14	00:12:05	00:12:14	00:12:06	00:12:10	00:12:10	00:12:08	00:12:10	00:12:10		
Dejar en reposo la pieza	T	00:10:00	00:10:02	00:10:01	00:10:01	00:10:00	00:10:00	00:10:02	00:10:01	00:10:00	00:10:00	00:10:00	01:40:07	00:10:01
	L	00:22:10	00:22:06	00:22:15	00:22:06	00:22:14	00:22:06	00:22:12	00:22:11	00:22:08	00:22:10	00:22:10		
Nuevamente colocar resistol a la pieza del forro y la piel	T	00:03:40	00:03:39	00:03:38	00:03:40	00:03:40	00:03:41	00:03:40	00:03:39	00:03:40	00:03:41	00:03:41	00:36:38	00:03:40
	L	00:25:50	00:25:45	00:25:53	00:25:46	00:25:54	00:25:47	00:25:52	00:25:50	00:25:48	00:25:51	00:25:51		
Inspección	T	00:01:00	00:00:59	00:01:00	00:01:00	00:00:59	00:01:01	00:01:00	00:01:00	00:00:59	00:01:00	00:01:00	00:09:58	00:01:00
	L	00:26:50	00:26:44	00:26:53	00:26:46	00:26:53	00:26:48	00:26:52	00:26:50	00:26:47	00:26:51	00:26:51		
Golpear con martillo para eliminar burbujas de aire, cortar el exceso de piel con un cutter	T	00:07:30	00:07:28	00:07:30	00:07:29	00:07:30	00:07:30	00:07:28	00:07:31	00:07:30	00:07:30	00:07:30	01:14:56	00:07:30
	L	00:34:20	00:34:12	00:34:23	00:34:15	00:34:23	00:34:18	00:34:20	00:34:21	00:34:17	00:34:21	00:34:21		
Llevar pieza a la mesa de coser	T	00:00:45	00:00:44	00:00:45	00:00:46	00:00:45	00:00:45	00:00:44	00:00:45	00:00:45	00:00:44	00:00:44	00:07:28	00:00:45
	L	00:35:05	00:34:56	00:35:08	00:35:01	00:35:08	00:35:03	00:35:04	00:35:06	00:35:02	00:35:05	00:35:05		
Coser con máquina el forro y piel para mayor adherencia	T	00:03:45	00:03:44	00:03:44	00:03:45	00:03:46	00:03:45	00:03:43	00:03:45	00:03:46	00:03:46	00:03:46	00:37:29	00:03:45
	L	00:38:50	00:38:40	00:38:52	00:38:46	00:38:54	00:38:48	00:38:47	00:38:51	00:38:48	00:38:51	00:38:51		
Aplicar número de talla y logotipo de la empresa al cinturón	T	00:01:40	00:01:38	00:01:40	00:01:40	00:01:39	00:01:41	00:01:40	00:01:40	00:01:44	00:01:43	00:01:43	00:16:45	00:01:40
	L	00:40:30	00:40:18	00:40:32	00:40:26	00:40:33	00:40:29	00:40:27	00:40:31	00:40:32	00:40:34	00:40:34		
Llevar pieza a mesa 2	T	00:00:45	00:00:42	00:00:45	00:00:44	00:00:45	00:00:45	00:00:45	00:00:45	00:00:50	00:00:48	00:00:48	00:07:34	00:00:45
	L	00:41:15	00:41:00	00:41:17	00:41:10	00:41:18	00:41:14	00:41:12	00:41:16	00:41:22	00:41:22	00:41:22		
Aplicar tinta en la orilla del cinturón	T	00:01:55	00:01:55	00:01:54	00:01:55	00:01:55	00:01:54	00:01:55	00:01:55	00:01:55	00:01:55	00:01:55	00:19:08	00:01:55
	L	00:43:10	00:42:55	00:43:11	00:43:05	00:43:13	00:43:08	00:43:07	00:43:11	00:43:17	00:43:17	00:43:17		
Inspección	T	00:01:30	00:01:32	00:01:30	00:01:29	00:01:31	00:01:30	00:01:31	00:01:32	00:01:32	00:01:31	00:01:31	00:15:08	00:01:31
	L	00:44:40	00:44:27	00:44:41	00:44:34	00:44:44	00:44:38	00:44:38	00:44:43	00:44:49	00:44:48	00:44:48		
Colocar la hebilla y coser el dobles del cinturón	T	00:03:00	00:03:02	00:03:01	00:03:00	00:03:10	00:03:11	00:03:00	00:03:01	00:03:00	00:03:15	00:03:15	00:30:40	00:03:04
	L	00:47:40	00:47:29	00:47:42	00:47:34	00:47:54	00:47:49	00:47:38	00:47:44	00:47:49	00:48:03	00:48:03		
Llevar pieza a mesa 1	T	00:00:45	00:00:40	00:00:45	00:00:43	00:00:43	00:00:45	00:00:44	00:00:43	00:00:43	00:00:45	00:00:45	00:07:16	00:00:44
	L	00:48:25	00:48:09	00:48:27	00:48:17	00:48:37	00:48:34	00:48:22	00:48:27	00:48:32	00:48:48	00:48:48		
Realizar ojillos de cinturón	T	00:01:20	00:01:18	00:01:22	00:01:25	00:01:20	00:01:21	00:01:20	00:01:23	00:01:21	00:01:20	00:01:20	00:13:30	00:01:21
	L	00:49:45	00:49:27	00:49:49	00:49:42	00:49:57	00:49:55	00:49:42	00:49:50	00:49:53	00:50:08	00:50:08		
Colocar en cajas los cinturones	T	00:01:00	00:01:01	00:01:00	00:01:10	00:01:00	00:01:05	00:01:00	00:01:10	00:01:06	00:01:04	00:01:04	00:10:36	00:01:04
	L	00:50:45	00:50:28	00:50:49	00:50:52	00:50:57	00:51:00	00:50:42	00:51:00	00:50:59	00:51:12	00:51:12		

Fig. 13. Registros de tiempos: Fuente: Los autores

Del total de los tiempos de cada una de las actividades de los 10 ciclos cronometrados, se obtuvo un tiempo normal de 50:52 minutos, Como siguiente paso, se realizó el cálculo del tiempo básico, utilizando la siguiente formula:

$$\text{TIEMPO BÁSICO} = \text{TIEMPO PROMEDIO} \times \text{VALORACIÓN \%} \dots (1)$$

**Tabla 1.** Cálculo del tiempo básico. Fuente: Los autores

ELEMENTOS	TP	V	TB
Selección de la piel y ancho del cinturón	0.0013889	100.00%	00:02:00
Llevar a la mesa de trabajo el material para el	0.0003588	100.00%	00:00:31
Selección, medición y corte del forro para el	0.0022454	100.00%	00:03:14
Rebajar el perímetro del cinturón	0.0015625	95.00%	00:02:08
Adherir el forro y la piel del cinturón con resistol	0.0025463	90.00%	00:03:18
Inspección	0.0003472	100.00%	00:00:30
Dejar en reposo la pieza	0.006956	100.00%	00:10:01
Nuevamente colocar resistol a la pieza del forro y la	0.0025463	95.00%	00:03:29
Inspección	0.0006944	100.00%	00:01:00
Golpear con martillo para eliminar burbujas de aire,	0.0052083	90.00%	00:06:45
Llevar pieza a la mesa de coser	0.0005208	100.00%	00:00:45
Coser con máquina el forro y piel para mayor	0.0026042	90.00%	00:03:23
Aplicar número de talla y logotipo de la empresa al	0.0007407	90.00%	00:00:58
Llevar pieza a mesa 2	0.0005208	100.00%	00:00:45
Aplicar tinta en la orilla del cinturón	0.001331	95.00%	00:01:49
Inspección	0.0010532	100.00%	00:01:31
Colocar la hebilla y coser el dobles del cinturón	0.0021296	90.00%	00:02:46
Llevar pieza a mesa 1	0.0005093	100.00%	00:00:44
Realizar ojillos de cinturón	0.0009375	80.00%	00:01:05
Colocar en cajas los cinturones	0.0006944	100.00%	00:01:00

Se determinaron los suplementos de tiempo en porcentaje para este proceso de fabricación, una vez explicados cada uno de ellos, en común acuerdo con el encargado de taller se establecen:

- Suplemento por necesidades personales o básicas • 5%
- Suplemento por descanso o fatiga • 4%
- Suplementos por retrasos especiales • 1%
- TOTAL, DE SUPLEMENTOS DE EMPRESA • 10%

Se calculó el tiempo tipo de cada elemento, utilizándola siguiente formula:

$$\text{TIEMPO TIPO} = \text{TIEMPO BÁSICO} + \text{SUPLEMENTOS}$$

$$\text{SUPLEMENTOS} = \text{TIEMPO BÁSICO} \times 0.10 \dots\dots\dots (2)$$

**Tabla 2.** Cálculo tiempo tipo. Fuente: Los autores

ELEMENTOS			
	TB	SUPLEMENTO	TT
Selección de la piel y ancho del	0.00138889	0.000138889	00:02:12
Llevar a la mesa de trabajo el material	0.0003588	3.58796E-05	00:00:34
Selección, medición y corte del forro	0.00224537	0.000224537	00:03:33
Rebajar el perímetro del cinturón	0.00148438	0.000148438	00:02:21
Adherir el forro y la piel del cinturón	0.00229167	0.000229167	00:03:38
Inspección	0.00034722	3.47222E-05	00:00:33
Dejar en reposo la pieza	0.00695602	0.000695602	00:11:01
Nuevamente colocar resistol a la	0.00241898	0.000241898	00:03:50
Inspección	0.00069444	6.94444E-05	00:01:06
Golpear con martillo para eliminar	0.0046875	0.00046875	00:07:25
Llevar pieza a la mesa de coser	0.00052083	5.20833E-05	00:00:49
Coser con máquina el forro y piel para	0.00234375	0.000234375	00:03:43
Aplicar número de talla y logotipo de	0.00066667	6.66667E-05	00:01:03
Llevar pieza a mesa 2	0.00052083	5.20833E-05	00:00:49
Aplicar tinta en la orilla del cinturón	0.00126447	0.000126447	00:02:00
Inspección	0.00105324	0.000105324	00:01:40
Colocar la hebilla y coser el dobles del	0.00191667	0.000191667	00:03:02
Llevar pieza a mesa 1	0.00050926	5.09259E-05	00:00:48
Realizar ojillos de cinturón	0.00075	0.000075	00:01:11
Colocar en cajas los cinturones	0.00069444	6.94444E-05	00:01:06

Como paso siguiente, se realizó el cálculo del tiempo ciclo o tiempo estándar, utilizando la siguiente fórmula:

**TIEMPO CICLO= SUMA DE TODOS LOS TIEMPOS TIPO ..... (3)**

**Tabla 3.** Cálculo del tiempo ciclo. Fuente: Los autores.

ELEMENTOS			
	TB	SUPLEMENTO	TT
Selección de la piel y ancho del	0.00138889	0.000138889	00:02:12
Llevar a la mesa de trabajo el material	0.0003588	3.58796E-05	00:00:34
Selección, medición y corte del forro	0.00224537	0.000224537	00:03:33
Rebajar el perímetro del cinturón	0.00148438	0.000148438	00:02:21
Adherir el forro y la piel del cinturón	0.00229167	0.000229167	00:03:38
Inspección	0.00034722	3.47222E-05	00:00:33
Dejar en reposo la pieza	0.00695602	0.000695602	00:11:01
Nuevamente colocar resistol a la	0.00241898	0.000241898	00:03:50
Inspección	0.00069444	6.94444E-05	00:01:06
Golpear con martillo para eliminar	0.0046875	0.00046875	00:07:25
Llevar pieza a la mesa de coser	0.00052083	5.20833E-05	00:00:49
Coser con máquina el forro y piel para	0.00234375	0.000234375	00:03:43
Aplicar número de talla y logotipo de	0.00066667	6.66667E-05	00:01:03
Llevar pieza a mesa 2	0.00052083	5.20833E-05	00:00:49
Aplicar tinta en la orilla del cinturón	0.00126447	0.000126447	00:02:00
Inspección	0.00105324	0.000105324	00:01:40
Colocar la hebilla y coser el dobles del	0.00191667	0.000191667	00:03:02
Llevar pieza a mesa 1	0.00050926	5.09259E-05	00:00:48
Realizar ojillos de cinturón	0.00075	0.000075	00:01:11
Colocar en cajas los cinturones	0.00069444	6.94444E-05	00:01:06
			<b>0:52:27</b>

Para el arma de cinturones básicos para caballeros de acuerdo al análisis realizado, se tiene un tiempo ciclo (tiempo estándar) de 52.27 min.

Una vez cronometrado el tiempo total del armado de cinturones, se procede a realizar la primera simulación (proceso actual) utilizando el software PROMODEL, los pasos que se siguieron para empezar la simulación fueron los siguientes:

Se nombra al proceso: “armado de cinturones básicos para caballeros”. Se construyeron las locaciones para este proceso (figura 14), prácticamente todos los elementos que intervienen en el proceso, como lo son las mesas, estantes, etc.

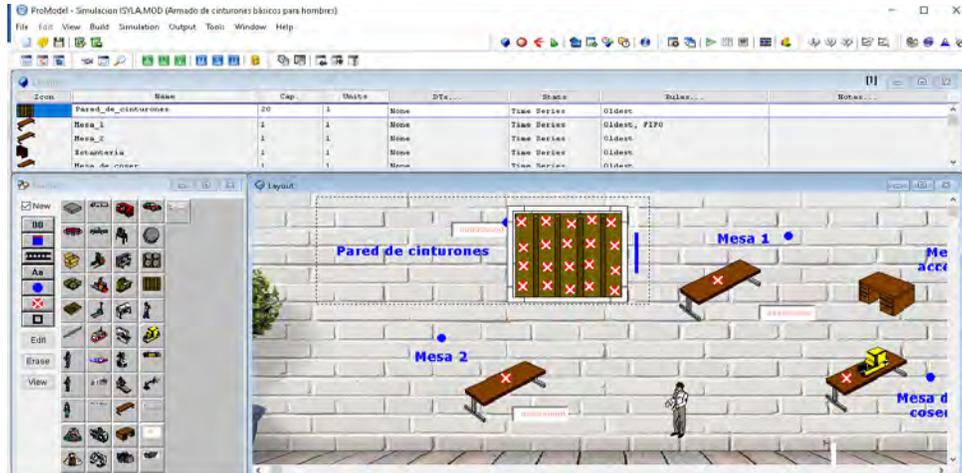


Fig. 14. Locaciones del proceso, PROMODEL. Fuente: Los autores.

Posteriormente se agrega la entidad, que es el producto final del proceso, en este caso es el cinturón básico para hombre, (figura 15).

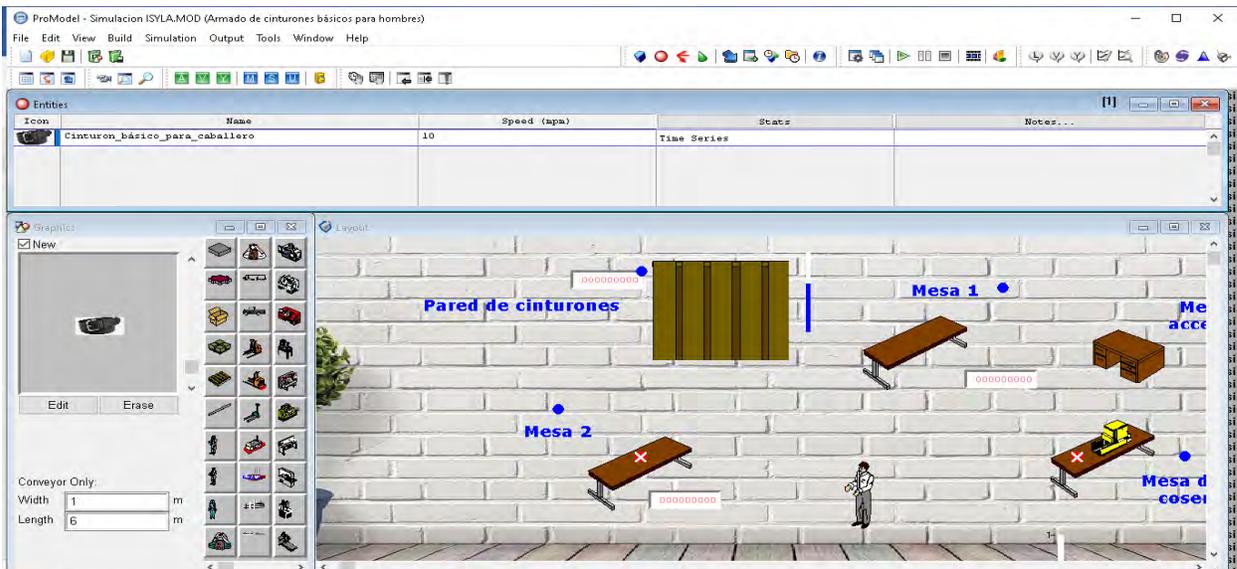


Fig. 15. Entidad del proceso, PROMODEL. Fuente: Los autores

Una vez estructurado el *layout* del área de fabricación, se procede a ejecutar el proceso esto de acuerdo al diagrama de flujo previamente elaborado con sus respectivos tiempos (Figura 16).

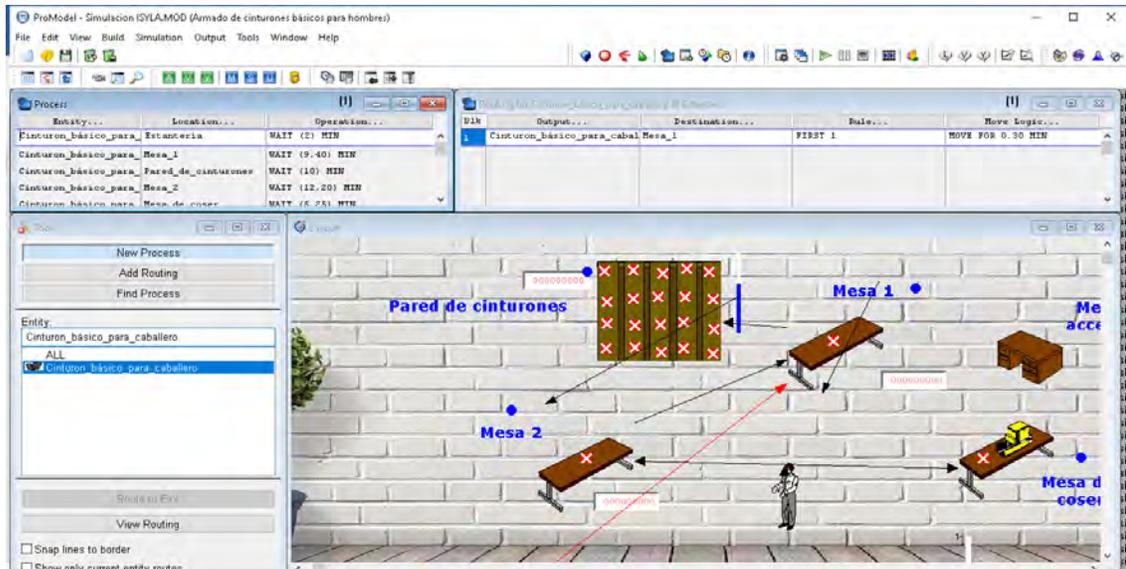


Fig. 16. Simulación proceso de fabricación de cinturones. Fuente: Los autores

Estructurado todo el proceso de fabricación de cinturones básicos para caballeros, se procede a definir la llegada de la entidad (Figura 17).

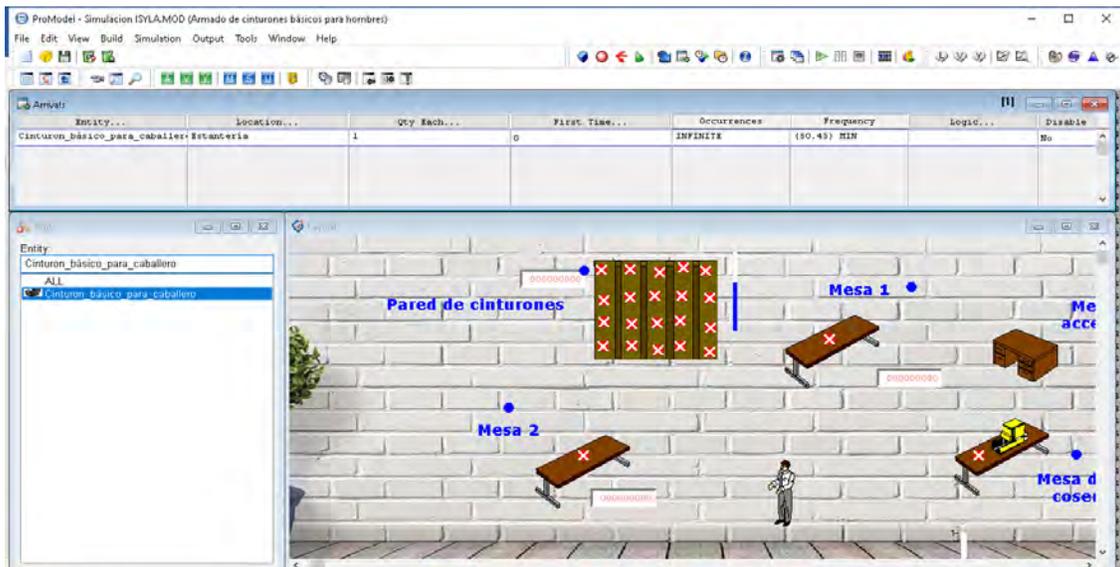


Fig. 17. Llegada de entidad del proceso. Fuente: Los autores

Se coloca el contador de tiempo al igual que el estatus de cada una de las locaciones, para conocer el total de piezas que se encuentren en cada locación.

Se realizó la simulación del proceso actual del armado de cinturones básicos para hombre, donde se ratificó la información obtenida por los diagramas de flujos y operaciones donde se obtuvo lo siguiente (figura 18):

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Pared de cinturones	8.00	20.00	10.00	10.00	0.21	1.00	0.00	1.04
Mesa 1	8.00	1.00	19.00	5.52	0.22	1.00	0.00	21.83
Mesa 2	8.00	1.00	19.00	8.96	0.35	1.00	1.00	35.48
Estantería	8.00	1.00	10.00	2.00	0.04	1.00	0.00	4.17
Mesa de coser	8.00	1.00	9.00	5.25	0.10	1.00	0.00	9.84
caja	8.00	20.00	9.00	1.00	0.02	1.00	0.00	0.09

**Fig. 18.** Simulación del proceso. Fuente: Los autores

En una jornada de 8 horas, la capacidad de las locaciones fue suficiente para cada una de las locaciones, el porcentaje de utilización describe a la mesa 2 como la que mayor tiempo permaneció ocupada con un 35.48% del tiempo promedio y la mesa 1 con un porcentaje de utilización de 21.83%, mientras que las cajas solo ocupan un porcentaje de utilización de 0.09%.

Para este ciclo, se obtuvo un total de 9 piezas (9 cinturones), utilizando un tiempo promedio de 50.28 minutos (figura 19).

Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
Piezas totales	9.00	50.28	0.00	9.00	9.00	4.30

**Fig. 19.** Llegada de entidad del proceso. Fuente: Los autores

Con la información anterior, se realizó la planeación sistemática de la distribución de planta con la metodología SLP (Systematic Layout Planning) por sus siglas en inglés; se considera que existe espacio que se puede ocupar y hacer más ágil el proceso de fabricación.

Al observar el espacio, y que las mesas 1 y 2 la mayor parte del tiempo están ocupadas, se propone adquirir una nueva mesa (mesa 3), los trabajadores comentaron que si se tiene una mesa en bodega la cual sería adecuada en caso de que se apruebe la propuesta de la redistribución del área, así mismo, es necesario

incorporara a las actividades la mesa de accesorios, ya que ocupa un espacio en el área pero no le dan una funcionalidad adicional.

Considerando 3 mesas para el proceso, se elaboró la matriz de relación de actividades, una vez considerado todos los elementos del área de fabricación, se calificó con un código la importancia de la relación que existe entre cada uno de ellos, como se muestra a continuación (figura 20):

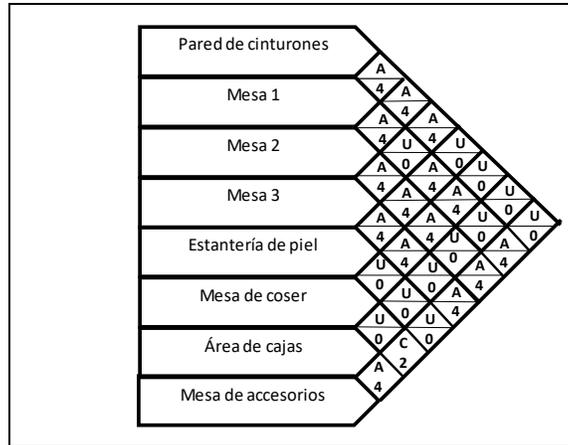


Fig. 20. Diagrama de relación de actividades. Fuente: Los autores

Posteriormente, se construyó un diagrama de hilos a partir del código de proximidad, representando cada uno de los elementos con nodos unidos por líneas, se realizó de tal manera que minimice el número de líneas de cruce, como se muestra a continuación:

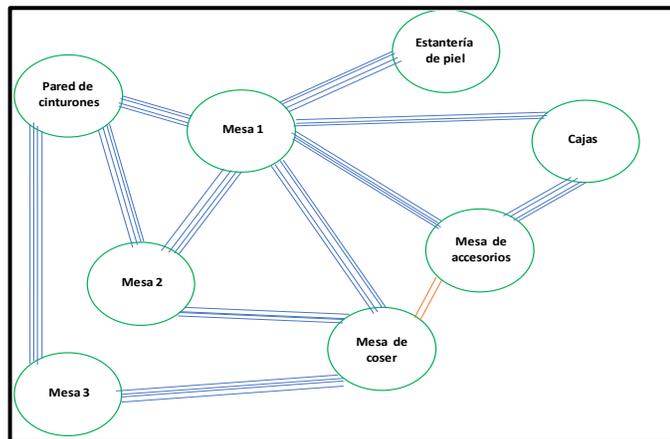
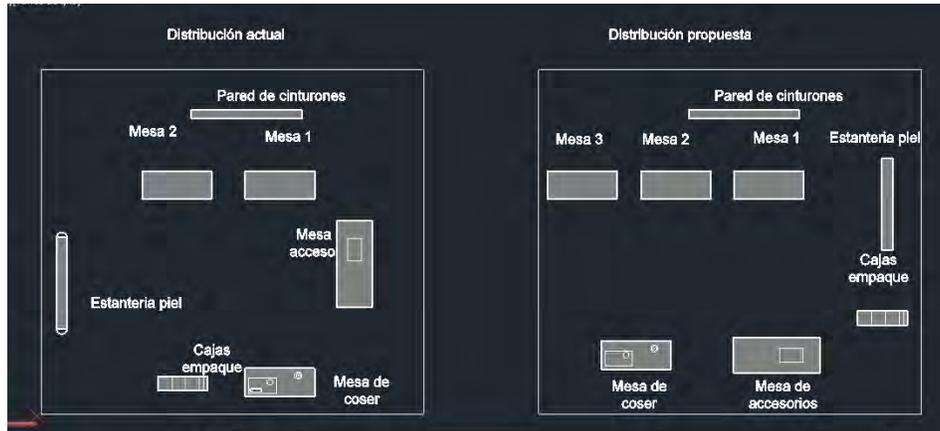


Fig. 21. Diagrama de hilos. Fuente: Los autores

Una vez elaborado el diagrama de hilos, se elaboró la propuesta de la nueva distribución del área de fabricación del taller, la cual utilizando el software AutoCAD se diseñó para hacer una comparativa de la distribución actual con la propuesta:



**Fig. 22.** Propuesta de redistribución de área. Fuente: Los autores

A diferencia de la distribución actual, en el análisis desarrollado a través de la metodología SLP, se considera una tercer mesa para realizar las actividades, esto con la finalidad de aumentar el número de cinturones armados y movimientos fáciles y manejo de materiales dentro del área de trabajo. Se consideró reacomodar la mesa de coser a una distancia menor de las mesas y utilizar la mesa de accesorios para las actividades finales del armado de cinturones.

Con la información de la metodología SLP, se realizó una segunda simulación utilizando el software ProModel, en la cual ingresaron los datos para conocer la diferencia entre el proceso actual y el proceso propuesto (Figura 23).

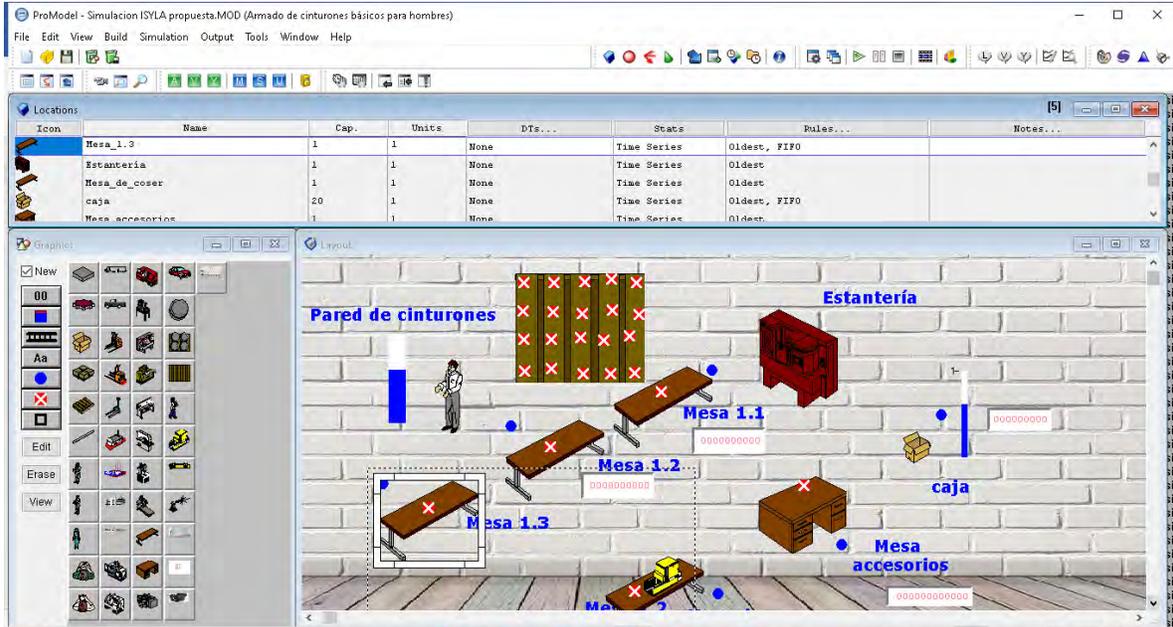


Fig. 23. Simulación propuesta Taller. Fuente: Los autores

Los datos arrojados de la simulación propuesta son los siguientes:

simulacion isyla propuesta.rdb - Output Viewer 3DR - [General Report (Normal Run - Rep. 1)]

Simulacion ISYLA propuesta.MOD (Normal Run - Rep. 1)								
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Pared de cinturones	8.00	20.00	14.00	7.00	0.20	2.00	0.00	1.02
Mesa 1.1	8.00	1.00	22.00	11.61	0.53	1.00	1.00	53.19
Mesa 1.2	8.00	1.00	16.00	4.41	0.15	1.00	0.00	14.71
Mesa 1.3	8.00	1.00	3.00	13.46	0.08	1.00	0.00	8.41
Mesa 1	24.00	3.00	41.00	8.93	0.25	3.00	1.00	25.44
Estantería	8.00	1.00	14.00	2.00	0.06	1.00	0.00	5.83
Mesa de coser	8.00	1.00	13.00	5.25	0.14	1.00	0.00	14.22
caja	8.00	20.00	13.00	1.00	0.03	1.00	0.00	0.14
Mesa accesorios	8.00	1.00	13.00	1.20	0.03	1.00	0.00	3.25

Fig. 24. Simulación del área propuesta

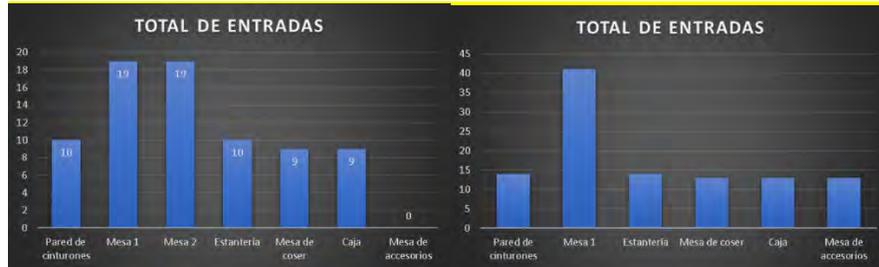
La capacidad de las locaciones es suficiente para este proceso, registrándose en las mesas el mayor porcentaje de utilización del 53.19%, aproximadamente por mesa un porcentaje del 17.73%, la mesa de accesorios que se consideró para las actividades finales del armado de los cinturones, obtuvo un porcentaje de utilización del 3.25%.

simulacion isyla propuesta.rdb - Output Viewer 3DR - [General Report (Normal Run - Rep. 1)]

Simulacion ISYLA propuesta.MOD (Normal Run - Rep. 1)						
Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
Piezas totales	13.00	36.62	0.00	13.00	13.00	6.08

**Fig. 25.** Reporte de la simulación del área propuesta.

A diferencia del proceso actual, en el proceso propuesto se obtuvieron un total de 13 piezas totales (cinturones), aumentando así a 4 piezas fabricadas, las cuales representan un 44% más de producción, utilizando los mismos elementos, tiempo, sólo con modificaciones de locaciones en el área de trabajo (Figura 26).



**Fig. 26.** Grafica del total de entradas. Fuente: Los autores

**Tabla 4.** Comparación de entradas actual y propuesto

	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
Pared de cinturones	10	14	4
Mesa 1	19	41	3
Mesa 2	19	0	0
Estantería	10	14	4
Mesa de coser	9	13	4
Caja	9	13	4
Mesa de accesorios	0	13	13

. Fuente: Los autores

## CONCLUSIONES

El proyecto que se realizó, ha contribuido de manera muy importante para identificar las áreas de oportunidad dentro del proceso de fabricación de armado de cinturones básico para hombre.

La distribución de planta actual, a simple vista se puede mejorar, ya que, se detectaron varios espacios vacíos que podían ser utilizados. Dentro de los principales puntos detectados fue que el proceso es tardado, sin embargo, analizando con los empleados consideraron que algunas actividades podían realizarse en el menor tiempo de lo establecido. Esta información se corroboró al momento de cronometrar el tiempo ciclo del proceso. Con esta información, los empleados y el encargado del taller conocieron cual es el tiempo promedio para la fabricación de los cinturones.

Con la simulación actual, se muestra un panorama más amplio en cuestión del proceso, utilizando la metodología SLP, se realizó la propuesta para mejorar la

redistribución del área de fabricación, donde se ocupó el espacio vacío con una mesa para hacer más ágil el proceso, también se consideró la mesa de accesorios para una segunda función, no solo para guardar los accesorios, si no, para realizar los orificios al cinturón sin necesidad de desplazarse o realizar más movimientos. Con la simulación propuesta, se obtuvo un 44% de aumento en la producción, la cual refleja de manera significativa una mejora para este taller, la propuesta se le hizo al encargado del taller, comentándole que existió con esta propuesta una disminución del tiempo ciclo de 6:15 minutos, el encargado nos mencionó que nunca considero esos pequeños cambios y que fueran reflejo para ser más productivos, por lo cual se le entrego la propuesta para su análisis y posterior aprobación. A pesar de ser un taller de tipo artesanal, se comprueba la importancia de la aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial, principalmente llevar un control de cada una de sus actividades, así como aprovechar las áreas de mejora, con esto podemos afirmar que la hipótesis de este proyecto de investigación se acepta, ya que con el análisis y simulación utilizando el software PROMODEL se pueden mejorar los tiempos de fabricación de cinturones básicos para caballeros, e implementando la metodología SLP se puede lograr una redistribución óptima para la empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldás, D. S., Portalanza Molina, N. D. J., Tierra Pérez, L. P., y Barrionuevo Zurita, M. P. (2018). Análisis de los tiempos de preparación para la reducción de desperdicios en el proceso de troquelado. Caso aplicado industria de calzado. *Innova Research Journal*.
- Cipagauta, D., Mojica, S. (2017). Reutilización retazos del cuero, con el fin de aprovechar los residuos generados por el la elaboración y fabricación del calzado. Universidad La Gran Colombia. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/4543>
- Chisaguano, R.J. (2017). Optimización de los procesos de producción de calzado en la industria manufacturas de cuero Calzafer Cia. Ltda (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización).
- Cruzado Ruiz, D. (2019). El estudio de tiempos y movimientos en los procesos de producción: Una revisión sistemática. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte.
- López, A. E. (2016). LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA. México. *Emprendices*. Recuperado de <https://www.emprendices.co/los-sistemas-produccion-una-empresa/>.
- Monsalvo, R.; Romero, M.R.; Miranda, M.G.; Muñoz, G. (2014). Balance de materia y energía: procesos industriales. Grupo Editorial Patria.
- Simón, I. y Medina, J. (2013). PROMODEL: Una herramienta alternativa al evaluar el rendimiento de la actividad industrial. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, ISSN 2175-8018
- Software PROMODEL (2021) <http://promodel.com.mx/promodel/>
- Vargas-Sánchez, J. J., Jiménez-García, F. N., Toro-Galvis, J. M., y Rodríguez-García, Y. A. (2019). Comparing Push and Pull Manufacturing Systems via Simulation. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 29(1), 81-93.

## PROCESO DE TRANSICIÓN DE LA OHSAS 180001 A ISO 4500 PARA UNA EMPRESA

SUSANA GARCÍA MOLINA<sup>1</sup>, JEANETTE KARINA LÓPEZ ALANIS<sup>2</sup>

### RESUMEN

El tema de la Seguridad y la Salud en el Trabajo es muy complejo, Las empresas se encuentran en la actualidad preocupadas por las consecuencias que pueden tener los accidentes que ocurran en su organización. Ya que existen estos problemas, cada vez son mucho más comunes y frecuentes las inspecciones realizadas por autoridades ocupacionales que se encargan de verificar la seguridad y salud en el trabajo. Dado que en 2018 se publicó la norma ISO 45001 2018, supone la anulación de OHSAS 18001, por lo que las organizaciones certificadas disponen de un período de tres años, hasta 2021, para realizar la transición. Con esta nueva transición que ha surgido de las OSHAS 18001 a la ISO 45001 y la aprobación de una nueva norma siempre surgen multitud de dudas y preguntas ante los nuevos requisitos y retos que se plantean es por eso que se muestra una propuesta de manual para el seguimiento de los pasos adecuados para poder realizar una transición de manera exitosa, teniendo en cuenta puntos y requisitos de total relevancia. Llevar a cabo las auditorías programadas para poder facilitar la migración de las empresas, además se mostrara los resultados arrojados hechos por una encuesta de Google formas de una cantidad limitada de empresas, la cual se les aplico para poder determinar cuántas empresas si conocen y cuentan con esta certificación.

**Palabras Clave:** Sistema de Gestión, auditorias, inspecciones, Certificación.

---

1 Instituto Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco.  
asusana.ige@tesco.edu.mx

2 Instituto Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco.  
jeanette.ige@tesco.edu.mx

**ABSTRACT**

The issue of Safety and Health at Work is very complex. Companies are currently concerned about the consequences that accidents that occur in their organization may have. Since these problems exist, inspections carried out by occupational authorities who are in charge of verifying safety and health at work are becoming much more common and frequent. Since the ISO 45001 2018 standard was published in 2018, it supposes the cancellation of OHSAS 18001, so that certified organizations have a period of three years, until 2021, to make the transition. With this new transition that has emerged from OSHAS 18001 to ISO 45001 and the approval of a new standard, a multitude of doubts and questions always arise in the face of the new requirements and challenges that arise, which is why a manual proposal for the follow-up of the appropriate steps to be able to carry out a successful transition, taking into account points and requirements of total relevance. carry out scheduled audits to facilitate the migration of companies, in addition, the results obtained by a Google survey of a limited number of companies will be shown, which was applied to them to determine how many companies if they know and have this certification.

**Keywords:** Management System, audits, inspections, Certification.

**INTRODUCCIÓN**

Durante mucho tiempo la norma OSHAS 18001 ha tenido un uso impactante a nivel global para la correcta gestión de salud y seguridad laboral, sin embargo, fue reemplazada por el estándar ISO 45001 teniendo en cuenta que esta última brinda un mayor alcance y beneficios en la gestión de la seguridad y salud de los trabajadores y por consiguiente de la misma compañía.

El contar con una certificación de esta índole es muy importante puesto que las organizaciones que la tienen son reconocidas por hacer una gestión efectiva en la salud y seguridad ocupacional, generando una mayor productividad en sus colaboradores. Sin embargo, por otro lado, para poder obtener este tipo de certificación es importante conocer los pasos como la identificación de riesgos, organización, planificación, ejecución y auditoría.

Dentro de este trabajo se observará información referente a las normas OSHAS 18001 y ISO 45001, las diferencias de estas dos y cuáles son los pasos necesarios para hacer el proceso de transición de las normas, sus requisitos y auditorias. Para la certificación se requiere tomar medidas para abordar los riesgos y oportunidades que pueden afectar la capacidad del sistema para conseguir los resultados esperados o que pueden afectar a la satisfacción del cliente.

### **CONCEPTUALIZACIÓN BASICA**

Para la transición que ha surgido de las OSHAS 18001 a la ISO 45001 pueden surgir dudas sobre los nuevos requisitos a cumplir para poder realizar la migración, así como la manera en que se dará a conocer el nuevo sistema hacia el personal.

Por lo que es importante contar con un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo claro que evalúe los niveles de riesgos de cada práctica para que pueda ser aceptable esto es la razón de crear un sistema con la metodología necesaria para lograr una transición exitosa

Sistema de Gestión de Seguridad.

(Proceso de gestión de Talento Humano, 2019) El Sistema de Gestión de la Seguridad está basado en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) en el cual consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo. Así mismo, el Sistema de Gestión en Seguridad, es responsabilidad de todos y cada uno de los encargados quienes con su compromiso de autocuidado en salud y el firme apoyo de la entidad posibilitan la prevención del riesgo laboral, es decir que propenden por impedir la ocurrencia del accidente de trabajo, la exposición al factor de riesgo y desarrollo de la enfermedad labora; de igual manera, contribuyen al control total de pérdidas no solamente en su salud, sino sobre el medio ambiente y los activos de la entidad, sean éstos materiales, equipos e instalaciones.

## Salud en el trabajo

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) es una actividad multidisciplinaria que promueve y protege la salud de los trabajadores. Esta disciplina busca controlar los accidentes y las enfermedades mediante la reducción de las condiciones de riesgo”. Se entiende la salud laboral como la reducción y/o eliminación de los factores de riesgo dentro del centro de trabajo. Y más concretamente en el puesto de trabajo y en las tareas que realiza el trabajador en concreto. Para lo cual se tienen en cuenta las condiciones de trabajo y toda la organización

Para la consecución de estos objetivos es necesario un equipo multidisciplinar que se van a involucrar en las distintas áreas que intervienen en la protección y promoción de la salud. Estando formado por expertos en:

- **Seguridad en el trabajo.** Disciplina que se encarga de evitar los accidentes de trabajo, por medio de procurar que tanto el centro de trabajo, las máquinas, herramientas y cualquier otro aparejo que deba utilizar el trabajador será seguro.
- **Higiene Industrial.** Su objetivo es evitar que el trabajador enferme por su actividad laboral, para lo cual presta especial atención a los agentes y sustancias que son susceptibles de provocarlas.
- **Ergonomía y Psicosociología Aplicada.** La primera tiene como función adaptar el puesto de trabajo y las tareas a la persona que lo ocupa y la segunda trata de los temas psicosociales que pueden afectar al trabajador.
- **Medicina del Trabajo.** Tiene más una función curativa ya que en principio actúa, cuando ya se ha producido el daño. Pero además sus estadísticas pueden dar pistas de cuáles son los daños más frecuentes y proponer actuaciones para su eliminación o al menos reducirlos.

## Relación del trabajo con la salud.

El trabajo es fuente de salud. Mediante el trabajo, las personas logramos acceder a una serie de cuestiones favorables para la mantención de un buen estado de salud. Una comunidad o un país mejoran el nivel de salud de su población cuando aseguran que todas las personas en condiciones de trabajar puedan acceder a un empleo que satisfaga no sólo sus necesidades económicas básicas, sino que llene

también los otros aspectos positivos del trabajo, como los Salario, actividad física o mental y Contacto Social. (Parra M, 2003).

OSHAS 18001:2007 Sistemas de Gestión de la salud y seguridad y salud en el trabajo.

Para esta norma especifica los requisitos para un sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (SST), que son destinados a permitir que una organización controle los riesgos para la SST y mejore el desempeño de la SST.

Las personas que aplican esta Norma afirman que se promueve un mayor ambiente en cuanto a la Seguridad y Salud en el Trabajo dentro de las empresas gracias a que se puede:

- Controlar e identificar todos los riesgos relacionados con la salud y la seguridad de sus trabajadores.
- Reducir de forma exponencial la tasa de accidentes de cualquier tipo.
- Cumplir con los requisitos requeridos de forma legal.
- Mejorar las operaciones de la empresa.
- Reducir costos y mejorar la rentabilidad de la empresa.

Facilitar la integración con las normas ISO 14001 e ISO 9001. Esta integración proporcionará una máxima calidad y seguridad para los clientes, los trabajadores y la comunidad, lo que se traduce en una mayor eficiencia y una disminución de costos a medio y largo plazo.

ISO 45001:2018 Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Norma destinada a proteger a los trabajadores y visitantes de accidentes y enfermedades laborales. La certificación ISO 45001 fue desarrollada para mitigar cualquier factor que pueda causar daños irreparables a los empleados o al negocio. Además de que esta nueva norma ayuda a los negocios a proporcionar un ambiente de trabajo seguro para los empleados y cualquier persona en el lugar de trabajo. Esto puede conseguirse al controlar factores que puedan potencialmente causar lesiones, enfermedades, y en casos extremos, defunciones. Como resultado, la ISO 45001 se centra en mitigar cualquier factor dañino o que suponga un riesgo para el bienestar físico y mental de los trabajadores.

Cuando la organización aplica las medidas de seguridad a través de un sistema de gestión de SST, esto influye a la mejora en el desempeño de su SST. Un buen sistema de gestión puede ser más eficaz y eficiente cuando se toma acciones más tempranas para abordar oportunidades de mejora del desempeño de la SST. (NOM. Internacional ISO45001 ,2018)

#### Transición de la OHSAS 18001 a ISO 45001

Si bien la norma OSHAS 18001 es la más usada actualmente, es importante señalar que se es necesario cambiar la certificación. Por tal motivo las empresas que tengan la certificación OHSAS 18001 deben empezar a ejecutar un plan de acción con el fin de hacer una adecuada migración a la ISO 45001.

Al igual que la anterior OSHAS 18001, la norma es aplicable a cualquier empresa u organización, con independencia de su tamaño y sector de actividad. Las organizaciones que lo deseen ya pueden certificarse por primera vez de esta nueva norma. Aquellas organizaciones que tengan un certificado vigente OSHAS 18001, pueden comenzar la transición a la nueva norma, no superando el plazo de transición fijado de 3 años desde su publicación.

La norma ISO 45001 Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, establece un periodo máximo de tres años de transición para poder adaptar los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo que cumplen actualmente con los requisitos del estándar OHSAS 18001.

Además está claro que las empresas tendrán una gran ventaja para su mercado ya que Demostrar a terceros el cumplimiento y preocupación real por la salud y seguridad de los trabajadores. También dispone de un sistema interno que garantice que se han establecido sistemáticas para la reducción de la accidentabilidad laboral. Brinda una mejor contribución de la organización en la reducción de los índices de siniestralidad de su sector o entorno de actuación y tiene mayor Reducción de costos de las organizaciones públicas que intervienen una vez se han producido los accidentes y/o enfermedades profesionales.

## MÉTODO

### Diseño de la investigación

Este trabajo es una investigación que tiene como prioridad establecer un método que explique los pasos para que las empresas puedan realizar la transición de las antiguas OSHAS 18001 a la nueva ISO 45001, utilizando el diseño de investigación cuantitativa de esta manera buscaremos obtener resultados más objetivos facilitando el manejo de la información obtenida.

### Técnicas de Investigación

Se utilizó la encuesta realizada por Google Forms y compartida como herramienta para recabar información y de esta manera identificar la situación de las empresas frente a la transición.

No se puede postear las respuestas

### Proceso de transición de OSHAS 18001 a ISO 45001

Lea y conteste según la información de su empresa...

Razón social  
Helvex

1. ¿Tiene alguna certificación?

Sí  
 No

2. ¿Sabe cómo obtener una certificación?

Sí  
 No

3. ¿Su empresa tiene un sistema de gestión?

Sí  
 No

4. ¿Crees tener beneficios al contar con una certificación?

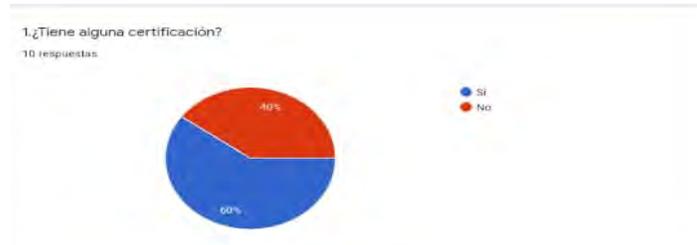
Sí  
 No

5. ¿En su organización tiene un plan de identificación de riesgos?

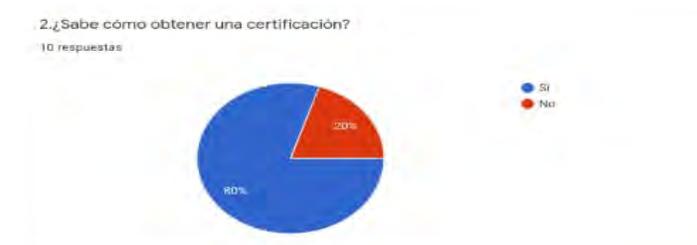
Sí  
 No

## RESULTADOS

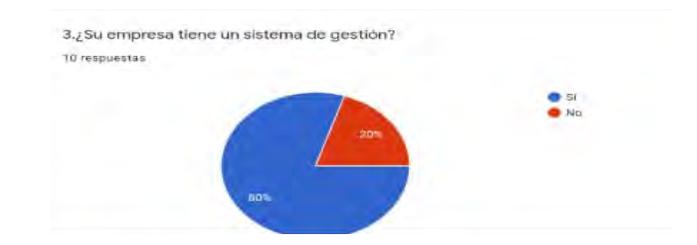
Derivado a la encuesta aplicada a diez empresas se obtuvieron los siguientes resultados representados en las siguientes graficas:



De acuerdo al presente grafico el 60% de las empresas encuestadas tienen alguna certificación, mientras que el 40% no cuentan con una certificación. Esto es un buen indicador ya que mas del 50% tienen nocion del proceso de una certificación.



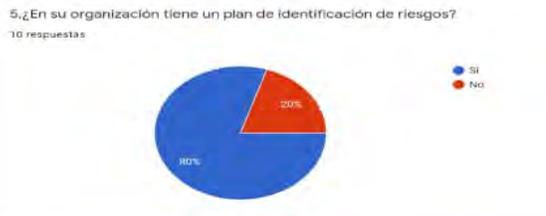
De acuerdo al presente gráfico se observa que el 80% de las empresas encuestadas saben como obtener una certificación, siendo solo un 20% las empresas que nos saben como obtener una.



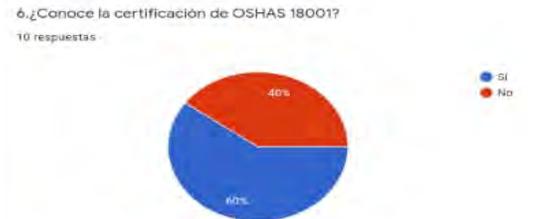
De acuerdo con el presente gráfico de las 10 empresas encuestadas el 80% cuenta con un sistema de gestión contra accidentes laborales, mientras que el 20% no cuentan con un sistema de gestión.



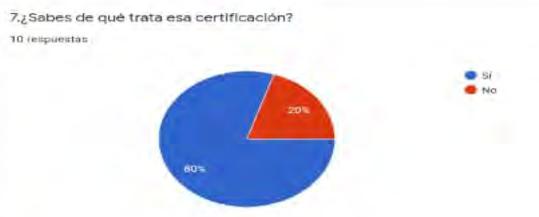
De acuerdo con este gráfico el 100% de las empresas están de acuerdo que el contar con una certificación es beneficioso para la organización.



De acuerdo con presente gráfico el 80% de las empresas encuestadas tienen en marcha un plan para identificar riesgos laborales, mientras que el otro 20% aún no cuentan con un plan.

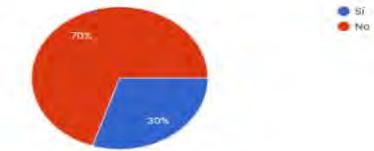


En esta grafica podemos observar que el 60% de las empresas que se encuestaron conocen la certificación OSHAS 18001 no determinando un nivel de conocimiento especificado, mientras que el otro 40% no conocen sobre esta norma



De acuerdo con este gráfico el 80% de las empresas tienen conocimiento del objetivo de esta norma, teniendo la minoría con un 20% en desconocimiento de la norma.

8. ¿Cumple en su totalidad con los requisitos de las OSHAS 18001?  
10 respuestas



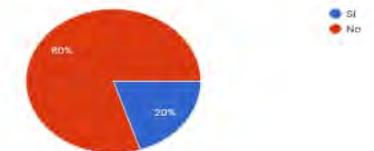
De acuerdo con este grafico solo el 70% de las empresas encuestadas cumple en su totalidad con los requisitos de las OSHAS 18001, mientras que el otro 30% no cumplen con estos requisitos

9. ¿Consideró aceptable la aplicación de las OSHAS 18001?  
10 respuestas



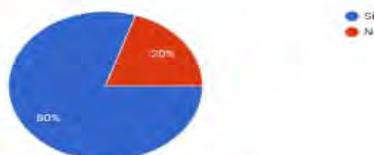
En esta grafica podemos observar que el 100% de las empresas encuestadas considera aceptable la aplicación de las OSHAS teniendo en cuenta que no todas cuentan con esta norma.

10. ¿Cuentan con la nueva certificación ISO 45001?  
10 respuestas



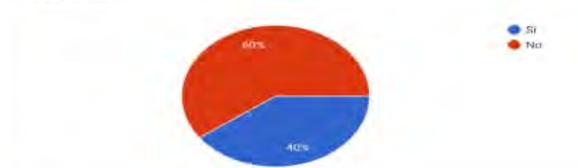
En este gráfico podemos observar que el 80% de las empresas encuestadas no cuentan o bien no han realizado su transición a la nueva ISO 45001, solo el 20% de estas cuentan ya con la norma dentro de sus organizaciones.

11. ¿Sabes cuál es el objetivo de la norma ISO 45001?  
10 respuestas



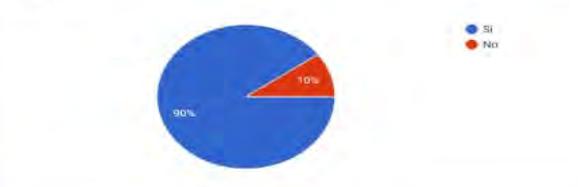
En este grafico se puede observar que del 100% solo el 80% conocen cual es el objetivo de la norma ISO 45001.

12. ¿Conoce los requisitos necesarios para poder certificarse en la ISO 45001?  
10 respuestas



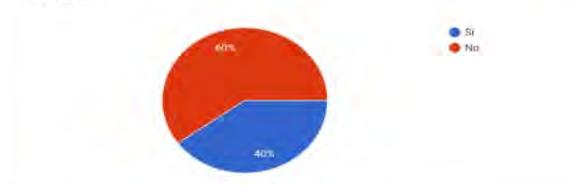
Esta grafica nos muestra que solo el 60% de las empresas encuestadas saben cuáles con los requisitos para poder certificarse, mientras que el otro 20% no tienen noción.

13. ¿Cree que con su sistema de liderazgo actual pueda ser candidato a la nueva certificación?  
10 respuestas



De acuerdo con el presente gráfico el 90% de las empresas encuestadas creen que su actual sistema de liderazgo podría ser candidato para la nueva certificación ISO 45001, siendo solo el 10% no estar seguros de tal sistema

14. ¿Cree que su planificación actual cumpla con los objetivos para la certificación ISO 45001?  
10 respuestas



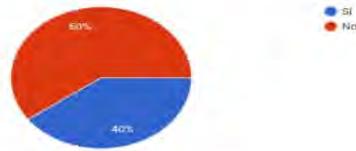
En esta otra gráfica solo el 60% de las empresas creen que su planificación actúa podría cumplir para la certificación. El otro 40% no cuenta con la planificación adecuada.

15. ¿Actualmente su empresa cuenta con un organigrama o estructura sencilla que aplique para la certificación?  
10 respuestas



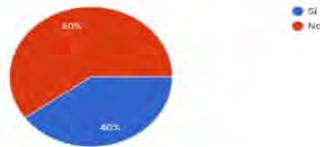
De acuerdo con esta gráfica todas las empresas encuestadas 100% cuenta con un organigrama aceptable para poder lograr la certificación

16. ¿Su actual sistema de gestión cumple con los requisitos para la certificación ISO 45001?  
10 respuestas



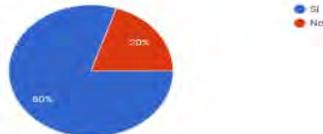
En esta grafica se puede observar que la mayoría de las empresas encuestadas no cuentan con un sistema de gestión de riesgos laborales actualizado por lo que no podrían certificar en esta norma, solo el 40% cuenta con este requisito.

17. ¿Actualmente cree estar preparado para una auditoria para la acreditación de la certificación deseada?  
10 respuestas



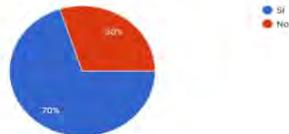
De acuerdo con la presente encuesta solo el 40% de las empresas encuestadas se encuentran listas para recibir una auditoria para la acreditación de esta certificación, el otro 60% no se encuentran preparadas.

18. ¿Considera que los factores externos puedan afectar en la operación de su sistema de gestión?  
10 respuestas



En esta gráfica el 80% de las empresas encuestadas consideran que los factores externos pueden afectar en parte el sistema de gestión, mientras que el otro 20% no consideran lo mismo.

19. ¿Utiliza servicios de consultoria para implantar/mantener en orden su sistema de gestión?  
10 respuestas



En el presente grafico se observa que el 70% de las empresas encuestadas utilizan servicios de consultoría para mantener actualizados o en forma su sistema de gestión de riesgos, solo el 30% no aplica.

20. ¿Cree obtener aspectos negativos al certificarse en ISO 45001?  
10 respuestas



Por último tenemos este gráfico en donde la mayoría de las empresas encuestadas coinciden en obtener resultados positivos al lograr certificarse en la nueva ISO 45001.

Con base en la información recolectada y como aspectos identificados sobre las necesidades de la empresa se propone realizar una guía sobre los

Aspectos de estructura de la ISO 45001, que serán necesario incorporar por las empresas, y que en un siguiente trabajo nos permitirá su aplicación a un sector de empresas en específico, el cual se pretende sirva para ampliar esta investigación, como se muestra en la siguiente tabla.

OHSAS 18001	ISO 45001
1. Objetivo y campo de aplicación	1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias normativas	2. Referencias normativas
3. Términos y condiciones	3. Términos y condiciones
4. Requisitos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo	4. Contexto de la organización
4.1 Requisitos generales	5. Liderazgo y participación de los trabajadores
4.2 Política de seguridad y salud ocupacional	6. Planificación
4.3 Planificación	7. Apoyo
4.4 Implementación y operación	8. Operación
4.5 Verificación	9. Evaluación del desempeño
4.6 Revisión por la dirección	10. Mejora

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Parra, M. (2003), Conceptos básicos de salud laboral, OIT, obtenido de [https://issuu.com/isemvirtual/docs/parra\\_202003](https://issuu.com/isemvirtual/docs/parra_202003)
- Toro, R. (2021, 22 febrero). *Qué es la OHSAS 18001. Definición y origen*. Nueva ISO 45001. <https://www.nueva-iso-45001.com/2015/10/que-es-la-ohsas-18001/>
- Pérez, 21 febrero 2020). *Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo*. (2021). nqa. Organismos de Certificación
- <https://www.testa.tv/easyblog/entry/transicion-a-la-norma-iso45001-desde-ohsas-18001.html> (Testa, 18 diciembre 2018),
- [https://blog.kawak.net/mejorando\\_sistemas\\_de\\_gestion\\_iso/ohsas-a-iso45001](https://blog.kawak.net/mejorando_sistemas_de_gestion_iso/ohsas-a-iso45001)(Maria Mónica
- <https://www.who.int/es>, OMS (Organización Mundial de la Salud)
- Chiavenato I, (2019), *Gestión del talento humano, Un nuevo papel de los recursos humanos en las organizaciones*, McGraw Hill

## IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CODIGO DE BARRAS PARA EL CONTROL DE INVENTARIO

ADELA MORALES VASQUEZ<sup>1</sup>, CLAUDIA VELÁSQUEZ CORTÉS<sup>2</sup>, ROSA EVELIA GÁMEZ EUGENIO<sup>3</sup>

### RESUMEN

La gestión y control del activo circulante es una práctica que ha tomado auge por administradores y dueños de negocios. Los activos circulantes son importantes en los negocios, ya que, si se posee la información correcta de los mismos, se puede conocer el pasado, vigilar el presente y programar el futuro de las inversiones. El proyecto desarrollado en una empresa importadora venta y comercialización de productos tecnológicos en la ciudad de Orizaba Veracruz, consistió en una propuesta de control y codificación de los activos circulantes, permitiendo el manejo y seguimiento del inventario dentro de las actividades de control interno de la empresa. Se realizó una investigación tuvo un enfoque cualitativo, la cual consistió en: análisis de los tipos de activo circulantes, desarrollo de propuesta de codificación y procedimiento de control de activos circulantes, diseño de etiquetado con código de barras, creación de base de datos del inventario, prevalidación del inventario, etiquetado físico de los activos fijos, validación del inventario y actualización de la base de datos final del inventario. En este proyecto se usaron las TIC's para el desarrollo de los códigos de barras y el uso de aplicaciones que vinculen el celular con la computadora para la consulta y validación de los activos circulantes.

**Palabras clave:** *Inventarios, Codificación con código de barras, Gestión y Control.*

### ABSTRACT

The management and control of current assets is a practice that has become popular among managers and business owners. Current assets are important in business, since, if you have the correct information about them, you can know the past, monitor

---

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Zongolica

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Zongolica

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Zongolica

the present and program the future of investments. The project developed in an importing company, sale and commercialization of technological products in the city of Orizaba Veracruz, consisted of a proposal for the control and codification of current assets, allowing the management and monitoring of inventory within the internal control activities of the company . An investigation was carried out with a qualitative approach, which consisted of: analysis of the types of current assets, development of a coding proposal and current asset control procedure, design of labeling with barcode, creation of inventory database , inventory pre-validation, physical labeling of fixed assets, inventory validation and updating of the final inventory database. In this project, ICTs were used for the development of bar codes and the use of applications that link the cell phone with the computer for the consultation and validation of current assets.

**Keywords:** Inventories, Barcode Coding, Management and Control.

## INTRODUCCIÓN

El uso de la tecnología se ha convertido en un medio importante para aumentar la eficiencia y eficacia en el manejo de procesos dentro de las empresas, principalmente en la gestión de materiales en los almacenes, por lo que cada día se preocupan más por tener un buen control y manejo de su inventario, esto a través de plataformas o software.

El presente trabajo, se centra en la implementación de un sistema de inventario para el control interno de los productos de una empresa a través de un código de barras, con el objetivo de mejorar el proceso de control de inventarios, permitiendo al personal acceder a la información de manera confiable, agilizando y facilitando el trabajo en la gestión de compras y ventas, fomentando la satisfacción y credibilidad en los clientes al momento de recibir los catálogos, disminuyendo los costos de almacenaje y aumentando las ventas y a su vez la utilidad al final de cada periodo.

## **METODOLOGÍA**

La presente investigación tuvo un enfoque cualitativo, ya que se pretendió estudiar e interpretar los eventos que acontecen en el área de compra y venta de mercancías. Lo anterior según el escrito de Ruiz Medina (2020) donde cita a los autores Blasco y Pérez que el método cualitativo utiliza una variedad de instrumentos para recoger información como las entrevistas, imágenes, observaciones, en las que describen las rutinas y las situaciones problemáticas (Ruiz M. M., 2020).

Se realizó una investigación de tipo aplicada ya que el interés principal es tener el control sobre las mercancías de la empresa “Importadora Ver S. DE RL. DE CV” ya que a manera práctica se dio solución al problema cotidiano del descontrol de las mercancías para la entrega a clientes.

A continuación, se describirán las actividades que se realizaron en esta investigación desde que se tuvo acceso a la empresa Importadora VER S. DE RL. DE CV. Estas etapas se describen de manera general en el siguiente diagrama y se detallaran más adelante:



### **Recopilación de datos generales de la empresa.**

Lo primero que se hizo al llegar a esta empresa Importadora VER S. DE RL. DE CV fue recopilar su información general y de esta forma conocer su giro y su estructura administrativa, por lo cual se realizó una pequeña entrevista al gerente de la empresa, los datos obtenidos se registraron en una bitácora.

### **Diagnóstico del departamento o área de trabajo**

El área donde se llevó a cabo esta investigación fue en el departamento administrativo, por lo cual se hizo una inspección o diagnóstico general, donde se pudo detectar la problemática central de esta investigación que es la falta de un buen sistema de control de inventario, ya que carece de orden y no cuentan con un registro de las operaciones de entradas y salidas, por lo cual se propuso a la administración implementar un código de barras para mejorar el control de inventario de los artículos que entran y salen en la empresa.

### **Recolección de información de los artículos existentes**

Una vez que los responsables del área administrativa aprobaron la implementación del código de barras, se procedió a recolectar la información existente de los artículos que se comercializan en la empresa, esto a través de una base de datos que ya existía en google drive, que es la plataforma que manejaba la empresa para el control de su inventario y de esta forma saber qué cantidad de productos existen en las diferentes sucursales

### **Ingresar información del stock al sistema de inventario**

Después de contabilizar todos los artículos existentes en la empresa se ingresó el stock al sistema de inventario, cabe mencionar que este sistema también es parte de las mejoras para el control de inventario junto con el código de barras de los artículos.

### **Codificación y etiquetado de los artículos**

Para poder sacar los códigos de barra de cada artículo se siguieron los siguientes pasos:

- Obtener el “Prefijo GS1 de empresa”
- Identificar cada producto
- Identificar los puntos de lectura

- Selección de las dimensiones del código
- Seleccionar el color del código
- Seleccionar la localización del código
- Generación de símbolos
- Disponer de un sistema de impresión

### **Registro de los artículos en el sistema**

Luego de etiquetar los artículos con su respectivo código de barras se hizo un registro en software de todos los productos que existen, este software se adecua a las necesidades de registro de datos de bodega, en relación con las características de cada producto que permiten su uso.

La base de datos debe estar actualizada a la hora de realizar el escaneo o cada que se tenga un registro de entrada o salida, ayudando a generar una mayor trazabilidad de estos. La actividad para la generación de dichos códigos de barras se realizaría al mismo tiempo que el responsable libere los artículos o productos, mientras se encuentra en bodega se le asigna una ubicación.

### **Capacitación a los usuarios**

Finalmente se realizaron las capacitaciones respectivas de manera verbal a los usuarios del software sobre cómo funciona el sistema de código de barras y la delegación de sus funciones individualmente para el uso eficiente del sistema.

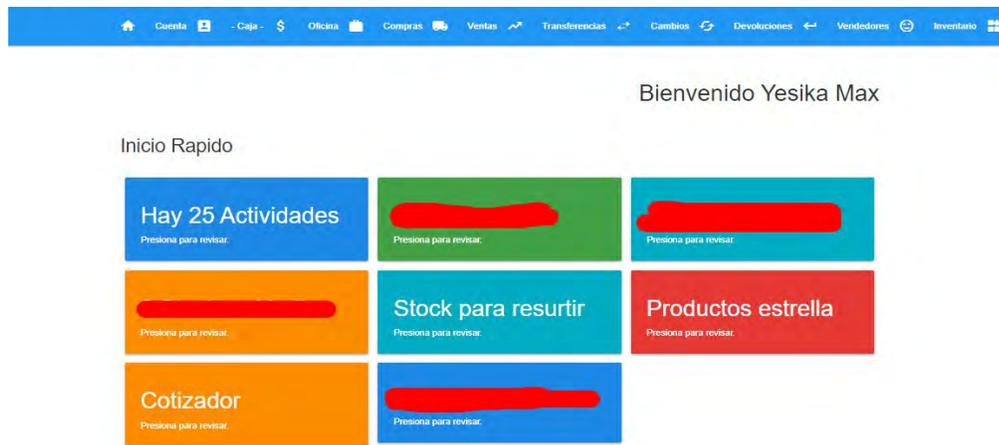
## **RESULTADOS**

Después de hacer el diagnóstico en el área donde se trabajó y se pudo observar la problemática principal sobre la deficiencia en el control de inventario, se detectó que el software utilizado para el registro de los movimientos diarios de la empresa era obsoleto, por lo cual se procedió a implementar una aplicación web usando el internet para optimizar el control del stock de productos en existencia en la empresa y de esta forma controlar las entradas y salidas de cada producto existente, a continuación se muestran las principales ventanas en este software:



Figura 1. Ventana de inicio del software. Imagen tomada de la App que se implementó

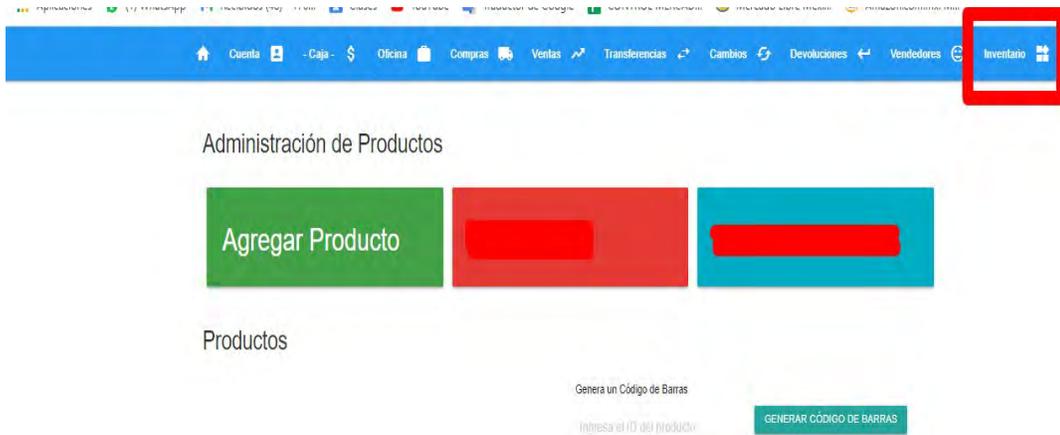
La figura 1 muestra la ventana principal para ingresar a la aplicación web, se debe ingresar con un usuario y contraseña designado a cada colaborador de la compañía, para tener acceso a la creación del código de barras de los productos existentes



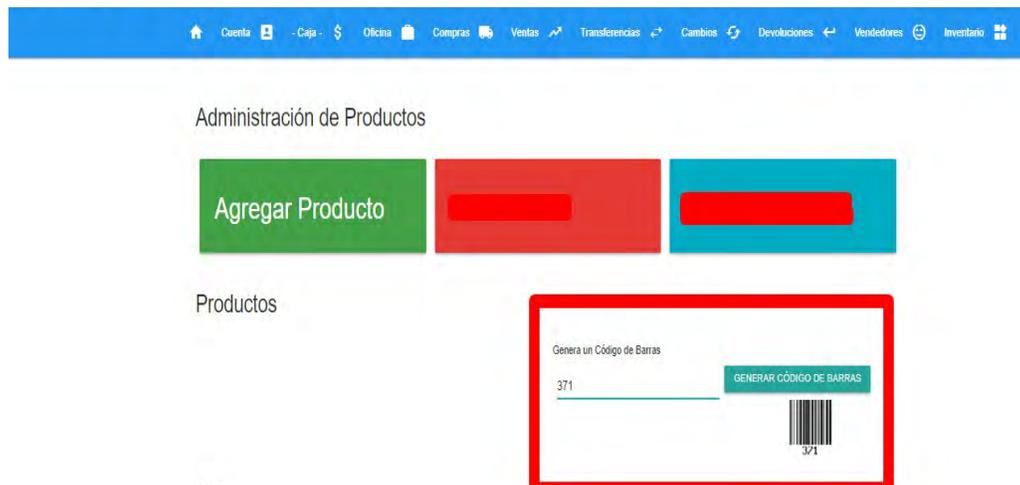
**Figura 2.** Ventana al ingresar al sistema. Imagen tomada de la App que se implementó

La figura 2 muestra la ventana siguiente al ingresar con el usuario a la aplicación web, se aprecia en la parte superior de color azul cada una de las posibles acciones a realizar diariamente, más abajo se presenta el nombre del usuario que ha entrado a la aplicación y posteriormente aparece el inicio rápido donde se puede tener un atajo directo a ciertas acciones que se usan diariamente, cabe resaltar que por políticas de privacidad de la compañía se ha borrado de la captura de pantalla la información que no es posible mostrar. Estando dentro de la aplicación web, al ingresar en el apartado llamado "inventarios" de la esquina superior derecha nos arroja la ventana que se muestra en la figura 3, dentro de esa ventana en la opción

“genera un código de barras” que se muestra en la figura 4 se debe digitar el ID por el cual queremos obtener un código de barras seguido de dar clic en el botón de al lado derecho en color verde e inmediatamente aparecerá el código creado. El cual se utiliza para imprimir y posteriormente pegar en cada producto a su llegada a la bodega de la empresa.



**Figura 3.** Ventana para crear código de barras. Imagen tomada de la App que se implementó



**Figura 4.** Creación del código de barras desde el software. Imagen tomada de la App que se implementó

Con la implementación del sistema de inventarios mediante el código de barras se llevó a cabo el control de los artículos, permitiendo eliminar procedimientos manuales que conlleva a una reducción del tiempo en el conteo de inventario físico reemplazado por el scanner de barras registrando directamente en el sistema propuesto. En las siguientes figuras, se evidencia la carpeta de los artículos inventariados inicialmente los cuales fueron codificados a través del código de

barras y posteriormente se subieron al software para su control. Cabe destacar que en las imágenes presentadas se demuestra el descontrol que existía antes de la implementación, pues se puede apreciar la cantidad de productos que deberían estar en las bodegas y que no fueron encontrados físicamente y la cantidad de productos faltantes o sobrantes.

BODEGA DE FULL JAKI			
PRODUCTO	CANT ANTERIOR	CANT ACTUAL AJUSTADA	PERDIDOS
BRAZO NEGRO	39	51	-12
INT V380	104	108	-4
EXT KEYE	4	4	0
40 LED	86	83	3
SQ8	27	28	-1
SQ11	42	43	-1
FOCO V380	3	10	-7
POLARIS 500	6	7	-1
TV BOX	63	72	-9
CORRECTOR NORMAL	146	147	-1
MALETIN EJECUTIVO	2	2	0
ANYCAST M9	0	6	-6
H4	69	78	-9
H1	19	20	-1
H16	11	11	0
9007	1	1	0
H7	14	15	-1
H3	83	83	0
CARGADOR IQ	21	21	0
100 LEDS	55	55	0
H9	26	26	0
H8	9	9	0
9004	49	49	0
DOBLE PANEL	23	23	0
IMAN S	42	43	-1
IMAN L	26	27	-1
IMAN M	52	53	-1
IMAN XL	43	43	0
LAMP CALLE	8	8	0
64 LED	30	30	0
TALLA L	5	5	0
TALLA S	36	36	0
TALLA M	8	9	-1
TALLA	3	3	0

Figura 5. Stock de bodega Full Jaki. Imagen tomada del documento en Excel del inventario inicial

BODEGA DE FULL JUAN CARLOS			
PRODUCTO	CANT ANTERIOR	CANT ACTUAL AJUSTADA	PERDIDO S
20 LED	105	107	-2
SQ11	49	47	2
EXT ICSEE NORMAL	52	59	-7
TELESCOPIO CELULAR	1	1	0
OVOSCOPIO	24	24	0
KIT DE BICI	17	17	0
CAM DOG	26	26	0
FOCO ICSEE	91	90	1
BOLIGRAFO SILVER	9	9	0
BOLIGRAFO GOLD	10	10	0
BOLIGRAFO ROSEGOLD	5	15	-10
BOLIGRAFO NEGRO	10	10	0
TV BOX	58	57	1
TRX400	1	1	0
ARCTIC CAT 350 366	1	1	0
EXT KEYE	20	15	5
IMAN XL	25	25	0
IMAN S	28	28	0
IMAN L	20	20	0
IMAN M	17	17	0
CORRECTOR TALLA L	16	15	1
CORRECTOR TALLA M	15	15	0
CORRECTOR TALLA S	16	16	0
SQ8	34	37	-3
KTM 65	3	3	0
POULAN P3314WS	3	3	0

Figura 6. Stock de bodega Full Juan Carlos. Imagen tomada del documento en Excel del inventario inicial

Con la implementación del código de barra para el control de inventarios se pudo tener un mayor control de los productos existentes en la empresa Importadora Ver, en sus distintas sucursales y asimismo tener de una forma más rápida la información detallada de cada artículo y por tanto reducir tiempos de entregas, ya que este proceso se vuelve más ágil. Al finalizar la codificación y el etiquetado de los productos, se convocó a capacitación de los colaboradores de manera verbal para dar a conocer este nuevo y fácil sistema de control de inventario y los beneficios e importancia que tiene su correcto funcionamiento.

### **DISCUSIÓN**

Es necesario recomendar que el sistema del código de barras implementado en la empresa se integre adecuadamente igualmente se incentiva a capacitar al personal que recién está ingresando para lograr un óptimo uso del sistema, así como inculcar una cultura de control de la trazabilidad de materiales mejorando los procesos manuales que puedan existir. Se recomienda que el área de compras y almacén con ayuda del área de TI puedan contar con un servidor común para ambas áreas a fin de compartir la información que genera el sistema.

### **CONCLUSIONES**

Al terminar esta investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que al implementar una tecnología adecuada como es el sistema de código de barras se logra mejorar el control y seguimiento de los productos que comercializa la empresa Importadora VER S. DE RL. DE CV a través de un software especializado para control de inventarios de estos productos, es decir se mejora el control interno de los productos de la empresa, por lo tanto, se está cumpliendo con el objetivo general de la presente investigación. Mediante este sistema se logra reducir el tiempo de toma de inventarios de los artículos, además se evita los procedimientos manuales permitiendo obtener información veraz y de calidad

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal González, M. (2013). Efectividad en control de inventarios. *Revista de Logística*, 6(20).
- Chávez, J. H. (Julio de 2009). *negociosglobales*. Obtenido de Una verdad incómoda:El costo de mantener inventarios: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=749>
- Corvo, H. S. (14 de Julio de 2019). *sistema de control de inventarios: tipos, métodos y ejemplos*. Obtenido de lifeder: [www.lifeder.com/sistema-de-inventarios/](http://www.lifeder.com/sistema-de-inventarios/).
- Legrand. (29 de Junio de 2021). *Legrand*. Obtenido de Legrand: <https://legrand.com>.
- Magri, A. (2016). Inventarios inteligentes. . *Revista de Logística*, 7(27), 92-100.
- Naranjo, S. (10 de 02 de 2021). *Forbes México*. Obtenido de Tendencias 2021; Hacia dónde va el ecommerce y en qué invertir: <https://www.forbes.com.mx/red-forbes-tendencias-2021-hacia-donde-va-el-ecommerce-y-en-que-invertir/>
- Naranjo, S. (10 de 02 de 2021). *Forbes México*. Obtenido de Tendencias 2021; Hacia dónde va el ecommerce y en qué invertir: <https://www.forbes.com.mx/red-forbes-tendencias-2021-hacia-donde-va-el-ecommerce-y-en-que-invertir/>
- Redacción Logística. (2014). Gestión de inventarios: ya llegó la automatización. *Revista Redacción Logística*, 7(24), 76-80.
- Redes Electricas. (29 de Junio de 2021). *Redes Electricas*. Obtenido de Redes Electricas: <https://redeselectricas.com/>
- Ruíz, M.M. (30 (Consulta) de 08 de 2020). Políticas Públicas en la Salud y su impacto en el seguro Popular en Culiacán, Sinaloa, México.

# REINCORPORACIÓN DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TAPARROSCAS PLÁSTICAS

OSVALDO GARCÍA RUBIO<sup>1</sup>, ISRAEL BECERRIL ROSALES<sup>2</sup>

## RESUMEN

Las mermas plásticas generadas por la fabricación de taparroschas se degradan lentamente al igual que cualquier otro producto que este fabricado o contenga dentro de su composición polietilenos de alta densidad, provocando consecuencias de alto impacto en materia ambiental como lo son: contaminación de suelos, ríos y mares, pero sobre todo sobre explotación de los recursos naturales utilizados para el desarrollo, fabricación y producción de este tipo de materiales, lo que constituye un problema muy grande para el país y, dentro de las organizaciones altas pérdidas económicas lo que demanda a la sociedad y a las organizaciones la necesidad de reciclar, además de que en este último siempre representara un área de oportunidad de mejora dentro de los procesos productivos, mejora de la imagen y responsabilidad social de la misma.

Para el proceso de reincorporación del polietileno de alta densidad se tomará como base la estructura del reciclaje mecánico que consiste en la recepción, selección, identificación, almacenaje y triturado del mismo, a modo que el producto quede en forma de hojuela para poder reincorporarlo de nuevo a la cadena productiva.

Posteriormente, se hace mención de los consumo de la materia prima de esta propuesta en líneas productivas y aplicando una corrida inicial (prueba piloto), que fue sometida a inspecciones realizadas bajo los criterios de aceptación establecidos para cada criterio; DATOS CONTINUOS: VARIABLES (DIMENSIONALES), DATOS DISCONTINUOS: ATRIBUTOS (APARIENCIA), PRUEBAS FUNCIONALES O DE DESMPEÑO y EVALUACIÓN SENSORIAL (PRUEBA

---

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.  
osvagr93@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.  
israel.becerril@tesjo.edu.mx

TRIANGULAR), generando datos estadísticos que demuestran y sustentan que las taparrosas plásticas fabricadas con material reciclado son de la misma calidad y tan seguros y confiables como los que son fabricados con polietilenos de alta densidad en estado puro.

En este estudio, se han utilizado datos reales de una organización dedicada a la fabricación de taparrosas plásticas

**Palabras clave:** Taparrosas, Mermas, Polietileno de alta densidad PEAD, Material reciclado.

### **ABSTRACT**

The plastic waste generated by the manufacture of screw caps degrades slowly like any other product that is manufactured or contains within its composition high-density polyethylene, causing consequences of high impact on environmental matters such as: contamination of soils, rivers and seas, but above all on the exploitation of natural resources used for the development, manufacture and production of this type of materials, which constitutes a very big problem for the country and, within the organizations, high economic losses are demanded from society and to organizations the need to recycle, in addition to the fact that in the latter it always represents an area of opportunity for improvement within the production processes, improvement of the image and social responsibility of the same.

For the process of reincorporation of high-density polyethylene, the structure of mechanical recycling will be taken as a basis, which consists of receiving, selecting, identifying, storing and shredding it, so that the product remains in the form of a flake to be able to reincorporate it again. to the production chain.

Subsequently, mention is made of the consumption of the raw material of this proposal in production lines and applying an initial run (pilot test), which was subjected to inspections carried out under the acceptance criteria established for each criterion; CONTINUOUS DATA: VARIABLES (DIMENSIONAL), DISCONTINUOUS DATA: ATTRIBUTES (APPEARANCE), FUNCTIONAL OR PERFORMANCE TESTS and SENSORY EVALUATION (TRIANGULAR TEST),

generating statistical data that demonstrate and support that the caps are manufactured with the same quality and recycled plastic material. as safe and reliable as those made of high-density polyethylene in its pure state.

In this study, real data from an organization dedicated to the manufacture of plastic caps were used.

**Keywords:** screw caps, waste, high-density polyethylene HDPE, recycled material

## INTRODUCCIÓN

### Reciclado de plásticos

Desde el inicio de operaciones de muchas empresas fabricantes de taparrosas plásticas se ha buscado elaborar productos de alta calidad e inocuos y de bajo costo, que a su misma vez ofrezcan seguridad en el sellado y taponado en las líneas de llenado de los embotelladores y para consumo final del cliente. Dentro de la alta gama de materias primas existentes en el mercado para la fabricación de estos productos los polietilenos de alta densidad PEAD (High Density PolyEthylene HDPE, por sus siglas en inglés) se han convertido en una de las más utilizadas ya que, es una de las que mejores resultados y desempeño en procesabilidad han presentado en la industria del plástico.

En la actualidad se produce gran cantidad de desechos de polietileno de alta densidad, desechos que son sometidos a procesos inadecuados de recuperación, desperdiciándose su capacidad de ser reutilizados dentro de los mismos procesos productivos. El polietileno de alta densidad es un material ligero y flexible que se adhiere bien así mismo y a otros materiales, se funde sobre 230° Celsius aproximadamente.

La ONU, señala que desde la década de los años 50 la producción del plástico ha superado a la de casi todos los demás materiales. Mucho del plástico que se produce está diseñado para ser desechado después de haber sido utilizado una sola vez. Como resultado, los materiales de empaque plásticos representan aproximadamente la mitad de los residuos plásticos en el mundo.

Si el crecimiento en la producción de plásticos continúa al ritmo actual, entonces para el año 2050 habrá aproximadamente 12 mil millones de toneladas de basura

plástica en los vertederos y en el medio ambiente; se estima que los costos a futuro para eliminar todos los plásticos de un solo uso que se están acumulando en el medio ambiente son más elevados que los costos para prevenir los desechos de basura hoy en día. (Quiñones, 2018)

### **Proceso de Selección y Recuperación del Polietileno**

El material considerado como merma dentro de la fabricación de taparrosas plásticas se produce de diferentes formas:

- **Arranque de producción:** Es el inicio de una nueva orden de fabricación e inevitablemente se genera un pequeño porcentaje de merma la cual es un poco complicado de pronosticar ya que va en función del tipo de tapa/color que se va a elaborar y la capacidad y eficiencia de la máquina.
- **Cambio de color:** Por diseño de tapa, cada fabricante puede tener una amplia gama de colores, los cuales son fabricados de acuerdo a las necesidades de abastecimiento de las organizaciones definiendo bloques de producción que conlleven a más de un cambio de color lo que por supuesto sobrelleva a generar mermas; la cantidad es relativa al tipo de color, es decir; la limpieza de un color a otro en una máquina de producción será más complicada cuando se valla de un color solido a un semi-translucido o un color transparente (productos fabricados únicamente con resina virgen) como se muestran en la figura 1.
  - ✓ **Color solido:** Es aquel que contiene una alta concentración de pureza de un color y no permite el paso de la luz a través de él.
  - ✓ **Color semi translucido:** Es aquel que contiene una saturación media-baja de pureza de un color y que permite el paso de la luz a través de él, pero no deja ver nítidamente los objetos.
  - ✓ **Color transparente (Natural):** En el sentido de la fabricación de taparrosas plásticas, un color transparente o natural es aquel que no contiene pigmento (color) en su composición y este adoptara el matiz que posee el polietileno con el que es fabricado.



**Figura 5** Ejemplo de color sólido, semi-transparente y transparente.

- **Paro de máquina:** El paro de máquina se puede dar por diferentes razones siendo las principales un desajuste en los parámetros de esta, falta de suministro y contaminación de materias primas, falla en el suministro de corriente eléctrica y fugas.

Todo esto provoca que se genere producto no conforme por temas de calidad e inocuidad como puntos altos, tapas incompletas, tapas quemadas, tapas sin color, merma con purgante y contaminada (generalmente por fugas de aceite en las máquinas)

Los datos disponibles provienen de un informe interno de una organización dedicada a la fabricación de taparrosas plásticas con polietileno de alta densidad como materia prima base (en la mayoría de sus productos un 98%) de cada pieza. La metodología de recuperación y reincorporación seguida es una variante de la aplicada por una de las organizaciones más grandes del mundo de reciclaje de PET grado alimenticio, PetStar, con el que recupera 50 mil toneladas de PET al año (CÁMARA, 2016), conformado por Identificación y separación, molienda, lavado, mezclado y peletizado, omitiendo los pasos de lavado y peletizado por la simple razón de que no se requiere, así mismo se echara mano de la estructura del reciclaje mecánico la cual representa una de las mejores historias de éxito ambiental del siglo XX. En este proceso se recogen los plásticos de los procesos de fabricación de la industria y se muelen o trocean para después introducirlo posteriormente al proceso productivo moldeándolo mediante los métodos tradicionales (inyección, compresión extrusión, etc.). Este último proceso solamente puede aplicarse a los termoplásticos, que son aquellos que se funden por acción de la temperatura. (José Emmanuel Medina García, 2011)

## Separación e identificación

Dentro de todo este proceso se debe realizar una selección de toda la merma y definir cuál debe ser directamente enviado a destrucción y cuál puede ser utilizado para reincorporar en el proceso, aún a pesar de que en la mayoría de las organizaciones ya se cuentan con sistemas automatizados, como inspectores inteligentes, que facilitan esta tarea ya que de un promedio de 800 kg de merma generados diarios se puede recuperar y reincorporar en promedio el 30% de la merma generada durante un arranque o cambio de color en la producción, tomando en consideración que el producto no debe presentar temas de contaminación de ningún tipo (polvo, arrastre de color, tapas de otro color, tapas con puntos de color, tapas con puntos negros, tapas quemadas, grasas, purgantes, etc.) que represente un riesgo para la inocuidad y calidad de las futuras producciones (figuar2).



**Figura 6** Clasificación de las hojuelas de plástico.

Dentro de esta empresa el material seleccionado destinado para reincorporación se etiqueta, es segregado por tipo de color y tipo de resina base, característica muy importante, ya que dependiendo el índice de fluidez<sup>3</sup> (Melt Flow Index *MFI*, por sus siglas en inglés) de la resina base se define correctamente si puede ser reincorporado a la fabricación de taparrosas para aplicación en tipo de llenado aséptico, llenado en caliente, bebidas no carbonatadas o bebidas carbonatadas. Entre menor sea el índice de fluidez mayor será la dureza del polietileno.

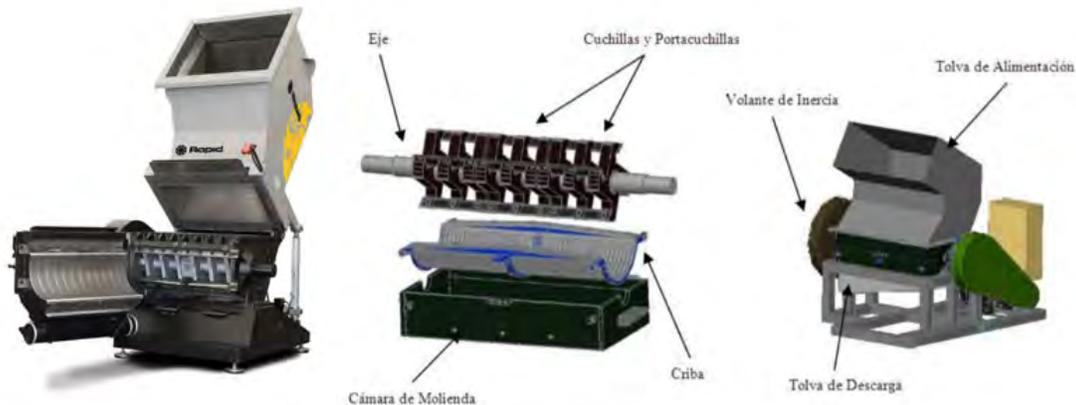
## Molido y Mezclado

Previo a la molienda debe llevarse a cabo una limpieza profunda del molino para garantizar la eliminación de cualquier residuo que pueda provocar una

---

<sup>3</sup> Es la capacidad de un material para desplazarse en estado plastificado o reblandecido, luego de someterse a calor y presión, y también es una medida indirecta del peso molecular. (Idesa, 2021)

contaminación cruzada del material verificando que todos los componentes estén limpios, cuchillas, criba, soplador, filtro, barra imantada y superficies del molino tanto internas como externas (figura 3).



**Figura 7** Molino (trituradora) y sus componentes.

Posteriormente el material es llevado a molienda, proceso mediante el cual se reduce el tamaño del material para producir la hojuela que será mezclada con polietileno de alta densidad virgen del mismo tipo, mezcla que es suministrada mediante un sistema manifold conectado a una tolva móvil y desde las tolvas de la línea de inyección, materias primas como lo es pigmento y/o aditivos.

Una vez obtenida la molienda se procede con el mezclado del material molido con resina virgen, polietileno de alta densidad; el mezclado se realiza actualmente de manera manual y los porcentajes de mezcla están determinados en cantidad del tamaño de lote a producir y peso promedio del tipo de tapa y color. Para poder obtener datos estadísticos que demuestren y sustenten que los productos fabricados con material reciclado son de la misma calidad y tan seguros y confiables como los que son fabricados con polietilenos de alta densidad en estado puro, se ejecutó el protocolo interno de la organización de validación de nuevos productos elaborando diferentes pruebas piloto de fabricación de taparrosca plásticas para bebidas carbonatadas con un peso promedio de 2 gramos por pieza, compuestas de un 10, 20 y 30% de material reciclado a 1 sola vuelta (número de veces que ha sido reprocesado), las cuales serán sometidos a inspecciones realizadas bajo los criterios de aceptación establecidos para cada criterio; DATOS CONTINUOS:

VARIABLES (DIMENSIONALES), DATOS DISCONTINUOS: ATRIBUTOS (APARIENCIA), PRUEBAS FUNCIONALES O DE DESMPEÑO y EVALUACIÓN SENSORIAL (PRUEBA TRIANGULAR).

### Fabricación de Muestras

La cantidad mínima fabricada requerida para la validación de este producto es de 41600 piezas. En la tabla 1, se enlistan las cantidades requeridas y la cantidad total de mezcla para la fabricación de las pruebas piloto en color blanco considerando el 10, 15 y 30% de material reciclado.

**Tabla 1** Consumo en kg por materia prima.

TAPARROSCA PLÁSTICA PARA APLICACIÓN EN BEBIDAS CARBONATADAS

CANTIDAD A PRODUCIR	41600 piezas
CANTIDAD TOTAL DE MEZCLA REQUERIDA	83.200 kg

PORCENTAJE DE MATERIAL RECUPERADO	CONSUMOS EN KG POR MATERIA PRIMA		
	10%	20%	30%
PEAD VIRGEN	73.008	64.896	56.784
MATERIAL RECICLADO (MOLIDO)	8.112	16.224	24.336
PIGMENTO	1.248	1.248	1.248
OTROS	0.832	0.832	0.832
	<b>83.200</b>	<b>83.200</b>	<b>83.200</b>

Y de la misma forma que en el molido del material reciclado, se debe realizar una limpieza profunda de la línea de producción, tanto interna como externa, del husillo, tolvas (si se requiere), molde y periféricos (figura 4).



**Figura 8** Maquina de moldeo por inyección HUSKY.

Durante la liberación de cada una de las pruebas piloto se toman como referencia las especificaciones establecidas de las características dimensionales (peso, altura, diámetro de casco, diámetro externo de sello, diámetro de cintillo, espesor de panel) y atributos (apariencia y saturación de color, este último en base a la guía de color aprobada utilizada por el departamento de control de calidad).

**Tabla 2** Especificación De Taparrosca Y Plano Mecánico.

ESPECIFICACIÓN DE TAPARROSCA	
CRITERIO	ESPECIFICACION
1. Peso (g)	2.00 ± 0.15 g
2. Altura (mm) (F)	15.50 ± 0.20 mm
3. Diámetro de casco (mm) (D)	29.40 ± 0.20 mm
4. Diámetro externo de sello (mm) (A)	22.20 ± 0.10 mm
5. Diámetro de cintillo (mm) (C)	26.35 ± 0.20 mm
6. Diámetro de cuerdas (mm) (B)	25.75 ± 0.20 mm
7. Espesor de panel (mm) (E)	1.20 ± 0.05 mm



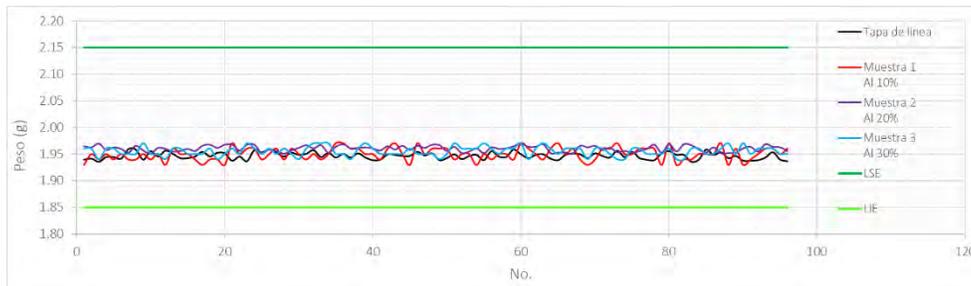
### Análisis Dimensional

Los resultados obtenidos del análisis dimensional (gráfica 1 a la gráfica 7) son reportados y comparados con los obtenidos de una taparrosca testigo (tapa aprobada de línea) del mismo color y tipo, se analiza un total de 96 piezas por prueba, número total de piezas fabricadas por ciclo, cada ciclo es inyectado en las mismas condiciones y parámetros de operación de máquina.

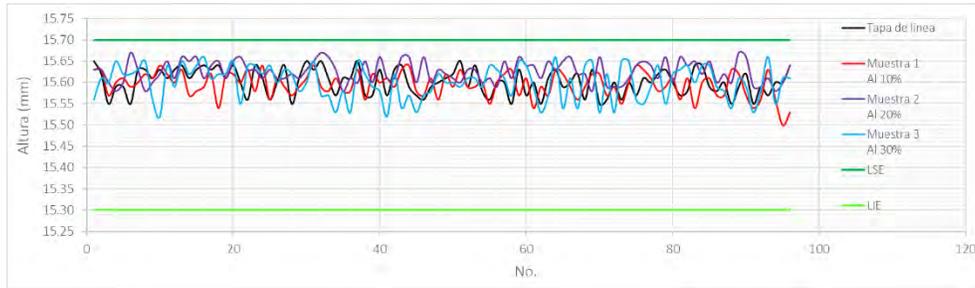
**Tabla 3** Resultados promedios obtenidos del análisis dimensional de las pruebas realizadas con diferentes porcentajes de material reciclado.

RESULTADO PROMEDIO	Tapa de línea				Tapa con 10% de PEDA Reciclado				Tapa con 20% de PEDA Reciclado				Tapa con 30% de PEDA Reciclado															
	Peso (g)				Altura (mm)				Diámetro de casco (mm)				Diámetro externo de sello (mm)				Diámetro de cintillo (mm)				Diámetro de cuerdas (mm)				Espesor de panel (mm)			
	2.00 ± 0.15				15.5 ± 0.20				29.4 ± 0.20				22.2 ± 0.10				26.35 ± 0.20				25.75 ± 0.20				1.20 ± 0.05			
	1.95	1.95	1.96	1.96	15.60	15.60	15.63	15.60	29.29	29.26	29.37	29.37	22.22	22.21	22.20	22.19	26.37	26.31	26.32	26.32	25.68	25.63	25.71	25.71	1.16	1.17	1.16	1.16

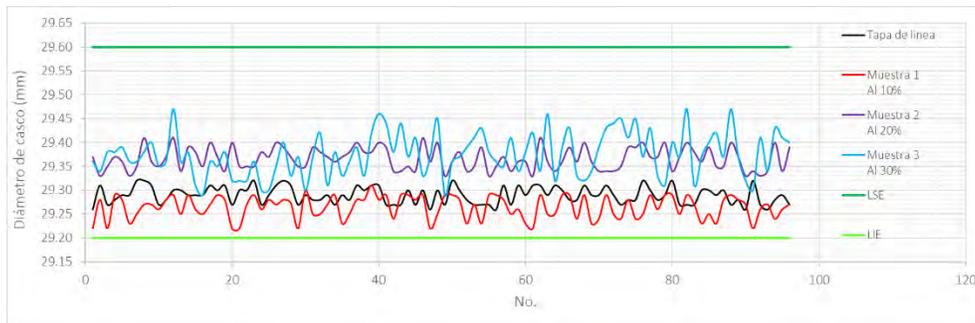
**Gráfica 1** Distribución de resultados obtenidos por prueba de cada porcentaje de material reciclado, criterio: peso por pieza.



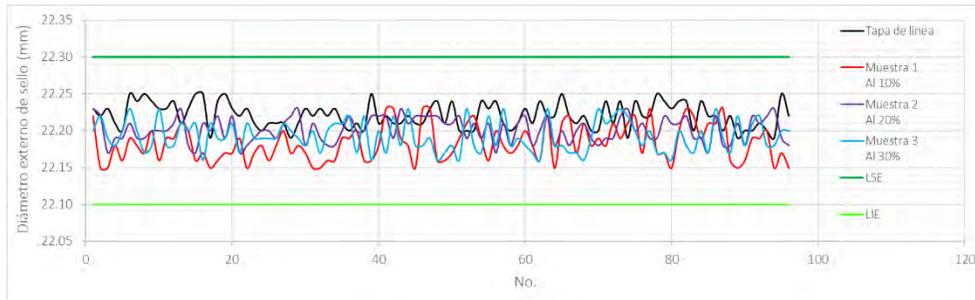
**Gráfica 2** Distribución de resultados obtenidos por prueba de cada porcentaje de material reciclado, criterio: altura.



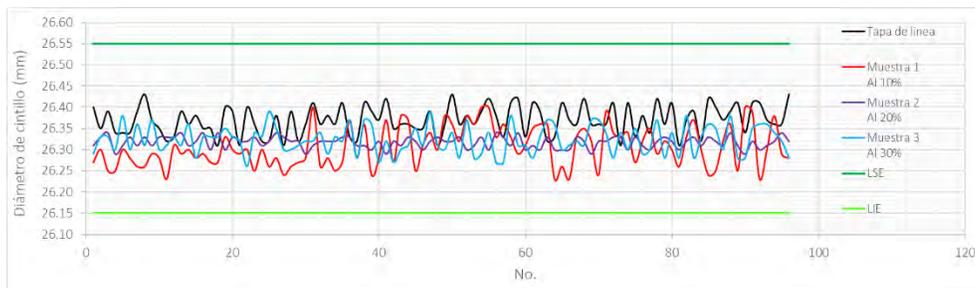
**Gráfica 3** Distribución de resultados obtenidos por prueba de cada porcentaje de material reciclado, criterio: diámetro de casco.



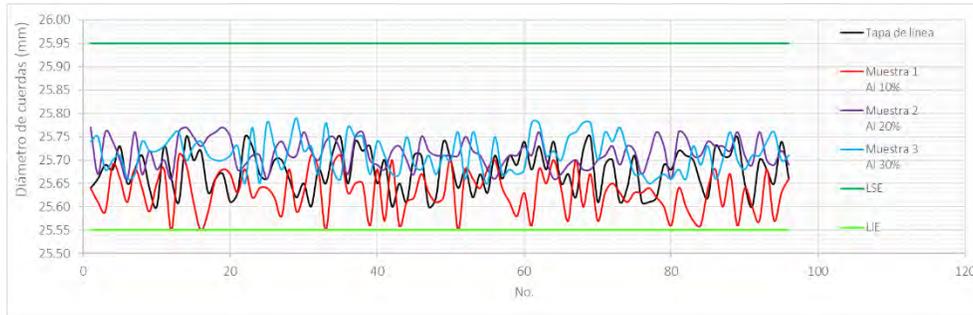
**Gráfica 4** Distribución de resultados obtenidos por prueba de cada porcentaje de material reciclado, criterio: diámetro externo de sello de oliva.



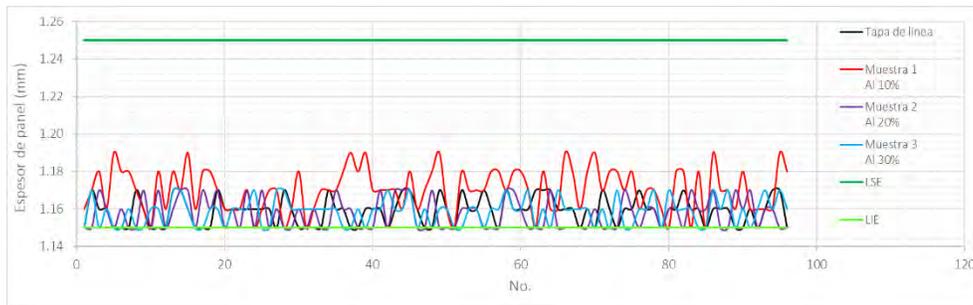
**Gráfica 5** Distribución de resultados obtenidos por prueba de cada porcentaje de material reciclado, criterio: diámetro de cintillo.



**Gráfica 6** Distribución de resultados obtenidos por prueba de cada porcentaje de material reciclado, criterio: diámetro de cuerdas.



**Gráfica 7** Distribución de resultados obtenidos por prueba de cada porcentaje de material reciclado, criterio: espesor de panel.



## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- **Peso**
  - ✓ Mezcla al 10%, 20% y 30%: Se obtienen valores dentro de especificación, muy ligeramente por debajo del límite especificado.
- **Altura**
  - ✓ Mezcla al 10%, 20% y 30%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia el límite superior.
- **Diámetro de casco**
  - ✓ Mezcla al 10%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia el límite inferior.
  - ✓ Mezcla al 20% y 30%: Valores dentro de especificación, muy ligeramente por debajo del límite especificado.
- **Diámetro externo de sello**

- ✓ Mezcla al 10%: Valores dentro de especificación, con una ligera tendencia hacia el límite inferior.
- ✓ Mezcla al 20% y 30%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia lo especificado.
- **Diámetro de cintillo**
  - ✓ Mezcla al 10%: Valores dentro de especificación, con una ligera tendencia hacia el límite inferior.
  - ✓ Mezcla al 20% y 30%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia lo especificado.
- **Diámetro de cuerdas**
  - ✓ Mezcla al 10%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia el límite inferior y una gran variación de resultados.
  - ✓ Mezcla al 20% y 30%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia lo especificado.
- **Espesor de panel**
  - ✓ Mezcla al 10%, 20 y 30%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia el límite inferior.

Para este caso se ha definido manejar esta tendencia ya que colocarle una mayor dosis de material por pieza para realizar una mejora de esta parte provocaría tapa con rebaba.

### **Pruebas de desempeño**

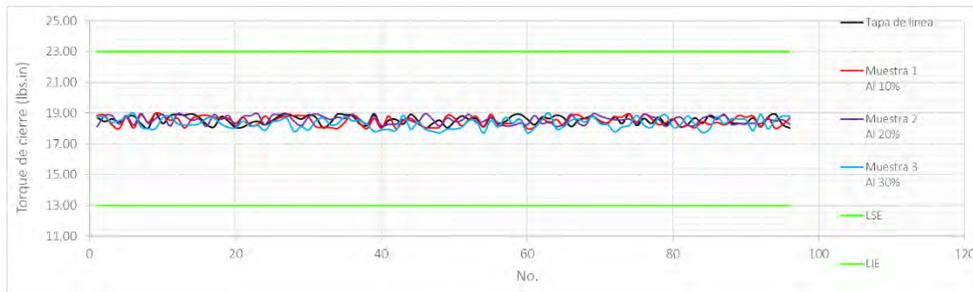
Posteriormente a la evaluación dimensional y habiendo determinado que las muestras fabricadas tienen características dimensionales dentro de especificación, se aplicaron pruebas de desempeño conformados por los torques de cierre y apertura y al igual que los valores obtenidos del análisis dimensional, los resultados obtenidos de las pruebas de desempeño (Tabla 4, Gráfica 8 y 9) deben ser sometidos a un análisis comparativo con los obtenidos de la tapa testigo (tapa de línea).

**Tabla 4** Resultados promedios obtenidos de las pruebas de desempeño realizadas de los diferentes porcentajes de material reciclado.

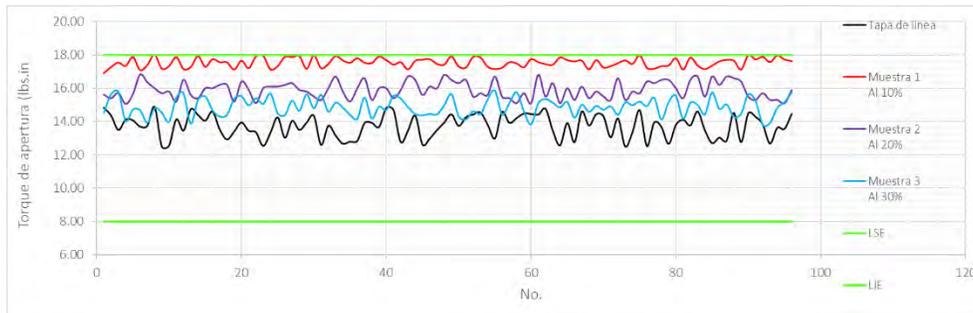
**RESULTADOS PROMEDIOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS DE DESEMPEÑO DE LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE RECICLADO**

	Tapa de línea	Tapa con 10% de PEDA Reciclado	Tapa con 20% de PEDA Reciclado	Tapa con 30% de PEDA Reciclado	Tapa de línea	Tapa con 10% de PEDA Reciclado	Tapa con 20% de PEDA Reciclado	Tapa con 30% de PEDA Reciclado
	<b>Torque de cierre (libras/pulgada)</b>				<b>Torque de apertura (libras/pulgada)</b>			
<b>RESULTADO PROMEDIO</b>	18.54	18.49	18.57	18.34	13.71	17.53	15.90	14.86

**Gráfica 8** Distribución de resultados obtenidos por en prueba desempeño, torque de cierre, de cada porcentaje de material reciclado.



**Gráfica 9** Distribución de resultados obtenidos por en prueba desempeño, torque de apertura, de cada porcentaje de material reciclado.



### Interpretación de resultados

- **Torque de cierre**
  - ✓ Mezcla al 10%, 20% y 30%: Se obtienen valores dentro de especificación, muy cercanos a lo especificado.
- **Torque de apertura**

- ✓ Mezcla al 10%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia el límite superior, lo que implicara mayor fuerza del consumidor para liberar la taparroca de la botella.
- ✓ Mezcla al 20% y 30%: Valores dentro de especificación, con tendencia hacia lo especificado.

### **Análisis Sensorial**

Y para finalizar el protocolo de validación, se aplica la prueba de evaluación sensorial triangular (prueba discriminativa), prueba en la que se debe determinar si existe diferencia entre dos o más muestras.

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales.

No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. (Elías, Jeffery, Watts, & Ylimaki, 1992)

Según Espinoza (Espinoza, 2007), la prueba triangular consiste en presentar tres muestras simultáneamente: dos de ellas son iguales y una diferente, el juez tiene que identificar la muestra diferente. Se requiere aleatoriedad en la presentación de las muestras debiéndose ofrecer si se requiere las seis combinaciones posibles, en las cuales las posiciones de las dos muestras son diferentes

En las Figura 5 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial correspondiente a las muestras fabricadas con el 10, 20 y 30% de material reciclado aplicando un total de 30 muestras divididas entre 6 panelista con un nivel de significancia del 95%; 15, es el número de juicios correctos que se deben obtener para determinar si existe una diferencia significativa entre las muestras de acuerdo a lo establecido por Roessler, Pagnborn, Sidel y Stone en las tablas estadísticas ampliadas para estimar la significancia en las pruebas de preferencia reducidas, diferencias pareadas, dúo trio y prueba triangular. (Roessler, 1978)

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL A MUESTRA FABRICADAS CON EL 10% DE MATERIAL RECICLADO						HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL A MUESTRA FABRICADAS CON EL 20% DE MATERIAL RECICLADO						HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL A MUESTRA FABRICADAS CON EL 30% DE MATERIAL RECICLADO							
PANELISTA	NO. DE PRUEBA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	TOTAL DE ACIERTOS	PANELISTA	NO. DE PRUEBA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	TOTAL DE ACIERTOS	PANELISTA	NO. DE PRUEBA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	TOTAL DE ACIERTOS		
1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		
	2	0	0	0	0		2	0	0	0	0		0	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0		3	1	1	1	3		3	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0		4	0	0	0	0		0	4	0	0	0	0	0
	5	1	1	1	0		5	0	0	0	0		0	5	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0		
	2	1	1	1	0		2	0	0	0	0		2	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0		3	0	0	0	0		0	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0		4	0	0	0	0		0	4	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0		5	1	1	1	3		3	5	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0		
	2	0	0	0	0		2	0	0	0	0		0	2	1	1	1	3	
	3	0	0	0	0		3	0	0	0	0		0	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0		4	0	0	0	0		0	4	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0		5	0	0	0	0		0	5	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0		
	2	0	0	0	0		2	0	0	0	0		0	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0		3	0	0	0	0		0	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0		4	0	0	0	0		0	4	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0		5	0	0	0	0		0	5	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	0	5	1	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0		
	2	0	0	0	0		2	0	0	0	0		0	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0		3	0	0	0	0		0	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0		4	0	0	0	0		0	4	1	1	1	3	3
	5	0	0	0	0		5	0	0	0	0		0	5	0	0	0	0	0
<b>NÚMERO TOTAL DE PRUEBAS</b>	<b>30</b>					<b>NÚMERO TOTAL DE PRUEBAS</b>	<b>30</b>					<b>NÚMERO TOTAL DE PRUEBAS</b>	<b>30</b>						
					<b>11</b>						<b>6</b>						<b>6</b>		
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>						<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>						<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>							
0 <b>INCORRECTO</b>						0 <b>INCORRECTO</b>						0 <b>INCORRECTO</b>							
1 <b>CORRECTO</b>						1 <b>CORRECTO</b>						1 <b>CORRECTO</b>							
<b>NÚMERO DE JUICIOS CORRECTOS</b>						<b>NÚMERO DE JUICIOS CORRECTOS</b>						<b>NÚMERO DE JUICIOS CORRECTOS</b>							
15						15						15							
<b>RESULTADO</b>						<b>RESULTADO</b>						<b>RESULTADO</b>							
Estadísticamente NO EXISTE DIFERENCIA SENSORIAL a un nivel de probabilidad de 0.05%.						Estadísticamente NO EXISTE DIFERENCIA SENSORIAL a un nivel de probabilidad de 0.05%.						Estadísticamente NO EXISTE DIFERENCIA SENSORIAL a un nivel de probabilidad de 0.05%.							

Figura 5 Resultados de evaluación sensorial

### CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se demuestra que se ha establecido un buen protocolo de reincorporación del polietileno de alta densidad lo que conlleva a la fabricación de productos de alta calidad e inocuos elaborados con un porcentaje de material reciclado dentro de su composición, a una primera vuelta de reproceso, y cumplen satisfactoriamente con el cumplimiento en su diseño previsto al igual que las taparrosas fabricadas con polietilenos de alta densidad en estado puro.

Los Gráficas de distribución de datos de cada criterio del análisis dimensional indican que las 3 mezclas realizadas tuvieron un buen desempeño en proceso y las muestras fabricadas se liberaron de acuerdo a especificación, teniendo una mejor estabilidad dimensional y de desempeño (torques de cierre y torques de apertura) la muestra inyectada con el 30% de material reciclado comparado con la tapa testigo.

El análisis sensorial arroja como resultado que en ninguna de las 3 pruebas realizadas se encuentra diferencia significativa con una probabilidad del 5% y un nivel de confianza del 95%, es por ello que se recomienda reincorporar hasta el 30% del material reciclado en la fabricación de taparrosas plásticas para bebidas

carbonatadas elaboradas con el mismo material (PEAD) y mismo color. De seguir con esta tendencia de recuperar aproximadamente el 30% de un promedio de 800 kg de merma generados diarios se lograra recuperar 85410 kg anualmente de 284700 kg de polietileno de alta densidad procesado destinado a la fabricación de este tipo de taparrosca, lo que representa no solo un beneficio en pro del medio ambiente sino también de la organización en costos; de la misma forma para cualquier empresa que se dedique a la fabricación de taparrosca con polietileno de alta densidad, que desee reincorporar las mermas generadas en su propio proceso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÁMARA, I. J. (12 de Enero de 2016). PetStar, la estrella del reciclaje de PET. (M. N. LEYVA, Entrevistador)
- Elías, L., Jeffery, L., Watts, B., & Ylimaki, G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Ont., Canadá: International Development Research Center 1989.
- Espinosa, M. J. (2007). *Evaluación Sensorial*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.
- Idesa, B. (14 de Septiembre de 2021). *Braskem Idesa*. Obtenido de <http://www.braskemidesa.com.mx/>
- José Emmanuel Medina García, C. E. (2011). Diseño de una trituradora para plástico Polietileno de Tereftalato (PET). Tepic, Nayarit.
- Quiñones, L. (05 de Junio de 2018). Cambio climático, ONU Medio Ambiente. New York, Estados Unidos.
- Roessler, E. R. (1978). Tablas estadísticas ampliadas para estimar la significancia en las pruebas de preferencia reducidas, diferencias pareadas, dúo trio y prueba triangular. En E. R. Roessler, *Tablas estadísticas ampliadas para estimar la significancia en las pruebas de preferencia reducidas, diferencias pareadas, dúo trio y prueba triangular* (pág. Vol. 43). Copyright JFS.

# MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PROCESO DE UNA PRODUCTORA DE BLOCK DE CONCRETO SEMIAUTOMATIZADA

SINUHE DE JESÚS ABURTO SANTOS<sup>1</sup>, ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ<sup>2</sup>, ABIGAIL GARCÍA ROQUE<sup>3</sup>

## RESUMEN

En todo núcleo empresarial, uno de los objetivos primordiales es ser competitiva en el sector, sin embargo, se deben tomar en cuenta los factores que se requieren para lograr un posicionamiento, para ello se debe estudiar el comportamiento de la organización mediante indicadores y después de su análisis, tomar las decisiones pertinentes para el mejoramiento de la empresa. Se deben evaluar todos los procesos que se llevan a cabo, como pueden ser el nivel de productividad de los insumos, la satisfacción del cliente o empleados, la reducción de los gastos, el incremento de ventas, entre otros. De acuerdo a lo anterior, se muestra la investigación que se llevó a cabo en la aplicación de una de las técnicas de medición de la productividad, basada en la utilización de criterios de productividad denominada Matriz de Objetivos OMAX. Esta matriz se encarga de identificar la productividad del área de producción de una empresa productora de blocks, utilizando los criterios de cantidad, calidad, puntualidad, rendimiento, utilización y características de grupo.

**Palabras clave:** Indicadores, criterios, OMAX, medición, mejoramiento

## ABSTRACT

In every business nucleus, one of the primary objectives is to be competitive in the sector, however, the factors that are required to achieve a positioning must be taken

---

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale.  
sinuhe.as@tamazunchale.tecnm.mx.

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale.  
alicia.zs@tamazunchale.tecnm.mx.

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale. abigr0271@gmail.com

into account, for this the behavior of the organization must be studied through indicators and after its analysis, take the pertinent decisions for the improvement of the company. All the processes that are carried out must be evaluated, such as the level of productivity of the inputs, the satisfaction of the client or employees, the reduction of expenses, the increase in sales, among others. According to the above, the research carried out in the application of one of the productivity measurement techniques, based on the use of productivity criteria called the OMAX Objectives Matrix, is shown. This matrix is in charge of identifying the productivity of the production area of a company that produces blocks, using the criteria of quantity, quality, punctuality, performance, use and group characteristics.

## **INTRODUCCIÓN**

La productividad se realiza por medio de la gente, de sus conocimientos y de recursos de todo tipo para producir o crear de forma masiva los satisfactores a las necesidades y deseos humanos. La productividad es la forma más eficiente de generar recursos midiéndolos en dinero, para hacer rentables y competitivos a los individuos y sus sociedades (López, 2013).

La medición de la productividad es primordial para identificar el desempeño de toda organización, dado que los resultados son evaluados para determinar que indicadores están o no cumpliendo con los objetivos trazados. De acuerdo con Hana Catur (2017), la medición de la productividad es considerada como un ciclo de productividad donde esta se mide, se evalúa, se planifica y se mejora.

Las empresas tienden a aumentar su productividad y obtener una mejor optimización dentro de sus procesos, buscando establecer una mezcla idónea entre maquinaria, fuerza laboral, materias primas y otros recursos para maximizar la producción (Aliafari, Ragil y Mazida, 2019). Para Torrealba y Hernández (2007), la función de la producción conlleva una gran responsabilidad en la competitividad de la organización, dado que, de esta, parten prioridades como la innovación, la reducción de los costos, así como la atención al cliente. A razón de lo descrito, las organizaciones utilizan diversas metodologías y herramientas para definir sus indicadores estratégicos de desempeño, tal como lo expresan González,

Calderón y Solís (2018), haciendo uso del Balance Score Card, que permite la combinación de indicadores financieros y no financieros en la búsqueda del logro de las metas empresariales.

Para Basumerda, Rahmi y Sulistio (2019), OMAX, es una de las mejores herramientas para la medición del rendimiento de la productividad. Es una metodología que evalúa objetivamente los criterios de productividad, así mismo, identifica aquellos factores que estén infiriendo en la improductividad (Hamidah, Deoranto y Astuti, 2013). Esta metodología se ha aplicado en la industria textil (Aliafari, Ragil y Mazida, 2019), así como en empresas de concreto premezclado, principalmente en la parte operativa, dado que la influencia del capital humano, llega a dificultar la toma de decisiones en la organización (Priyanto, 2015). Es preciso mencionar que la Matriz de Objetivos es aplicable también a la parte de servicios. Balkan (2011), menciona que la aplicación de la metodología en el sector de los servicios es compleja sobre todo en los servicios de públicos donde existen escasos estudios.

La investigación desarrollada para este artículo está enfocada principalmente en medir la productividad del área de producción de una empresa constructora de block de concreto, donde se aplicó previó a la metodología OMAX, un estudio de muestreo de trabajo con la finalidad de identificar la proporción de la productividad de los 5 operarios bajo estudio, y las actividades con más frecuencia productiva e improductiva, derivado de este estudio se definieron los criterios de productividad a evaluar en el área de producción, los cuales permitieron definir seis criterios de productividad que se utilizaron en el desarrollo de la Matriz de Objetivos OMAX. Los resultados obtenidos permitirán realizar una toma de decisiones, respecto al indicador más crítico y posteriormente con los siguientes. Y para finalizar este artículo se presenta la discusión de la hipótesis original implicada en este estudio de investigación, así como las conclusiones para promover las mejoras pertinentes de acuerdo a los estudios y análisis realizados.

## METODOLOGÍA

### *Identificación del proceso.*

En la Tabla 1, se describe el proceso de fabricación de la empresa bajo estudio.

**Tabla 1.** Etapas del proceso de elaboración de block en la empresa bajo estudio

No.	Nombre de la etapa	Descripción
1	Almacenamiento de la materia prima	En esta área se almacena aproximadamente de 30 hasta 120 m <sup>3</sup> de grava, polvo o arena.
2	Llenado de Tolvas	En esta área, la máquina se encarga de triturar la materia prima; cuenta con una capacidad de 8 m <sup>3</sup> a 10m <sup>3</sup> y dirigida por un operario.
3	Dosificación y mezclado	Su función principal es mezclar 1200 kg de polvo, 85 kg de cemento y 45 lts. de agua. Su tiempo de ciclo por mezclado es de aproximadamente 6 min. Esta área es dirigida por un operario.
4	Fabricación de blocks	En el área se fabrican 4 blocks en un tiempo promedio de 10 segundos, esto depende del tipo de materia prima que se utilice en los procesos anteriores. Esta área es dirigida por un operario.
5	Cuartos de curado	Las piezas terminadas pasan al cuarto de curado, donde permanecen con un tiempo de espera de 24 horas. Lo administra 1 operador. Cada cuarto almacena una capacidad de 20 racks con 126 unidades cada uno, haciendo un total de 2,520 piezas.
6	Cubado de blocks	Dirigido por un operador. Los racks son llevados a la banda transportadora y esperan su tiempo para el despaletado de productos también conocido como cubado o acomodo de blocks en tarimas. Se colocan 135 piezas en una tarima, es decir, 9 camas de 15 piezas.
7	Productos terminados	Los productos terminados en tarima, son llevados mediante montacargas al patio para venta y/o reparto en camiones.

*Nota:* El catálogo de productos que se elaborarán en las etapas pueden ser de las siguientes dimensiones: 10\*20\*40, 12\*20\*40 y 15\*20\*40.

### *Identificación y análisis de factores improductivos.*

De acuerdo a lo observado en el área de producción de blocks y teniendo diálogos con el jefe de Producción, se percata que, durante este proceso existen algunos factores que influyen o limitan la productividad del área perjudicando significativamente el desempeño tanto de los trabajadores, así como de la empresa. Los factores identificados mediante la observación y dialogó son los siguientes:

- Métodos ineficientes de trabajo de los operadores.

Dado que el mismo personal que opera o administra las áreas deben realizar las actividades de limpieza, no han definido un procedimiento que les permita hacer más eficiente el aseo del equipo, aunado a esto el herramental que utilizan para

realizar el proceso de limpieza y/o mantenimiento del equipo se encuentra desorganizado, conteniendo la herramienta mezclada en un bote para su resguardo y para su siguiente uso.

- Método inadecuado en el cambio de diseño.

Las ventas de block más altas y por la naturaleza de consumo, son para las piezas con dimensiones de 12\*20\*40 y 15\*\*20\*40, sin embargo, cuando el modelo es en específico, por ejemplo, que se realicen pedidos de piezas con dimensiones de 10\*20\*40, los ajustes y pruebas suelen ser muy tardíos. Se realiza la producción piloto de cualquiera de los modelos y posteriormente su volumen de producción.

- Averías de maquinaria y equipos.

El punto más crítico del proceso se da en la etapa 4, que es en la fabricación de block. La maquinaria utilizada en el área, suele presentar una cantidad considerable de fallas durante el día, provocando retrasos que van desde 1 minuto hasta los 8 minutos, así mismo, paros que duran de uno hasta tres días, así mismo, los montacargas cuando presentan fallas, generan paros repentinos en la fabricación del block con la finalidad de no provocar un cuello de botella previo al almacenaje.

- Repetición de trabajos.

Aunque la empresa bajo estudio considere que compartir tareas puede ser algo benéfico para disminuir el esfuerzo y tiempo de todo el equipo, puede ser contraproducente al llegar a perjudicar el proceso, ya que existen momentos en que los operarios realizan actividades iguales, tanto que descuidan otras partes o zonas esenciales.

#### *Muestreo de trabajo*

Para obtener una perspectiva adecuada de la productividad, se realizó un muestreo de trabajo a los operativos del área de producción. De acuerdo a la metodología que definen Escalante y González (2016), se tomaron los pasos siguientes:

- Seleccionar el trabajo a estudiar.

En la Tabla 2, se identifican a los operarios bajo estudio de acuerdo a su actividad:



*Nota:* Se utiliza el mismo formato para todos los operarios bajo estudio.

- Dividir la operación en elementos.

Los elementos tanto productivos como improductivos considerados para el estudio se describen en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Elementos para el muestreo de trabajo por operario

Elementos por operario	
<b>Operario(s):</b> 1, 2, 3, 4 y 5	
<b>Área(s):</b> Almacén de materia prima y tolva; Dosificación y mezclado; Fabricación de blocks; Cubado de blocks; Almacén de Producto Terminado	
<b>Maquinaria o equipo:</b> Retroexcavadora; Mezcladora; Blockera; Cubado; Montacargas	
Actividades Productivas	Actividades Improductivas
Operando maquinaria	Ausencias
Limpieza	Uso de celular
Indicaciones	Tiempos muertos
Usando herramental	Receso
Otras	Otras

*Nota:* Los elementos usados se comparten para todos los operarios bajo estudio.

#### Definición de indicadores

De acuerdo a las clases genéricas que propone Riggs (2012), en la Tabla 4, se definen las fórmulas de los indicadores que se usan como criterios de productividad en la Matriz de Objetivos OMAX.

**Tabla 4.** Clases genéricas de criterios de productividad y fórmulas definidas para la evaluación de los indicadores de productividad

Clases Genéricas de Criterios de Productividad	Fórmula
<b>Cantidad:</b> El número de unidades producidas, o una medida del servicio prestado (maximización de la producción).	$\frac{\text{Número de unidades producidas}}{\text{Horas trabajadas}}$
<b>Calidad:</b> Indicadores precisos, o por deducción, de la calidad de los bienes o servicios producidos (satisfacción del cliente).	$\frac{\text{Número de defectos}}{\text{Total de unidades producidas}}$
<b>Puntualidad:</b> El grado en que las actividades o funciones se terminan conforme al programa (eliminación de retrasos).	$\frac{\text{Número de entregas tardías}}{\text{Número total de entregas}}$
<b>Rendimiento:</b> Grado de eficiencia del proceso de transformación (minimización de insumos y prevención del desperdicio).	$\frac{\text{Horas hombre}}{\text{Unidades producidas}}$
<b>Utilización:</b> Eficiencia con que se utilizan los recursos críticos (disponibilidad de personas y máquinas clave).	$\frac{\text{Producción}}{\text{Horas máquina}}$
<b>Características de grupo:</b> Cualidades individuales y organizativas que contribuyen al desempeño productivo (por ejemplo, la seguridad, rotación y ausentismo).	$\frac{\text{Horas perdidas por ausencias irregulares}}{\text{Horas máquina}}$

*Nota:* Las clases genéricas son definidas en función de la productividad, de acuerdo a la contribución del operativo, las unidades de trabajo o de la organización en general.

Para definir el índice de productividad mediante el uso de la Matriz de Objetivos OMAX, es necesario dar una ponderación de peso con fines importancia a cada clase genérica utilizada, dado que será parte importante en el cálculo de la productividad diaria del área de producción. Esta ponderación fue consultada con el jefe de Producción de la planta y de acuerdo a sus conclusiones, define la importancia y las razones que considera para cada uno de los criterios de productividad tal como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Peso de importancia para los indicadores y razón de su ponderación.

Indicador	Peso	Razón
$\frac{\text{Número de unidades producidas}}{\text{Horas trabajadas}}$	25%	Se debe cumplir la meta de 40 racks, en el área de producción.
$\frac{\text{Número de defectos}}{\text{Total de unidades producidas}}$	25%	Conocer la cantidad de piezas defectuosas de la producción.
$\frac{\text{Número de entregas tardías}}{\text{Número total de entregas}}$	10%	Los pedidos se entregan en el lugar acordado con el cliente, sin embargo, en ocasiones llegan después del tiempo solicitado.
$\frac{\text{Horas hombre}}{\text{Unidades producidas}}$	5%	Los operarios siempre están haciendo alguna tarea, ya sea de limpieza, de mantenimiento u operando.
$\frac{\text{Producción}}{\text{Horas máquina}}$	15%	Por el tiempo de uso que le dan a las máquinas que se encargan de operar.
$\frac{\text{Horas perdidas por ausencias irregulares}}{\text{Horas máquina}}$	20%	Los operarios no cumplen con sus horarios de salida y entrada en su tiempo de receso o suelen tomarse descansos esporádicos durante el proceso.

*Nota:* La razón indicada justifica el peso de la ponderación para cada indicador, esto debido a la importancia que se le da de acuerdo a los objetivos trazados por la empresa en función a su productividad.

#### *Aplicación de la matriz por objetivos OMAX*

Las fórmulas definidas de los indicadores, se utilizan dentro de la tabla de la Matriz de Objetivos OMAX, quedando como se muestra en la Tabla 6, así mismo se visualizan los datos que corresponden a la tabla inicial del primer levantamiento de datos para la evaluación de la productividad.

**Tabla 6.** Tabla inicial de la Matriz de Objetivos OMAX

Matriz de Objetivos OMAX						
Cantidad = (Número de unidades producidas) / (Horas trabajadas)	Calidad = (Número de defectos) / (Total de unidades producidas)	Puntualidad = (Número de entregas tardías) / (Número total de entregas)	Rendimiento = (Horas hombre) / (Unidades producidas)	Utilización = (Producción) / (Horas máquina)	Características de grupo = (Hrs. perdidas por ausencias irregulares) / (Total de hrs. posibles de trabajo)	Criterios de productividad
61.9	83.1	75	96.83	31.5	90.63	<b>Desempeño</b>
90	98	95	99	85	95	<b>10</b>
85.99	95.87	92.14	98.69	77.36	94.38	<b>9</b>
81.97	93.74	89.29	98.38	69.71	93.75	<b>8</b>
77.96	91.61	86.43	98.07	62.07	93.13	<b>7</b>
73.95	89.48	83.57	97.76	54.43	92.5	<b>6</b>
69.93	87.35	80.71	97.45	46.79	91.88	<b>5</b>
65.92	85.22	77.86	97.14	39.14	91.25	<b>4</b>
61.9	83.1	75	96.83	31.5	90.63	<b>3</b>
57.94	82.06	73.33	96.22	31	87.08	<b>2</b>
53.97	81.03	71.67	95.61	30.5	83.54	<b>1</b>
50	80	70	95	30	80	<b>0</b>
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Puntuación</b>
25%	25%	10%	5%	15%	20%	<b>Peso</b>
75	75	30	15	45	60	<b>Valor</b>

Anterior	Actual	Índice
-	300	

*Nota:* La tabla se define como inicial, dado que los valores del nivel 3 marcan la pauta del desempeño de la primera semana y los datos obtenidos de los demás niveles serán fijos para las tablas de las siguientes semanas evaluadas.

La tabla inicial no presenta el cálculo del índice de productividad, esta se reflejará en las siguientes matrices.

Con los datos obtenidos del desempeño durante el primer día, se determinó la asignación para las puntuaciones de 10 y 0 para cada indicador. Con esto se definen las metas deseadas, como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Puntuaciones Optimista y Pesimista para los niveles 10 y 0 respectivamente

Indicador	Nivel 10 (Optimista)	Nivel 0 (Pesimista)
$\frac{\text{Número de unidades producidas}}{\text{Horas trabajadas}}$	90	50
$\frac{\text{Número de defectos}}{\text{Total de unidades producidas}}$	98	80
$\frac{\text{Número de entregas tardías}}{\text{Número total de entregas}}$	95	70
$\frac{\text{Horas hombre}}{\text{Unidades producidas}}$	99	95
$\frac{\text{Producción}}{\text{Horas máquina}}$	85	30
$\frac{\text{Horas perdidas por ausencias irregulares}}{\text{Horas máquina}}$	95	80

*Nota:* Los valores están dados en porcentaje.

En la Figura 2, se describe la fórmula para el cálculo del índice de productividad por semana.

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{(\text{Desempeño del periodo actual} - \text{desempeño del periodo anterior})}{\text{Desempeño del periodo anterior}} * 100\%$$

**Figura 2.** Fórmula para el cálculo del índice de productividad

*Nota:* La fórmula es tomada de Sistemas de Producción Planeación, Análisis y Control (p.628), por J. L. Riggs, 2014, Limusa Wiley.

## RESULTADOS

El muestreo de trabajo se llevó a cabo con una longitud de estudio de una semana abarcado la jornada diaria de 9 horas. El número de muestras aplicados a los operarios fue de 100 observaciones de manera aleatoria.

Tanto las actividades productivas como las improductivas, se mencionaron en el apartado de metodología, indicando también que todas las actividades aplicaban para los 5 operarios bajo estudio.

En la Figura 3 se muestra el porcentaje de productividad e improductividad del operario 1, que desarrolla sus actividades en la retroexcavadora en las áreas de almacenamiento de materia prima y la tolva.



**Figura 3.** Proporción de productividad del operario 1

*Nota:* La actividad más productiva para el operario es la de Operando Maquinaria y la actividad más improductiva es la de Tiempo Muerto (descansos esporádicos, esperas).

En la Figura 4 se muestra el porcentaje de productividad e improductividad del operario 2, que desarrolla sus actividades en la Mezcladora.



**Figura 4.** Proporción de productividad del operario 2

*Nota:* La actividad más productiva para el operario es la de Operando Maquinaria y la actividad más improductiva es la de Tiempo Muerto (descansos esporádicos, esperas).

En la Figura 5 se muestra el porcentaje de productividad e improductividad del operario 3, que desarrolla sus actividades en la blockera.



**Figura 5.** Proporción de productividad del operario 3

*Nota:* La actividad más productiva para el operario es la de Operando Maquinaria y la actividad más improductiva es la de Tiempo Muerto (descansos esporádicos, esperas).

En la Figura 6 se muestra el porcentaje de productividad e improductividad del operario 4, que desarrolla sus actividades en la operación del montacargas.



**Figura 6.** Proporción de productividad del operario 4

*Nota:* La actividad más productiva para el operario es la de Operando Maquinaria y la actividad más improductiva es la de Tiempo Muerto (descansos esporádicos, esperas).

En la Figura 7 se muestra el porcentaje de productividad e improductividad del operario 5, que desarrolla sus actividades en la operación de cubado.



**Figura 7.** Proporción de productividad del operario 5

*Nota:* La actividad más productiva para el operario es la de Operando Maquinaria y la actividad más improductiva es la de Tiempo Muerto (descansos esporádicos, esperas).

Para la aplicación de la Matriz de Objetivos OMAX, se consideró una semana de estudio. Dado que la matriz inicial es la primera semana, los resultados para la segunda semana se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Matriz del segundo día de estudio.

Matriz de Objetivos OMAX							Criterios de productividad
Cantidad = (Número de unidades producidas / (Horas trabajadas))	Calidad = (Número de defectos) / (Total de unidades producidas)	Puntualidad = (Número de entregas tardías) / (Número total de entregas)	Rendimiento = (Horas hombre) / (Unidades producidas)	Utilización = (Producción) / (Horas máquina)	Características de grupo = (Hrs. perdidas por ausencias irregulares) / (Total de hrs. posibles de trabajo)	Desempeño	
78.84	88.76	100	98.24	56.7	89.79	10	
90	98	95	99	85	95	9	
85.99	95.87	92.14	98.69	77.36	95.12	8	
81.97	93.74	89.29	98.38	69.71	95.24	7	
77.96	91.61	86.43	98.07	62.07	95.36	6	
73.95	89.48	83.57	97.76	54.43	95.48	5	
69.93	87.35	80.71	97.45	46.79	95.6	4	
65.92	85.22	77.86	97.14	39.14	95.71	3	
61.9	83.1	75	96.83	31.5	90.63	2	
57.94	82.06	73.33	96.22	31	87.08	1	
53.97	81.03	71.67	95.61	30.5	83.54	0	
50	80	70	95	30	80	0	
7	6	10	8	6	3	Puntuación	
25%	25%	10%	5%	15%	20%	Peso	
175	150	100	40	90	60	Valor	

Anterior	Actual	Índice
300	615	105%

*Nota:* De acuerdo a los datos, el incremento de la productividad fue de un 105%. Los valores que se encuentran fuera y por encima de la puntuación 3, incrementan considerablemente.

En la Tabla 9, se muestran los valores del día 3. En esta tabla se puede ir observando, que el porcentaje de productividad aumenta en un 7.32% a comparación del día 2.

**Tabla 9.** Matriz del tercer día de estudio.

<b>Matriz de Objetivos OMAX</b>						
Cantidad = (Número de unidades producidas / (Horas trabajadas)	Calidad = (Número de defectos) / (Total de unidades producidas)	Puntualidad = (Número de entregas tardías) / (Número total de entregas)	Rendimiento = (Horas hombre) / (Unidades producidas)	Utilización = (Producción) / (Horas máquina)	Características de grupo = (Hrs. perdidas por ausencias irregulares) / (Total de hrs. posibles de trabajo)	Criterios de productividad
77.34	93.58	100	98.11	52.95	89.58	<b>Desempeño</b>
90	98	95	99	85	95	<b>10</b>
85.99	95.87	92.14	98.69	77.36	94.38	<b>9</b>
81.97	93.74	89.29	98.38	69.71	93.75	<b>8</b>
77.96	91.61	86.43	98.07	62.07	93.13	<b>7</b>
73.95	89.48	83.57	97.76	54.43	92.5	<b>6</b>
69.93	87.35	80.71	97.45	46.79	91.88	<b>5</b>
65.92	85.22	77.86	97.14	39.14	91.25	<b>4</b>
61.9	83.1	75	96.83	31.5	90.63	<b>3</b>
57.94	82.06	73.33	96.22	31	87.08	<b>2</b>
53.97	81.03	71.67	95.61	30.5	83.54	<b>1</b>
50	80	70	95	30	80	<b>0</b>
<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>Puntuación</b>
25%	25%	10%	5%	15%	20%	<b>Peso</b>
175	200	100	35	90	60	<b>Valor</b>
<b>Anterior</b>	<b>Actual</b>	<b>Índice</b>				
615	660	7.32%				

En la Tabla 10, se muestran los valores del día 4. En esta tabla se puede ir observando, que el porcentaje de productividad aumenta en un 2.27% en comparación del día 3.

**Tabla 10.** Matriz del cuarto día de estudio.

Matriz de Objetivos OMAX						
Cantidad = (Número de unidades producidas / (Horas trabajadas))	Calidad = (Número de defectos) / (Total de unidades producidas)	Puntualidad = (Número de entregas tardías) / (Número total de entregas)	Rendimiento = (Horas hombre) / (Unidades producidas)	Utilización = (Producción) / (Horas máquina)	Características de grupo = (Hrs. perdidas por ausencias irregulares) / (Total de hrs. posibles de trabajo)	Criterios de productividad
77.84	94.6	80	98.15	54.15	89.58	<b>Desempeño</b>
90	98	95	99	85	95	<b>10</b>
85.99	95.87	92.14	98.69	77.36	94.38	<b>9</b>
81.97	93.74	89.29	98.38	69.71	93.75	<b>8</b>
77.96	91.61	86.43	98.07	62.07	93.13	<b>7</b>
73.95	89.48	83.57	97.76	54.43	92.5	<b>6</b>
69.93	87.35	80.71	97.45	46.79	91.88	<b>5</b>
65.92	85.22	77.86	97.14	39.14	91.25	<b>4</b>
61.9	83.1	75	96.83	31.5	90.63	<b>3</b>
57.94	82.06	73.33	96.22	31	87.08	<b>2</b>
53.97	81.03	71.67	95.61	30.5	83.54	<b>1</b>
50	80	70	95	30	80	<b>0</b>

7	9	5	7	6	5	Puntuación
25%	25%	10%	5%	15%	20%	<b>Peso</b>
175	225	50	35	90	100	<b>Valor</b>

Anterior	Actual	Indice
660	675	2.27%

Nota: Podría visualizarse que la productividad disminuyo, pero en realidad el aumento es de 2.27% del día tres al día cuatro

En la Tabla 11, se muestran los valores del día 5. En esta tabla se puede observar que hubo un ligero decremento de la productividad de un -0.74% del día 4 al día 5.

**Tabla 11.** Matriz del quinto día de estudio.

Matriz de Objetivos OMAX						
Cantidad = (Número de unidades producidas / (Horas trabajadas))	Calidad = (Número de defectos) / (Total de unidades producidas)	Puntualidad = (Número de entregas tardías) / (Número total de entregas)	Rendimiento = (Horas hombre) / (Unidades producidas)	Utilización = (Producción) / (Horas máquina)	Características de grupo = (Hrs. perdidas por ausencias irregulares) / (Total de hrs. posibles de trabajo)	Criterios de productividad
82.68	91.31	87.5	98.56	69.3	90	<b>Desempeño</b>
90	98	95	99	85	95	<b>10</b>
85.99	95.87	92.14	98.69	77.36	94.38	<b>9</b>
81.97	93.74	89.29	98.38	69.71	93.75	<b>8</b>
77.96	91.61	86.43	98.07	62.07	93.13	<b>7</b>
73.95	89.48	83.57	97.76	54.43	92.5	<b>6</b>
69.93	87.35	80.71	97.45	46.79	91.88	<b>5</b>
65.92	85.22	77.86	97.14	39.14	91.25	<b>4</b>
61.9	83.1	75	96.83	31.5	90.63	<b>3</b>
57.94	82.06	73.33	96.22	31	87.08	<b>2</b>
53.97	81.03	71.67	95.61	30.5	83.54	<b>1</b>
50	80	70	95	30	80	<b>0</b>

8	7	7	9	8	3	Puntuación
25%	25%	10%	5%	15%	20%	<b>Peso</b>
200	175	70	45	120	60	<b>Valor</b>

Anterior	Actual	Indice
675	670	-0.74%

## DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados, es fácil entender que la problemática de la improductividad en general versa en la información arrojada por el estudio del muestreo de trabajo, demostrando que la actividad más improductiva es la de Tiempos Muertos, actividades que suelen ser provocados por los mismos operarios. Después de aplicar la Matriz de Objetivos OMAX, se identifica que el criterio de Características de Grupo confirma la continua improductividad, sin embargo, aplicando herramientas como el Diagrama de Ishikawa, se puede diagnosticar las posibles causas potenciales que provoquen la improductividad, como se muestra en la Figura 8.



**Figura 8.** Aplicación del Diagrama de Ishikawa en la empresa bajo estudio.

*Nota:* Con el diagrama se identificó que la causa potencial de la improductividad es generada por los paros de las máquinas y equipos.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegó en esta investigación son las que se describen a continuación

- De acuerdo al estudio del muestreo de trabajo, se deben buscar las estrategias de mejora en los tiempos muertos, que es la actividad improductiva donde los operarios son más recurrentes. Este tipo de

actividades son las principales que no agregan valor al trabajo. Se habla en general de que el operativo es irresponsable en el cumplimiento de horarios, los breves ratos de descanso pueden administrarse y no dejar que los mismos operarios definan a qué hora regresar a sus labores.

- La Matriz por Objetivos OMAX refuerza el análisis de la improductividad con los tiempos muertos en el criterio de Características de Grupo, donde se evidencia en cada una de las tablas, que el indicador no se aleja demasiado de la puntuación 3, por lo que se debe considerar como área de oportunidad, así mismo proponer estrategias para la mejora de los demás indicadores.
- Cuando existe la necesidad de realizar los cambios requeridos para piezas específicas, es necesario aplicar herramientas como el SMED, para estandarizar el tiempo de preparación cuando se dan los cambios del diseño.
- Aplicando herramientas como el AMEF, se pueden identificar los fallos potenciales de las máquinas y los equipos y posteriormente, implementar planes de mantenimiento autónomos y preventivos.

Por último, es indispensable la capacitación hacia los operarios sobre herramientas de organización. La implementación de las 5S's puede ser un comienzo para la mejora continua, así mismo, no debe dejarse de lado el área administrativa, ya que es parte de la empresa.

## Referencias Bibliográficas

- Aliafari, N., Ragil, S., M. y Mazida R., N. (2019). Productivity Analysis on Batik Production Line Using Objective Matrix (OMAX) Method. *Industrial Engineering & Management Systems*, 18(4), 726-734. <https://doi.org/10.7232/iems.2019.18.4.726>
- Balkan, D. (2011). Enterprise productivity measurement in services by OMAX (Objectives Matrix) method and an application with Turkish emergency service. *Reser Conference, Productivity of Services Next Gen Beyond Output/Input*. Hamburg (pp. 1-13).
- Basumerda, C., Rahmi, U. y Sulistio, J. (2019). Warehouse server productivity analysis with objective matrix (OMAX) method in passenger boarding bridge enterprise. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. doi:10.1088/1757-899X/673/1/012106
- Escalante, L. A., y González, Z. J. (2016). *Ingeniería industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Alfaomega.
- Freivalds, A. y Niebel, B., W. (2013). *Ingeniería Industrial de Niebel métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGrawHill.
- González, S., M., Calderón, P., L. y Solís, J., M. (2018). Implementación del modelo Balanced ScoreCard (BSC) para la medición y evaluación de la productividad. *Revista de Negocios &PyMES*, 4(11), 23-36.
- Hamidah, N., H., Deoranto, P., Astuti, R. (2013). Productivity Analysis Using Objective Matrix (OMAX) Method: Case Study On The Production Departement Of Sari Roti PT Nippon Indosari Corpindo, Tbk Pasuruan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(3), 215-222.
- Hana Catur, W., S. (2017). Implementasi Metode Objective Matrix (OMAX) Untuk Pengukuran Produktivitas Pada PT.ABC. *Prozima*, 1(1), 17- 21. doi: 10.21070/prozima.v1i1.702
- Lopez, H., J. (2013). +Productividad. Palibrio LLC
- Priyanto, M. (2015). Measurement of performance using objective matrix. En Saha, S., Zhang, Y., Yazdani, S., and Singh, A. (Ed.), *Implementing Innovative Ideas in Structural Engineering and Project Management* (1053-1058). ISEC Press.
- Riggs, J. (2012). *Sistemas de Producción Planeación, Análisis y Control*. Limusa.
- Torrealba, D., J., L. y Hernández, A., A. (2007). Matriz de medición de desempeño para la función de producción. *Scientia et Technica*, 8(35), 363-368.

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA EN UNA PLANTA DE FUNDICIÓN

AGUSTÍN GONZÁLEZ MARTÍNEZ<sup>1</sup>, ISRAEL BECERRIL ROSALES<sup>2</sup>

## RESUMEN

En la actualidad es indispensable que las empresas cuenten con un apropiado plan de mantenimiento que les permita conservar sus equipos, herramientas e instalaciones en las mejores condiciones de funcionamiento. Con el paso del tiempo esto ha ido adquiriendo una gran importancia ya que tener equipos en buen funcionamiento representa mejor producción, programación de actividades más específicas y buen funcionamiento del mismo. El mantenimiento preventivo garantiza la calidad de los productos fabricados de forma rápida y efectiva, es una forma de inversión a corto y largo plazo que nos evita gastos innecesarios, así como reparación o daño total del equipo, todo esto se refleja dentro de la eficiencia de la máquina y en la productividad.

La ventaja de implantar sistemas de mantenimiento junto con OEE para conocer la eficiencia, es que nos permitirán visualizar el comportamiento de la disponibilidad, rendimiento y la calidad de la maquinaria y la producción, así también como la identificación de la causa de los tiempos muertos que se generan durante el proceso y poder tomar acciones correctivas del mismo para poder eliminar esos tiempos muertos y ser más productivos.

**Palabras clave:** Eficiencia, Mantenimiento preventivo, Productividad, OEE

---

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. agustin-g@live.com.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. israel.becerril@tesjo.edu.mx

## **ABSTRACT**

Currently it is essential that companies have an appropriate maintenance plan that allows them to keep their equipment, tools and facilities in the best operating conditions. With the passage of time this has been acquiring a great importance since having equipment in good operation represents better production, programming of more specific activities and good functioning of it. Preventive maintenance guarantees the quality of the products manufactured quickly and effectively, it is a form of short and long term investment that avoids unnecessary expenses, as well as repair or total damage of the equipment, all this is reflected within the efficiency of the machine and in productivity.

The advantage of implementing maintenance systems together with OEE to know the efficiency, is that they will allow us to visualize the behavior of the availability, performance and quality of the machinery and production, as well as the identification of the cause of the downtime that They are generated during the process and can take corrective actions to eliminate those dead times and be more productive.

## **INTRODUCCIÓN**

### **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es una técnica científica del trabajo industrial, que en especial está dirigida al soporte de las actividades de producción y en general a todas las instalaciones empresarias (Orozco, 2016)

El mantenimiento preventivo es, además, aquel que incluye las siguientes actividades:

- Inspección periódica de activos y del equipo de la planta (figura 4), para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, o depreciación perjudicial.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aun en una etapa incipiente.

## **Ventajas del mantenimiento preventivo**

- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
- Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
- Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
- Habrá menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital y aumenta la vida útil de los existentes.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
- Cumplimiento con los cupos y plazos de producción comprometida.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento.
- Conocer los índices- de productividad por sector.
- Accionar armónico del servicio de mantenimiento para atender la producción.

## **Funciones del mantenimiento:**

- Planear, desarrollar y ejecutar los programas de mantenimiento para la maquinaria ya existente.
- Decidir por la reposición y/o modernización de los equipos actuales y llevarlas a cabo si es necesaria.
- Seleccionar el personal adecuado para llevar a cabo estas funciones
- Solicitar herramientas y repuestos.
- Implementar programas y darlos a conocer al personal encargado del área de mantenimiento, con el fin de realizar evaluaciones periódicas.
- Crear los mecanismos de control para el seguimiento del desarrollo de las funciones de mantenimiento (Neto, 2008)

## **Tipos de mantenimiento**

- **Mantenimiento correctivo:** Es el mantenimiento que se ejecuta después de ocurrida una falla en determinada máquina, por lo que se debe realizar de manera urgente. El personal encargado de avisar de las fallas es el propio

usuario de la máquina y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento. El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

- **Mantenimiento preventivo:** Es un tipo de mantenimiento, que busca principalmente la detección y prevención de fallas en el funcionamiento de las máquinas y equipos de una empresa, antes que estas ocurran. Esto se hace por medio de inspecciones periódicas y cambio de elementos en malas condiciones o dañados. Se basa principalmente en la confiabilidad de la maquinaria y equipo.

El origen de este tipo de mantenimiento surgió analizando estadísticamente la vida útil de los equipos y sus elementos mecánicos y efectuando su mantenimiento basándose en la sustitución periódica de elementos independientemente del estado o condición de deterioro y desgaste de estos. Su gran limitación es el grado de incertidumbre a la hora de definir el instante de la sustitución del elemento.

- **Mantenimiento predictivo:** Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a ésta o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

El mantenimiento predictivo abarca un conjunto de técnicas de inspección, análisis y diagnóstico, organización y planificación de intervenciones que no afectan al servicio del equipo, y que tratan de ajustar al máximo la vida útil del elemento en servicio al momento planificado para la intervención. El mantenimiento predictivo podría incluirse en el mantenimiento preventivo entendiéndose este último en un sentido amplio (Bravo, 2005)

- **Mantenimiento Productivo Total (TPM):** Este sistema caracterizado por las siglas TPM (total productive maintenance), coloca a todos los integrantes de la organización, en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes. Centra entonces el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual

se asignan tareas de mantenimiento a ser realizadas en pequeños grupos, mediante una conducción motivadora. El TPM se explica por:

- ✓ Efectividad total a efectos de obtener la rentabilidad adecuada, teniendo en cuenta que ésta hace referencia a la producción, a la calidad, al costo, al tiempo de entrega, a la moral, a la seguridad, a la salubridad y al ambiente.
- ✓ Sistema de mantenimiento total consistente en la prevención del mantenimiento (diseño libre de mantenimiento al cual ya nos hemos referido) y en la mejora de la mantenibilidad.
- ✓ Intervención autónoma del personal en tareas de mantenimiento.
- ✓ Mejoramiento permanente de los procesos al mejorar el mantenimiento.

Una vez que los empleados se encuentran bien entrenados y capacitados, se espera que se ocupen de las reparaciones básicas, de la limpieza del equipo a su cargo, de la lubricación (cambios de aceites y engrases), ajustes de piezas mecánicas, de la inspección y detección diaria de hechos anormales en el funcionamiento del equipo. Para ello, es necesario que hayan comprendido la forma de funcionamiento del equipo y puedan detectar las señales que anuncian sobre la proximidad de llegada de las fallas.

### **Programación del Mantenimiento**

Se le llama Programación del Mantenimiento Preventivo, al proceso de correlación de los códigos de los equipos con la periodicidad, cronogramas de ejecución de las actividades programadas, instrucciones de mantenimiento, datos de medición, códigos de material y cualquier otro dato, juzgado por el usuario como necesario para actuar preventivamente en los equipos. Según (Hernández, 2005) las principales actividades son:

- Programación de actividades del día a día, normalmente vinculadas a órdenes de trabajo para reparaciones o PPM's. Estos programas incluyen algunas decenas de tareas, que se deberán realizar periódicamente. Habitualmente las tareas no tienen precedencias ni restricciones importantes, salvo la disponibilidad de recursos. Estos programas son habitualmente preparados y actualizados por el programador de mantenimiento.

- Programación de una actividad, que por su complejidad requiere de una apertura en muchas tareas de diversas disciplinas y recursos no solo humanos sino también materiales, máquinas y equipos auxiliares
- Programación de paradas programadas de planta. Estos programas suman una gran cantidad de los dos tipos de programas mencionados anteriormente y se agrega además, tareas de proyectos de modificaciones destinadas a la ampliación de capacidad productiva o mejoras tecnológicas, entre otras

### **Factores que influyen dentro de implementación de los sistemas de mantenimiento preventivo**

La selección de un tipo de mantenimiento en una empresa, depende de las condiciones internas de ésta, su objeto social, equipos utilizados en el desarrollo de sus actividades, infraestructura física, personal disponible y el alcance que pretende lograr.

El plan de mantenimiento de una empresa, debe tener en cuenta ciertos factores importantes al momento de la aparición de fallas en los equipos, dichos factores son:

- Factores operacionales: La falla ocasiona retrasos en la producción o en la prestación de un servicio, conllevando a una disminución de la productividad e incumplimientos a los clientes.
- Factores de costos: Están íntimamente ligados a las fallas, ya que la reparación de éstas conlleva a gastos innecesarios y generalmente elevados.
- Factores de seguridad: Cuando la falla afecta la integridad del personal.
- Factores ambientales: El afectado aquí es el medio ambiente, ya sea por altos niveles de ruido, olores desagradables, contaminación del aire, entre otros., afectando de igual manera al personal que allí labore (Hernández, 2005)

### **Actividades de un programa de mantenimiento preventivo (Ainu ,2008)**

- Actividades de inspección: Se realiza para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria. Es una medida preventiva propia del mantenimiento, se realiza a intervalos prefijados con diferentes unidades de medida: hora, días hábiles, número de piezas producidas, entre otras.

- **Actividades de conservación:** Son las actividades que contribuyen a minimizar el diferencial entre el estado teórico y el estado real para mantener la capacidad de funcionamiento y disminuir la frecuencia de los daños y fallas.
- **Actividades de reparación:** Se efectúa cuando las condiciones lo ameritan para restaurar el estado teórico. Se divide en reparación planificada y no planificada. La primera se efectúa rápida y racionalmente por su propia naturaleza; y la segunda se realiza cuando se presenta una falla repentina.
- **Actividades de cambio:** Consiste en la sustitución de un elemento que haya cumplido su ciclo de vida útil.
- **Actividades de modificación:** Alteración y/o construcción original del equipo para eliminar fallas recurrentes o para aumentar la capacidad y seguridad de la misma.
- **Actividades de instalación:** Montaje de elementos y traslados de servicios de los puestos de trabajo.

### **Eficiencia general de los equipos (OEE)**

La OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación. La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual. Finalmente, la OEE es la métrica para cumplimentar los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000:2000. Es una herramienta que combina múltiples aspectos de la producción y puntos de referencia para proporcionar información sobre el proceso.

### **Clasificación OEE**

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción (tabla 1), o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia

**Tabla 1.** Niveles de aceptabilidad del OEE

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

### FORMULAS PARA EL CÁLCULO DEL OEE

$(OVERAL\ EQUIPMENT\ EFFICIENCY) = DISPONIBILIDAD * RENDIMIENTO * CALIDAD$

#### Ecuación 1

$$DISPONIBILIDAD = \frac{TIEMPO\ OPTIMO - TIEMPO\ MUERTO}{TIEMPO\ OPTIMO}$$

#### Ecuación 2

$$RENDIMIENTO\ DEL\ EQUIPO = \frac{PIEZAS\ PRODUCIDAS(TIEMPO\ CICLO)}{TIEMPO\ OPTIMO}$$

#### Ecuación 3

$$CALIDAD = \frac{PRODUCCIÓN\ TOTAL}{PIEZAS\ PRODUCIDAS}$$

### DESARROLLO

Se realizó un inventario de la maquinaria dentro de la planta que sería lo primordial para poder realizar los sistemas de mantenimiento preventivo y saber cuál es el equipo o maquinaria que sigue en servicio. Se etiquetó máquina por máquina para conocer su existencia dentro de la planta y que esto será el código con el cual se dará a conocer en los sistemas de mantenimiento preventivo. Con base a la realización del inventario de la maquinaria dentro de la planta y el área de interés que es moldeo de carcazas, se realizaron los sistemas de mantenimiento preventivo y programación de actividades del mantenimiento anual y mensualmente a la maquinaria para la implantación de la misma así como las acciones correctivas. Estos se realizaron junto con el equipo de operadores de mantenimiento de

fundición y galvanizado a los que se les iba solicitando las actividades que realizaban durante el mantenimiento por averías desajustes etc. que se le realizaba a cada equipo y cada cuando se realizaba.

### **Identificación de equipos para la aplicación de OEE**

Se aplicará el método del OEE a las dos moldeadoras que se encuentran dentro del área de moldeo de carcazas las cuales serían el inicio de la producción de moldes para carcazas y que tienen importancia dentro de la producción, y que da paso a los demás procesos como vaciado, desmoldeo, área de perforación y pintado y barnizado con el fin de conocer su eficiencia actual y notar la diferencia después de la implantación (figura 1).

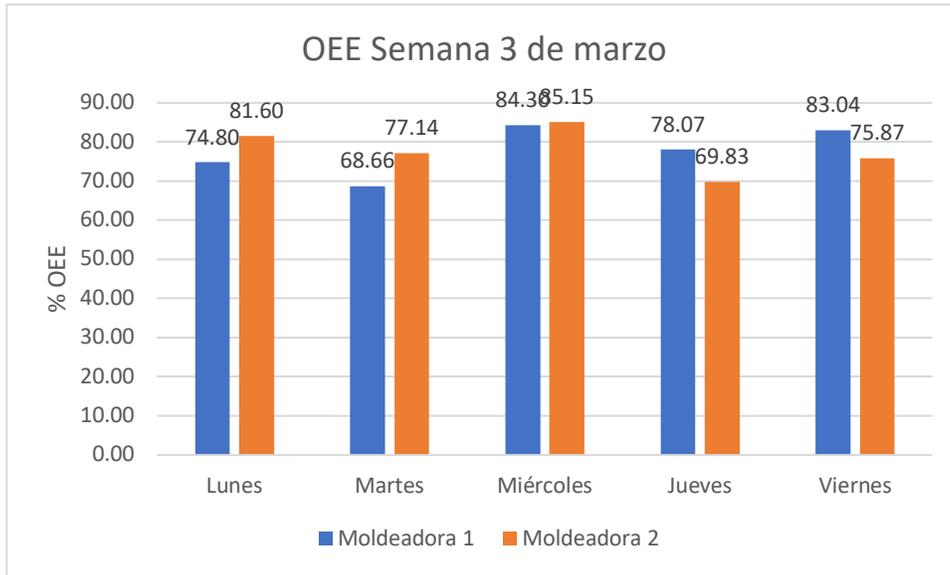


**Figura 1.** Moldeadoras Osborn

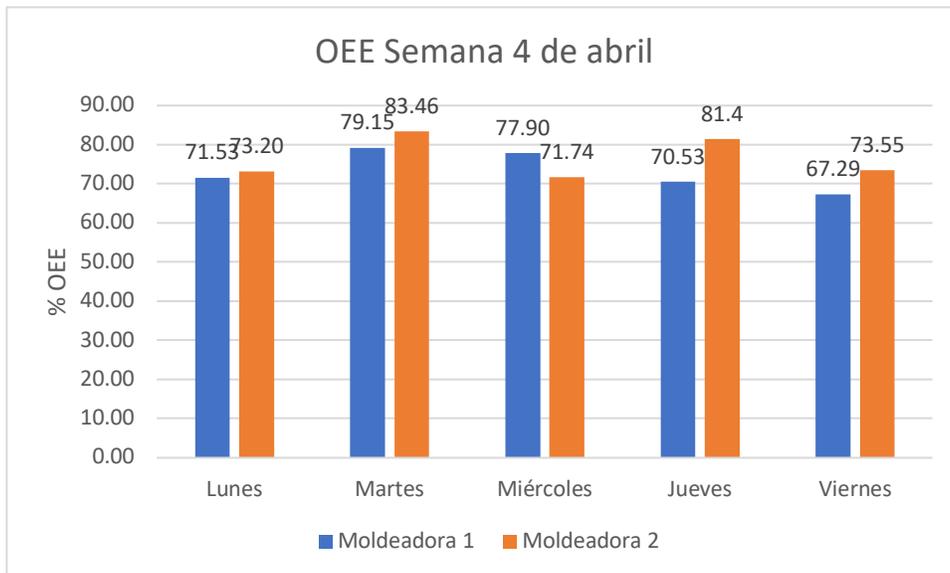
### **Realización de pruebas en el área durante marzo y junio**

Se empezaron a realizar las primeras pruebas en el turno que empieza de 6:00 am a 15:00 pm a dos máquinas las cuales son las moldeadoras y que tienen una gran importancia dentro del proceso productivo de la planta y moldeo de carcazas, en los cuales los dos formatos permiten tener el registro de todas las acciones que se van generando durante el proceso del mismo esto se realizó en la tercer semana de marzo y en la cuarta semana de abril, obteniendo los resultados presentados en la gráfica 1 y 2.

**Gráfica 1. OEE de la tercera semana de marzo**



**Gráfica 2. OEE de la cuarta semana de abril**

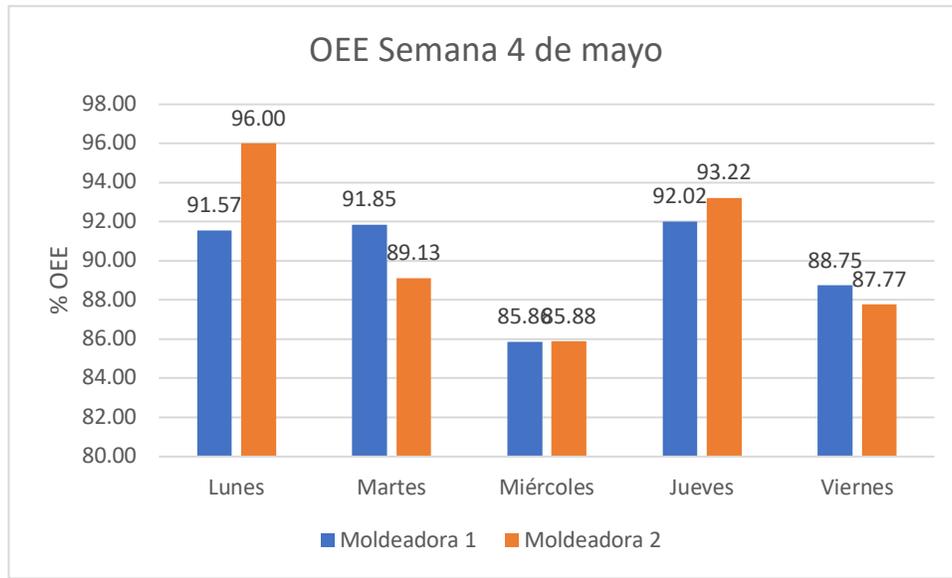


Se encontró durante la tercera semana de marzo una **eficiencia promedio del 77.85%** ya que en este interfirieron acciones como el mantenimiento, entre otras. En la cuarta semana de abril se obtuvo una **eficiencia del 74.98%**, la cual sigue teniendo una **calificación Aceptable** de acuerdo con los criterios del OEE y a la meta a alcanzar por parte de la empresa, aunque como se observa en la grafica 1 y 2 hay días en que la **calificación es Regular** de acuerdo con la clasificación de la Tabla 1.

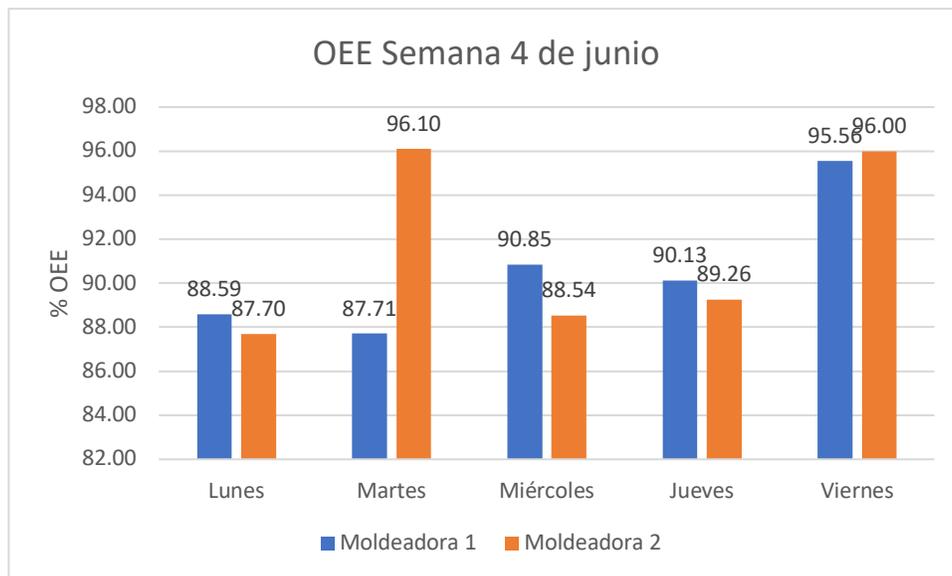
### Análisis de resultados después de la implantación

Se realizaron las pruebas después de la implantación del mantenimiento preventivo en la cuarta semana de mayo y de junio, en las cuales se pudo notar que el nivel de eficiencia aumento de manera significativa, como se muestra en la gráfica 3 y 4.

**Gráfica 3.** OEE de la cuarta semana de mayo



**Grafica 4.** OEE de la cuarta semana de junio



Con la implantación de los sistemas de mantenimiento preventivo y la supervisión de acciones correctivas dentro del proceso se obtuvo un **OEE del 90.21% para el mes de mayo**, como se muestra en la tabla 2, lo que lo pone en un calificativo bueno de acuerdo con la tabla 1.

Máquina	OEE promedio	OEE mes de mayo
Moldeadora 1	90.01	<b>90.21</b>
Moldeadora 2	90.40	

**Tabla 2.** Nivel de OEE en mayo

Con la implantación y una supervisión más adecuada se logra mantener el **OEE en el mes de junio y ya se encuentra estable, quedando en 91.04% (Tabla 3)**, lo que la sigue manteniendo con el calificativo bueno de acuerdo con la tabla 1.

Máquina	OEE promedio	OEE mes de junio
Moldeadora 1	90.57	<b>91.04</b>
Moldeadora 2	91.52	

**Tabla 3.** Nivel de OEE en junio

Se visualizan los tiempos en realización del molde, producción por turno y lo que se produce en una hora, antes se producían 70 piezas por turno con un tiempo de moldeo de 6.48 min y ahora se producen de 83 a 89 piezas por turno con un tiempo de moldeo de 5.32 minutos entre otros, por lo que se vuelve un proceso más productivo muy eficiente, ya que no solo se producen más piezas, sino que se producen en un menor tiempo.

### **Resultados de la implantación del OEE durante periodo marzo–junio**

Con la implantación de los sistemas de mantenimiento preventivo y acciones correctivas de marzo a junio se aumentó un 13.19% el OEE en las moldeadoras, esto beneficio a la planta con la programación de actividades de mantenimiento preventivo más estable y así se eliminaron los tiempos no productivos que se generaban, la falta de arena y la disponibilidad de equipo de trabajo para la elaboración de los moldes, mismas que afectaban el rendimiento del equipo.

Después de la implementación de los sistemas de mantenimiento preventivo y acciones correctivas se muestra en la gráfica 5 la mejora del OEE, donde se puede observar que se paso de un calificativo Regular-Aceptable a Bueno, dejando de ocasionar perdidas económicas y propiciándola ahora en valores de Clase Mundial.

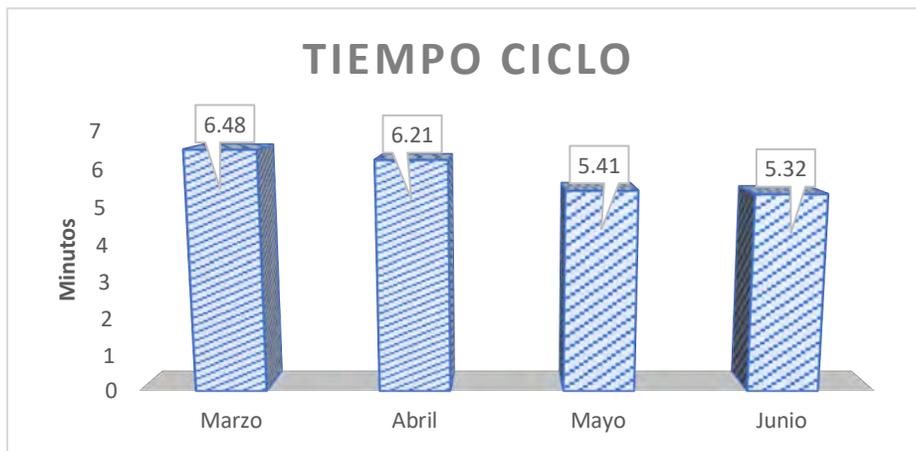
**Grafica 5. Resultados del OEE**



**Tiempos de moldeo y producción diaria antes y después de la implantación de los sistemas de mantenimiento preventivo y acciones correctivas**

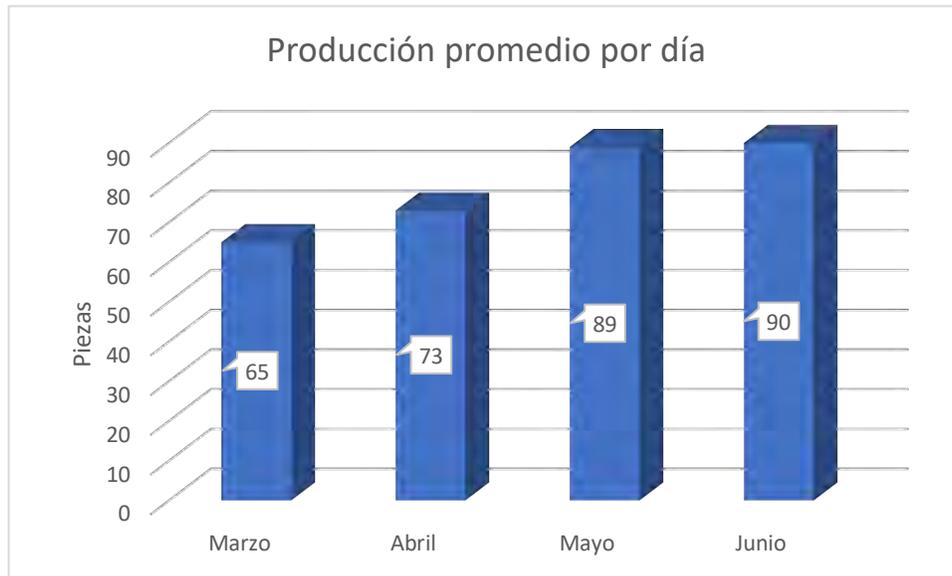
Después de la implantación de los sistemas de mantenimiento preventivo y acciones de mejora se observó que esto impactó a la elaboración de moldes para carcaza de lámpara, ya que el tiempo de elaboración se redujo y permitió que estos minimizaran el tiempo de elaboración, ya que el personal disponía con el equipo de trabajo entre otras cosas (palas, moldes etc.) para laborar y la participación de los operarios para el cambio de trabajo y reducir la fatiga en los operarios, esto se redujo de 6.48 minutos a 5.32 minutos después de la implantación, lo que representa un 17.90%, tal como se muestra en la gráfica 6.

**Gráfica 6. Tiempo ciclo de moldeo de carcaza**



Así también como en el aumento de la producción que se elevó después de la implantación como se visualiza en la grafica 7, lo que representa un 38% mas de producción de marzo a junio y con un tiempo ciclo menor.

**Gráfica 7.** Producción de carcaza



## CONCLUSIÓN

El OEE es una herramienta de fácil manejo ya que es entendible para los operarios, así también como su interpretación para los mismos, este permite visualizar el índice de eficiencia en el que está trabajando la planta o área de producción ya que interactúa de forma directa con la producción y tiempo teórico en el que se debe de estar trabajando, con la implementación se pudieron detectar de manera más rápida los tiempos improductivos dentro del proceso y poder tomar acciones correctivas eficientes.

El OEE es un indicador confiable debido a que su cálculo no puede ser alterado y que al realizarlo solo se está generando la pérdida de calidad en el producto, ya que al tener las piezas generadas por día teóricas se tiene que producir la misma cantidad y que se reflejarían en los puntos que abarca el OEE tales como la disponibilidad del equipo, rendimiento del equipo y calidad y que al alterarlo solo se está generando el retraso en la mejora del proceso.

Después de la implantación de los sistemas de mantenimiento preventivo y acciones correctivas, la productividad aumento ya que se eliminaron los factores que causaban tiempos muertos dentro del proceso, esto se aumentó de 65 piezas por día a 90 piezas por día, lo que representa un 38% más y en un menor tiempo. Esta disminución de tiempo se reflejó a lo hora de moldear, ya que anteriormente se realizaban en un tiempo de 6.48 minutos por molde y que en la actualidad se realizan en 5.32 minutos, teniendo una reducción del tiempo ciclo del 17.90%, ello gracias a la disponibilidad de la maquinaria con la implementación que se realizó del sistema de mantenimiento preventivo en ambas moldeadoras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carolina altmann macchio. (2008). la efectividad de las actividades de mantenimiento. querétaro av morelos: porrúa.
- J. Guadalupe Ggonzález Guajardo. (18 de enero del 2009). efectividad de planta. oee. servicios de ingeniería y mantenimiento autónomo, 1, 60.
- Maledis Raquel Becerra Guzman. (3 de septiembre del 2017). diseño e implementacion de un programa de mantenimiento preventivo. infraestructura de los hermanos garcia, 1, 80.
- Orozco Álzate. (2016). mantenimiento preventivo. 6 de junio del 20017, de bdigital sitio web: [www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163\\_-\\_2\\_capi\\_1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_capi_1.pdf)
- Molina, J. mantenimiento y seguridad industrial. <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml> citado el 15 de enero de 2010
- Oscar Carrasco a.. (2008). la evolución de oee (overall equipment efficiency). enero 2017, de aseima sitio web: aseima
- Peter Belohlavek. (2001). oee (overall equipment efficiency). alemania: sin editorial. pag 257.
- [http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/efectividad\\_actividades\\_mantenimiento.pdf](http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/efectividad_actividades_mantenimiento.pdf)
- <http://revistas.unam.mx/index.php/cys/article/view/2770>

## **SISTEMAS COMPUTACIONALES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN ESTUDIO DE CASO (RIDR)**

ANGELITA VENTURA SÁNCHEZ<sup>1</sup>, MAURY DEL VALLE HERNÁNDEZ<sup>2</sup>, PATRICIA GUADALUPE MORA  
NEGRETE<sup>3</sup>, FERNANDO RÍOS MARTÍNEZ<sup>4</sup>, MICHELLE GRAJALES ANZURES<sup>5</sup>

### **RESUMEN**

El inventario dentro de toda empresa es pieza fundamental para su crecimiento, sobre todo para las que se dedican a la venta de productos, tal es el caso de la empresa Moto Refacciones Cuitláhuac S.A. de C.V., quien a su vez, realiza reparación de motos, por lo que mantener un inventario controlado le permitirá garantizar la demanda de productos, mejorando la calidad en el servicio y competir dentro del mercado. Debido al proceso que se realiza actualmente en la empresa, se propuso como necesario, contar con un sistema de gestión de inventario, que permita llevar un control continuo y actualizado del inventario, pedidos, ventas de refacciones, además de reducir tiempo, mejorar la toma de decisiones y precisión en las actividades del inventario. Con base a las premisas expuestas, para el desarrollo del sistema, se decide utilizar la metodología XP o programación extrema, dado que se centrada en fomentar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en el desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo y el aprendizaje de los desarrolladores. Además de retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y audacia para enfrentar los cambios.

---

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.  
angelita.ventura@itstb.edu.mx

2 Consultor independiente. mau201127@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.  
patricia.mora@itstb.edu.mx

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.  
fernando.rios@itstb.edu.mx

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.  
michelle.grajalez@itstb.edu.mx

**Palabras clave:** Sistema de gestión de inventario, Metodología XP, Desarrollo de software.

#### **ABSTRACT**

The Inventory inside of any company is such a fundamental part for its correct development, mainly for the companies that work directly selling products, as is the position of Moto Refacciones Cuitláhuac S.A. de C.V. Company, which also are dedicated to motorcycle repairs, so keeping and carrying total control of their inventory will guarantee a high products demand, improving the service quality and the market competition. Due to the current process carried out in the company, it was proposed to implement an Inventory Management System able to manage and take a continuous control of the company, updating the inventory, sales and orders reducing the time and raising the quality of decision making. Based on the proposal exposed, the decision of using XP Methodology or extreme programming is made. This methodology is focused on increasing interpersonal relationships and communication as the key to achieve a Software development in a successfully way, supporting a teamwork environment and the learning between co-workers. Besides continuous feedback for the customers and development team, excellent communication within participants, simplicity in the implemented solutions and audacity to facing the constant change.

**Keywords:** Inventory Management System, XP Methodology, Software development.

#### **INTRODUCCIÓN**

Con el creciente desarrollo tecnológico se ha ido transformando la forma en como las empresas realizan sus procesos, adaptando su modelo de negocio a una economía global, mejorando la productividad, reduciendo costos, mejorando la toma de decisiones, así como la optimización de sus procesos, siendo el inventario uno de los procesos fundamentales en todas las empresas, sobre todo en aquellas que se dedican a la venta de refacciones o requieren de piezas constantemente para realizar las reparaciones; de ahí que esta investigación se basa en el desarrollo de un sistema de gestión que permita reducir el tiempo, la toma de decisiones y

precisión en las actividades, en el manejo de inventarios de la empresa Moto Refacciones Cuitláhuac S.A. de C.V.

Por su parte la ingeniería del software aplica métodos y técnicas que permiten desarrollar y mantener sistemas de calidad, que resuelven problemas de todo tipo, por lo que para el desarrollo del proyecto se utilizará como metodología de desarrollo XP, debido a que se adapta a los cambios de requisitos en cualquier punto de la vida del proyecto en una aproximación mejor y más realista que intentar definir todos los requisitos al comienzo del proyecto e invertir esfuerzos después en controlar los cambios en los requisitos. Desarrollando como propone XP, se obtienen rápidamente resultados. Al trabajar con pequeñas iteraciones, se puede obtener con frecuencia comentarios del cliente, lo que tiene como resultado que el producto final cubra ampliamente sus expectativas y necesidades. Como en otros métodos ágiles, la forma de crear el producto será de forma incremental con todas las ventajas que ya hemos comentado que esto supone. (Álvarez, Herrera y Lasa, 2012, p. 49).

La creación del sistema se desarrolla en lenguaje de programación JAVA, en la parte del servidor utilizando phpMyAdmin, para la creación de base de datos y el almacenamiento de estos, y como entorno de desarrollo se ha maneja NetBeans. Se abordan las razones por las que se implementa un software que cumpla con los requerimientos y necesidad del negocio, se describe los antecedentes y la situación en que se encuentra actualmente el inventario de la empresa moto refacciones, surgiendo la necesidad de analizar las distintas problemáticas que se plantean en la gestión de inventarios. En la metodología se describe el proceso que se debe seguir para desarrollar la solución propuesta, en la cual se involucran las fases de planificación, análisis, diseño, construcción e implementación del sistema de gestión.

Finalmente una vez implementado el sistema de gestión de inventarios en la empresa Moto Refacciones, se procederá a medir los criterios establecidos obtener las conclusiones y recomendaciones.

## DESARROLLO

Según Aurelia Valiño menciona que: "La gestión puede definirse en términos de procesamiento de información, dividido entre reunir información, transmitirla, analizarla, almacenarla, liberarla y finalmente emplearla en la toma de decisiones, el control y la evaluación". (Castro, 2016). Desde esta perspectiva, la empresa Moto Refacciones Cuitláhuac S.A de C.V., tiene inquietud del manejo de control hacia el inventario. La empresa depende directamente de la buena gestión que se haga en cada eslabón de la cadena de abastecimiento y de la publicidad que se tenga de cada uno de los productos. Sin embargo, se reconoce que la forma en cómo se realiza actualmente, no cumple con los requerimientos necesarios para este objetivo, dado que se presentan algunos problemas como el retraso en el tiempo de solicitud de ventas y compras, costos altos para traer inventario de emergencia, falta de formatos para realizar la solicitud de materiales, proceso lento a la hora de agregar productos, así como en fallas humanas en la toma de decisiones errónea o equivocaciones de lo que realmente se requiere en el inventario, con base a lo anterior surge la idea por parte de la administradora, de desarrollar un sistema óptimo para la gestión de inventario en la empresa, idea que le es propuesta al dueño del negocio, sobre la pertinencia de un software a la medida para la gestión del inventario, con el propósito de que pueda ser usado por la administración, así como los usuarios que están distribuidos en las áreas de mostrador y almacén, que permita tener en tiempo los insumos y refacciones solicitados por los clientes y trabajadores del área reparación y mantenimiento de motos, teniendo una interfaz accesible, funcional y eficaz para que quienes hagan uso de esta, que sea de fácil manejo, se optimicen los tiempos, se reduzcan o eliminen los errores, se mejore la toma de decisiones, exista mayor precisión en el manejo de inventarios, como consecuencia un mejor servicio al cliente. Se realizó una búsqueda de sistemas de inventarios, encontrando que existen una extensa variedad de estos, realizados con diversas tecnologías e incluso algunos de forma gratuita, sin embargo el dueño del negocio nos comenta, que probó con alguno pero que sin embargo no cubría todas las necesidades del negocio, por lo que él requería un software a la medida, con tres tipos de usuario, usuario administrador, usuario editor y usuarios visores, de

forma que le permita tener un buen control del almacén, que a su vez pueda tener asistencia en caso de alguna duda, falla e incluso hacer crecer el proyecto. A continuación se describen las actividades que se realizaron para el desarrollo del proyecto.

**Identificación y análisis del problema.** En esta etapa del proyecto se analizó y se identificaron mediante un levantamiento de requerimientos, en este caso se utilizó la observación para encontrar los problemas principales del método principal para llevar a cabo el inventario dentro de la empresa.

**Determinación de requerimientos.** Una vez identificados y analizados los problemas del sistema de gestión actual, se platicó con el encargado de cómo se podría mejorar todo el proceso y realizar ajustes, todo con el fin de mejorar desempeño en las áreas.

**Diseño del sistema.** Enfatiza el diseño de la arquitectura del sistema que describe la estructura, el comportamiento y más vistas de ese sistema y análisis. Utilizando StarUML se crearon los diagramas para el desarrollo del sistema de gestión.

**Desarrollo del sistema.** En esta etapa se llevó a cabo el desarrollo general del sistema utilizando la Metodología XP, así como diversas herramientas de software que se explican más adelante.

### **METODOLOGÍA XP (EXTREME PROGRAMMING)**

La metodología XP o Programación Extrema es una metodología ágil y flexible utilizada para la gestión de proyectos. Se centra en potenciar las relaciones interpersonales del equipo de desarrollo como clave del éxito mediante el trabajo en equipo, el aprendizaje continuo y el buen clima de trabajo. Esta metodología pone el énfasis en la retroalimentación continua entre cliente y el equipo de desarrollo y es idónea para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes. (Calvo, 2018)

Álvarez, Herrera y Lasa (2012) definen a XP como un método adaptativo, es decir, se ajusta muy bien a los cambios. Propone desarrollar código de forma que su diseño, arquitectura y codificación permitan incorporar modificaciones y añadir una funcionalidad nueva sin demasiado impacto en la calidad del mismo. (p. 49)

Desarrollando como propone XP, se obtienen rápidamente resultados. Al trabajar con pequeñas iteraciones, se puede obtener con frecuencia comentarios del cliente, lo que tiene como resultado que el producto final cubra ampliamente sus expectativas y necesidades. Como en otros métodos ágiles, la forma de crear el producto será de forma incremental con todas las ventajas que ya hemos comentado que esto supone. (Álvarez, Herrera y Lasa, 2012, p. 49)

### **Herramientas de Desarrollo.**

Para crear y administrar de forma adecuada una base de datos relacional es indispensable el uso de un SGBD, es decir, una base de datos relacional no puede existir sin un gestor de base de datos, dada la experiencia del desarrollador, su facilidad de manipular y su portabilidad a Microsoft, además de reducir costos de licenciación se decide utilizar MySQL.

MySQL. Gómez (2013) trata a MySQL como “Un sistema de gestión de base de datos (SGBD) multiusuario, multiplataforma y de código abierto”. (p. 40)

Pavón (2007) afirma que MySQL es el sistema gestor de base de datos elegido por la mayoría de programadores debido a las grandes ventajas que ofrece al soportar el lenguaje SQL y permitir conexiones multiusuarios.

Lenguajes de programación. Ureña (2012) define a los lenguajes de programación como: “un conjunto de reglas o normas que permiten asociar a cada programa correcto un cálculo que será llevado a cabo por un ordenador (sin ambigüedades)”. (p. 2)

Java. Es un lenguaje de programación y plataforma informática, que fue comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. Java es rápido, seguro y fiable. Desde portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta súper computadoras, desde teléfonos móviles hasta Internet, Java está en todas partes. (Oracle, 2018).

JavaScript. Fue desarrollado por Netscape que en un inicio tenía el nombre de LiveScript, a lo largo de su evolución han salido distintas versiones y es soportado por la mayoría de los navegadores web que existen (López, 2005).

JavaScript es el lenguaje de secuencias de comandos más utilizados en el mundo. Su principal uso es para agregar comportamiento dinámico a las páginas Web; por ejemplo, animaciones e interactividad mejorada con el usuario. Se incluye en todos los principales navegadores Web. (Deitel y Deitel, 2016, p. 16)

**NetBeans.** Es un entorno de desarrollo integrado (IDE), modular, de base estándar (normalizado), escrito en el lenguaje de programación Java. El proyecto NetBeans consiste en un IDE de código abierto y una plataforma de aplicación, las cuales pueden ser usadas como una estructura de soporte general (framework) para compilar cualquier tipo de aplicación.

**Framework.** En el desarrollo tradicional de un sistema de información es indispensable la normalización de datos; no importa cómo se manipule la información de una empresa u organización lo ideal es que esté estructurada de un modo conocido para poder manejarla, almacenarla, recuperarla. Para este proceso se definen modelos de datos con una determinada estructura (que habitualmente se convierten en tablas de una base de datos). Anteriormente, la única información estructurada en un sistema era la referente a “los datos”. El problema subsecuente a este es que un sistema es mucho más que datos (Código fuente, librerías, archivos de configuración, etc.). Todo este código generado y su orden mismo dependían directamente de los encargados de desarrollar el sistema y, desde la existencia de los primeros compiladores hasta la aparición de los primeros generadores de código comercial u orientado a “usuarios finales”, la generación de código era exclusividad de programas compiladores especializados.

Ante esta situación problemática surgieron los llamados “Frameworks”, con el propósito de normalizar y estructurar el código del sistema, facilitando un esquema (un patrón, un esqueleto) para el desarrollo y/o la implementación de aplicaciones. El uso de frameworks para cualquier tipo de desarrollo reduce el tiempo de elaboración e implementación y ayuda a hacer un trabajo mantenible y escalable, según las características del mismo, además de agregar funcionalidad extendida a un lenguaje de programación, automatiza muchos de los patrones de programación para orientarlos a un determinado propósito, proporcionando una estructura al

código, mejorándolo y haciéndolo más entendible y sostenible, y permite separar en capas la aplicación. En general, divide la aplicación en tres capas:

- La lógica de presentación que administra las interacciones entre el usuario y el software.
- La Lógica de datos que permite el acceso a un agente de almacenamiento persistente u otros.
- La lógica de dominio o de negocio, que manipula los modelos de datos de acuerdo a los comandos recibidos desde la presentación. (Martínez, et all, 2010, p. 174)

**Back-end.** En el contexto del desarrollo de aplicaciones están implicadas las actividades realizadas del lado del servidor; es decir, las tareas de base de datos y los servidores de aplicaciones que el usuario no puede visualizar en el explorador de Internet. Los lenguajes usados comúnmente son PHP, Java, Ruby, .NET, Python, entre otros, los cuales son los encargados de interactuar con la base de datos (Kavourgias, 2015; Alvarado, 2012).

**Node.JS.** Es un entorno de ejecución para JavaScript construido con el motor de JavaScript V8 de Chrome. Node.js usa un modelo de operaciones E/S sin bloqueo y orientado a eventos, que lo hace liviano y eficiente. El ecosistema de paquetes de Node.js, npm, es el ecosistema más grande de librerías de código abierto en el mundo. (nodejs, 2018)

**Front-end.** Dentro del contexto del desarrollo de aplicaciones web, implica el uso de las tecnologías con las que interactúa directamente el usuario. Normalmente estas tecnologías son desarrolladas en los lenguajes de HTML, CSS y Javascript; también se usan las herramientas de diseño gráfico como Photoshop o Fireworks. El objetivo es desarrollar la interfaz gráfica de usuario (GUI), buscando una experiencia de uso bien valorada por el usuario final, siendo en algunos casos necesario hacer investigación, estudios y pruebas para llegar a este fin. Además, dentro del desarrollo de las aplicaciones web es posible desarrollar el front-end de la aplicación sin contar con una aplicación back-end que interactúe con la base de datos (Kavourgias, 2015).

### Prueba de software.

Esta etapa es la parte donde el software es utilizado de manera de prueba para así encontrar los errores o detalles a modificar. Finalmente se realizó se realizó la etapa de evaluación junto con el dueño, administración y el encargado de mostrador para encontrar fallas dentro del sistema y así en caso de encontrar alguna corregirlo lo más pronto posible mejorando de esta manera el producto final e implementarlo.

### RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados del proyecto Sistema de gestión para la empresa Moto Refacciones Cuitláhuac S.A. de C.V, con el desarrollo del proyecto sistema de gestión de inventarios se redujo el tiempo, la toma de decisiones y precisión en las actividades, en el manejo de inventarios enfocada a la venta refacciones. Se logra el objetivo principal del sistema de gestión de inventarios, que es agilizar y facilitar los movimientos de mostrador y e inventario. Cabe hacer mención que el sistema cuenta con una interfaz amigable y fácil de entender, lo que reduce considerablemente el trabajo manual sin equivocaciones por parte del encargado del mostrador. En la figura 1. Inicio de sesión, se establece un logeo para que solo el personal autorizado pueda operar el sistema, hacer modificaciones, entregas y devoluciones de materiales, entre otros.

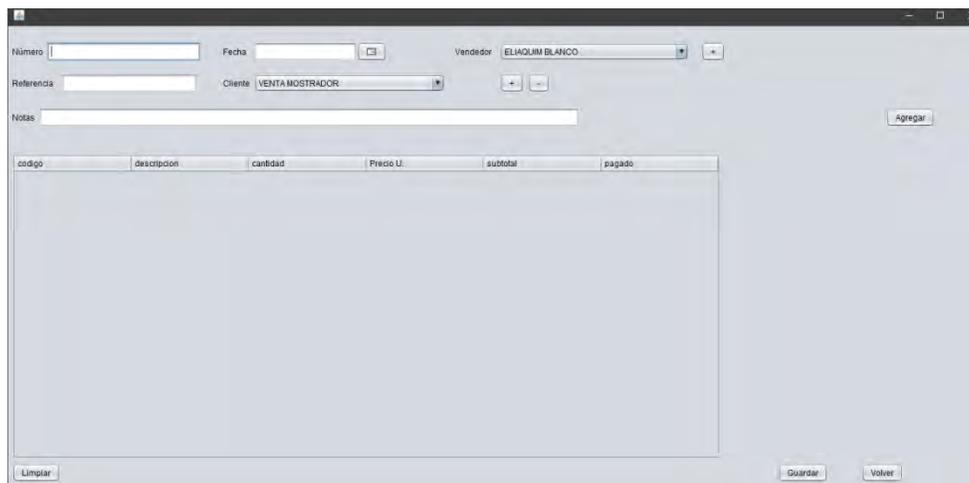
The image shows a login screen with a light blue background. It features two input fields: the top one is labeled 'USUARIO' and the bottom one is labeled 'CONTRASEÑA'. Below these fields is a button labeled 'ENTRAR'. In the bottom right corner, there is a button labeled 'CREAR USUARIO'.

**Figura 1.** Inicio de sesión

En la figura 2. Menú se muestra la interfaz principal del sistema en el cual tendrá acceso a distintas opciones dependiendo si es usuario o si es administrador. En la figura 3. Interfaz de venta y/o cobro se puede observar una interfaz en la cual se utilizará para realizar las ventas o compras de los productos que se tengan registrados en la base de datos. También se puede seleccionar el vendedor y el cliente al cual se le hará la venta de los productos.



**Figura 2. Menú**



**Figura 3. Interfaz de venta y/o cobro**

En la figura 4. Interfaz de selección de producto, muestra los productos que están en la base de datos los cuales son los disponibles para la venta al cliente. Se ingresa haciendo clic en el botón “Agregar” que muestra la figura 3.

Código	Descripción	Medida	Categoría
CAS.CNHF	CASCO ECON.V...	PZA	
CAS.COLO.	CASCO NVO.MO...	PZA	
CAS.ABA.	CASCO ABAT.AL...	PZA	
CAS.ABA.FIB	CASCO ABAT.FI...	PZA	
MALETERO	MALE.ALESSIA.P...	PZA	
ESTATOR CS125	ESTATOR CS12...	PZA	
ESTAT.YBR125	ESTATOR YBR1...	PZA	
ESTAT.FT150	ESTATOR FT150...	PZA	
MARCHA	MARCHA DS150...	PZA	
MARCH-EX200	MARCHA EX200/...	PZA	
MARCH.F125	MARCHA FORZA...	PZA	
MARCH.EX200	MARCHA EX200 ...	PZA	
SWITCH051	SWITCH 051 FT...	PZA	
SWITCH RT200	SWITCH RT200 ...	PZA	
SWITCH050	SWITCH050 DS...	PZA	
SWITCH044	SWITCH044 DM...	PZA	
FOCOLED	FOCO LED ALE...	PZA	
LUZ-002	FOCO LED HEA...	PZA	
FOCOLED-PARK	FOCO LED PAR...	PZA	
FOCO HALO-LU...	FOCO HALOG.H...	PZA	
FARO FT125	FARO REDOND...	PZA	
FAROF150	FARO FT150 HO...	PZA	
FARO150Z	FARO 150Z/170...	PZA	
SEGURO CAD...	EMPATE CADEN...	PZA	
RESORTE COR...	RESORTE COR...	PZA	

Cantidad  Precio unitario

Total por pagar 0.00 Total Pagado

**Figura 4.** Interfaz de selección de producto

La figura 5. Interfaz de registrar, eliminar, editar o borrar producto. Muestra el menú para agregar, buscar, modificar o eliminar un producto, se ingresa al presionar el botón “Nuevo” el cual se muestra en la figura 2.

CODIGO

DESCRIPCIÓN

CATEGORIA

TAMAÑO  U.MEDIDA  FRACCIÓN

PRECIO  COSTO

STOCK MINIMO  STOCK IDEAL

**Figura 5.** Interfaz de registrar, eliminar, editar o borrar producto

En la figura 6. Stock, se muestra el menú de stock el cual sirve para que el usuario o administrador pueda revisar si en la base de datos aún queda disponible el producto que busca usando uno de las 3 opciones de búsqueda. Se ingresa en el botón “Stock” que muestra la figura 2.

The screenshot shows a web-based interface for stock management. At the top, there are three radio buttons for search criteria: 'Código' (selected), 'Descripción', and 'Categoría'. Below these is a text input field labeled 'Código' containing the value 'CAS.SPARK'. Underneath the input field is a table with the following data:

Código	Descripción	Medida	Categoría
CAS.SPARK	CASCO CROSS ...	PZA	2

At the bottom of the interface, there are two buttons: 'Volver' on the left and 'Aceptar' on the right.

**Figura 6.** Stock

Mantener el inventario actualizado conlleva un gran esfuerzo para las empresas, por lo que con el desarrollo e implementación del sistema de gestión de inventario, se logra que se puedan tomar mejores decisiones, elevar el nivel de servicio al cliente, prevenir robos y mermas al contar con la opción de usuarios y administrador, liberar y optimizar espacio en almacén, reducir costos al no cargar con excesos o faltantes de mercancía y por lo tanto ofrecer un mejor servicio al cliente. Contar con el sistema de gestión de inventario, es de gran ayuda para mantenerlo en orden y cumplir en tiempo y forma con las reparaciones de las motos, así como con los pedidos de los clientes, lo que favorece la rentabilidad y crecimiento del negocio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Deitel, P. y Deitel, H. (2016). Java: como programar. Décima edición. Pearson.
- Calvo, D. (7 de Abril de 2018). Metodología XP Programación Extrema (Metodología ágil). Obtenido de <https://www.diegocalvo.es/metodologia-xp-programacion-extrema-metodologia-agil/>
- Elkheir, Z., Mutalib, A. (2015). Mobile Applications Usability Principles and Criteria. 11(10), pp. 1139 – 1143. Recuperado de: <http://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh?docid=20407467-201512-201601200034-201601200034-1139-1143>
- Gauchat, J. D. (2014). El gran libro de HTML5, CSS3 & Javascript. Marcombo.
- Hernández Sampieri, Fernández Collado, Pilar Baptista. (2014). Fundamentos de metodología de la investigación. Mc Graw Hill.
- Java. (2018). ¿Qué es la tecnología Java y para qué la necesito? Recuperado de: [https://www.java.com/es/download/faq/whatis\\_java.xml](https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml)
- López Q, J. (2005). Domine JavaScript. Alfaomega. ISBN: 970-15-1068-2
- Martínez, g., & Camacho, g., & Biancha, d. (2010). Diseño de framework web para el desarrollo dinámico de aplicaciones. Scientia et technica, xvi (44), 178-183.
- Node.js. (2018). Nodejs. Recuperado de: <https://nodejs.org/es>
- npm. Jade. Recuperado de: <https://www.npmjs.com/package/jade>
- Pavón P., J. (2007). Creación de un portal con PHP y MySQL. Alfaomega.
- Pérez, C. (2004). MYSQL para windows y Linux. Alfaomega.
- Taylor, D. y Cabrera (2019). Los 5 mejores software de gestión de inventarios gratis y de código abierto. Obtenido de <https://www.capterra.es/blog/566/software-gestion-inventarios-gratis-y-codigo-abierto>

## IMPLEMENTACIÓN DE ONE PIECE FLOW PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

FABIOLA SEGUNDO CLEMENTE<sup>1</sup>, ISRAEL BECERRIL ROSALES<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se analizó la situación de las celdas de producción de una empresa del ramo automotriz. Se propuso un programa para optimización el proceso de manufactura de manguera automotriz, buscando obtener un ahorro del 15% en desperdicio y un incremento del 50% en productividad. Se aplicaron diferentes técnicas de Manufactura Esbelta, para reducción de tiempos de entrega, reducción de la variabilidad y disminución de costos. Particularmente, el flujo continuo pieza a pieza (One Piece Flow) es la manera más eficiente de gestionar los recursos humanos y materiales, como consecuencia de fabricar los productos uno a uno.

Se determino el flujo de proceso de manufactura en la línea de producción, se llevó a cabo la toma de tiempos, se elaboró el análisis de datos mediante un estudio de trabajo, se determinó la ruta o flujo de proceso óptimo que minimice los tiempos de fabricación, con la implementación de one piece flow se logra obtener una productividad 3.9 pz./h/hombre contra el 2.08 pz./h/hombre, esto indica que se pudo incrementar la productividad en un 87.5%, sin aumentar los recursos y sin poner en riesgo la seguridad del personal, del proceso y del producto en bien del cliente.

**Palabras clave:** Productividad, One piece Flow, Balanceo de línea

### ABSTRACT

The situation of the production cells of a company in the automotive industry was analyzed. A program was proposed to optimize the automotive hose manufacturing process, seeking to obtain a 15% savings in waste and a 50% increase in

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.  
fabhiihola@gmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.  
israel.becerril@tesjo.edu.mx

productivity. Different Lean Manufacturing techniques were applied to reduce delivery times, reduce variability and reduce costs. Particularly, the continuous piece-by-piece flow (One Piece Flow) is the most efficient way to manage human and material resources, as a consequence of manufacturing products one by one. The manufacturing process flow in the production line was determined, the time was taken, the data analysis was elaborated through a work study, the optimal process route or flow was determined that minimizes the manufacturing times. , with the implementation of one piece flow, it is possible to obtain a productivity 3.9 pz./h/man against 2.08 pz./h/man, this indicates that it was possible to increase productivity by 87.5%, without increasing resources and without putting at risk the safety of the personnel, the process and the product for the good of the client.

**Keywords:** Productivity, One piece Flow, Line balancing

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años hemos escuchado el concepto de “Manufactura Esbelta” en la industria y es pertinente mencionar que, esbelto no solo es aplicable en la manufactura, sino también en cualquier área de una organización y de la vida diaria. En el ámbito empresarial al hablar de esbelto, se cree que es la solución a todos los problemas, que nos llevará de la mano a competir con empresas transnacionales, sin embargo, se debe analizar si es la mejor herramienta para solucionar un problema específico, ya que, en ocasiones se considera el problema como un todo o como uno solo y se quiere solucionar con una sola herramienta, cuando la mejor manera de afrontarlo es mediante varias herramientas.

Para ser competitivas y mantener el crecimiento, las empresas tienen que asumir y salir bien libradas de retos muy complejos así como un ambiente operativo cada día más difícil, por lo cual, el sector productivo debe enfocar sus esfuerzos en diseñar e implementar iniciativas y estrategias para mejorar sus capacidades. Con base a las necesidades, se requiere crear una estrategia de eficiencia operativa que permita mantener competitiva la manufactura en el mercado global, ya que, hoy es uno de los retos más importantes de las empresas.

Debemos tener presente que no hay soluciones simples a problemas complejos, pero hay estrategias eficaces que han dado resultado a compañías globales, como desplegar una manufactura ágil, flexible y esbelta. Las ventajas de implementar estas técnicas están relacionadas con obtener resultados en el lugar de interés, en el momento preciso, bajo costo y que cumpla los requerimientos de calidad.

De manera particular, este trabajo se realizó en una empresa que no se cuenta con la implementación de flujo pieza a pieza en las celdas de acabado; el problema se observa principalmente en las celdas de producción, producto que representa el mayor porcentaje de la producción. El exceso de movimientos innecesarios dentro de las actividades de valor agregado dentro del proceso, generan el incremento de problemas de calidad, incumplimiento de entregas con el cliente, aumento de scrap, exceso de recurso humano y de área productiva; esto genera una pérdida económica para la compañía y representa que las áreas de producción no sean productivas, teniendo actualmente 2.08 Pz/h/hombre como productividad en la familia.

Los aspectos estarán sustentados por un programa y optimización del proceso de manufactura de la manguera. Se espera obtener un ahorro del 15 % en el desperdicio y alcanzar un incremento del 50 % en productividad para alcanzar el objetivo. Todas estas justificaciones nos llevan a entregar una manguera de gran calidad y que cumpla con la satisfacción y especificaciones del cliente.

La ingeniería se relaciona con el diseño para mejorar las instalaciones de sistemas integrados en mayor o menor medida, con los recursos empleados como procesos, técnicas, maquinarias y acciones utilizadas para transformar entradas y organizaciones de salidas. El principal reto, es determinar la combinación e interpretación ideal entre todos los recursos empleados, para que la organización productiva logre sus metas, mejore su desempeño, eficacia, productividad y sea competitiva en el mercado. Esto se logra aplicando las mejores prácticas de manufactura, mediante una óptima interacción de los elementos que la conforman, como filosofía de Manufactura Esbelta, pero con un enfoque específico en reducción de tiempos de entrega, reducción de la variabilidad y disminución de costos. Cabe mencionar, que la mejora continua, es implementada como búsqueda de la

perfección, expandiéndose a todo tipo de proceso dentro y fuera de la compañía como administración y lógica esbelta. La Manufactura ágil implica ciclos rápidos en tiempos de producción sin deteriorar la productividad, incluso en lotes de producción formados con pocas etapas.

Cabe mencionar, que algunas empresas ya enfrentan los retos en términos de competitividad, productividad y crecimiento económico, ya que debido a los altos costos de producción es necesario fortalecer el ámbito empresarial orientado a maximizar el valor de los recursos de la empresa, mediante el pensamiento de “Empresa Esbelta”, surgido de la filosofía de Manufactura Esbelta, buscando mayor calidad en sus productos, menores costos de producción, reducir desperdicios y optimizar los procesos de producción.

Es importante tener presente que se requiere un fuerte cambio cultural en la manera de hacer más eficiente la productividad, implementar una filosofía de Mejora Continua que permita la reducción de costos de producción en un 50%, reducir inventarios, mejorar procesos, eliminar desperdicios, reducción Tiempo de Entrega (Lead Time), mejorar la calidad, elevar los niveles de competitividad, reducir defectos y el control del sistema productivo. En este sentido, los beneficios esperados al implementarse One Piece Flow son lograr los objetivos referentes a Productividad y Desperdicio.

El flujo continuo pieza a pieza (One Piece Flow) es la manera más eficiente de gestionar los recursos humanos y materiales, como consecuencia de fabricar los productos uno a uno. El concepto de flujo continuo se resume mediante una frase simple: “mover uno, producir uno” (o “mover un pequeño lote, fabricar un pequeño lote”). Es fundamental el papel del flujo continuo dentro de la filosofía Lean en la que hay que asegurar que una operación “aguas arriba” nunca hace más de lo que requiere una operación “aguas abajo”, de manera que nunca se produce más de lo que solicita un cliente.

También se puede definir como trabajar de modo que el producto fluya de forma continua, desde el proveedor al cliente, con el menor plazo de producción posible y con una producción de despilfarro mínima. Cuando se usa el flujo secuencial de

piezas, cada operación debe equilibrarse de acuerdo con el Takt Time calculado para que se observe lo siguiente:

- Se utiliza el flujo pieza a pieza para reducir el trabajo en proceso (WIP) y el tiempo de ciclo.
- Se eliminan los lotes grandes de fabricación. El flujo de una pieza hace visibles problemas que de otro modo permanecerían ocultos.
- Agiliza los cambios de modelo (SMED).
- Sistema de trabajo FIFO (primeras entradas primeras salidas).
- Reducción de espacio (proximidad de los puestos de trabajo). Los operarios no están aislados.
- En el proceso integran controles de calidad, con el objetivo de eliminar los controles de calidad al final de la línea.
- Alimentación de componentes y materiales desde fuera y no en la misma dirección del operario.
- Estandarización de las operaciones.

(Rajadell, 2011)

El flujo continuo supone configurar todo el proceso para que dicho flujo se interrumpa lo menos posible, de modo que se pueda trabajar a un ritmo fluido y, para hacerlo posible, se necesitan contemplar tres niveles distintos:

- Flujo de información normalizado para tomar decisiones aplicando las técnicas siguientes:
  - La nivelación para distribuir la producción de la forma más fluida.
  - Las tarjetas kanban para indicar la necesidad de material.
  - El seguimiento diario de procesos para localizar las desviaciones y resolver problemas cuanto antes.
- Flujo de materiales. Al reducir el despilfarro paso a paso, se crea un flujo de materiales con el menor plazo de producción posible mediante el uso de las técnicas siguientes:
  - Un flujo pull entre todos los procesos para reducir el trabajo en proceso.
  - Un equipo necesario para el flujo de proceso.

- Una organización multiproceso.
- Unas entregas frecuentes.
- Flujo de operarios (trabajo normalizado). Al formar a los operarios y asignarles las técnicas adecuadas, se crean estaciones de trabajo que ofrecen gran flexibilidad y eficacia. Para ello es necesario:
  - Sincronizar el proceso según el takt time.
  - Crear celdas o líneas flexibles.
  - Formar a los operarios para trabajar en líneas multiproceso (polivalencia del personal).
  - Normalizar el trabajo para distinto número de operarios en función de la demanda del mercado.

(Hernández, 2013)

## **DESARROLLO**

El presente proyecto se desarrolló bajo el enfoque de aumentar la productividad de las celdas de producción de la familia 9&10. El desarrollo del proyecto se divide en las siguientes etapas:

1. Determinar el tipo o flujo de proceso de manufactura en la línea de producción.
2. Realización de toma de tiempos.
3. Elaboración de análisis de datos mediante un estudio de trabajo.
4. Determinar ruta o flujo de proceso óptimo que minimice los tiempos de fabricación.
5. Realizar la medición de tiempos de la ruta o flujo de proceso como propuesta.
6. Llevar implementación de 5's en la línea de producción.
7. Evaluar los resultados de los métodos y herramientas aplicadas en la línea de producción.
8. Recomendaciones a dirección para toma de acciones.

### **1. Estado actual de la familia de producción.**

Como punto de partida al realizar el estudio de trabajo para saber realmente si la cantidad de personal es el adecuado; se obtuvo lo siguiente:

NÚMERO DE PARTE	APW	DEMANDA	MPW
JL34-18C266-CC	4456		4823
JL34-18C266-AF	1811		1960
<b>TOTAL</b>	<b>6267</b>		<b>6783</b>

**TIEMPO DISPONIBLE**

2 turnos 12 X 12 = 24 h  
 comida = -1 h  
 lunch = - 0.5 h  
 TPN+6´S+juntas = - 0.5 h

---

**T disponible = 22 h**

**Días = 5**

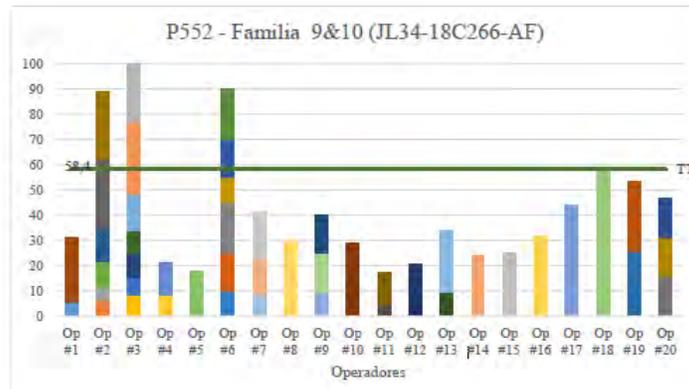
**Segundos = 3600**

Realizando el cálculo de acuerdo con los datos recabados tenemos con takt time lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 TT &= \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}} \\
 TT &= \frac{(22\text{h/d}) (5 \text{ d}) (360 \text{ s/h})}{6783 \text{ pz}} \\
 TT &= \frac{396000 \text{ s}}{6783 \text{ pz}} \\
 TT &= 58.4 \text{ s/pz}
 \end{aligned}$$

Para el número de parte JL34-18C266-AF del total del recurso humano correspondiente a la familia 9&10, solo 20 operadores son los que actualmente se ocupan para elaborar y terminar este número de parte.

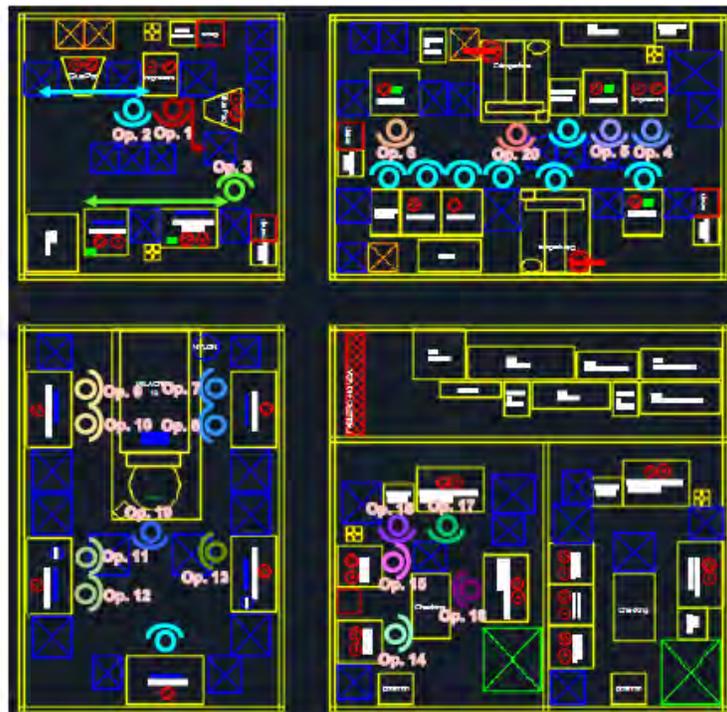
La grafica 1 es una representación de la situación actual de la distribución de actividades para cada operador.



**Gráfica 1** Situación actual del Balanceo de línea

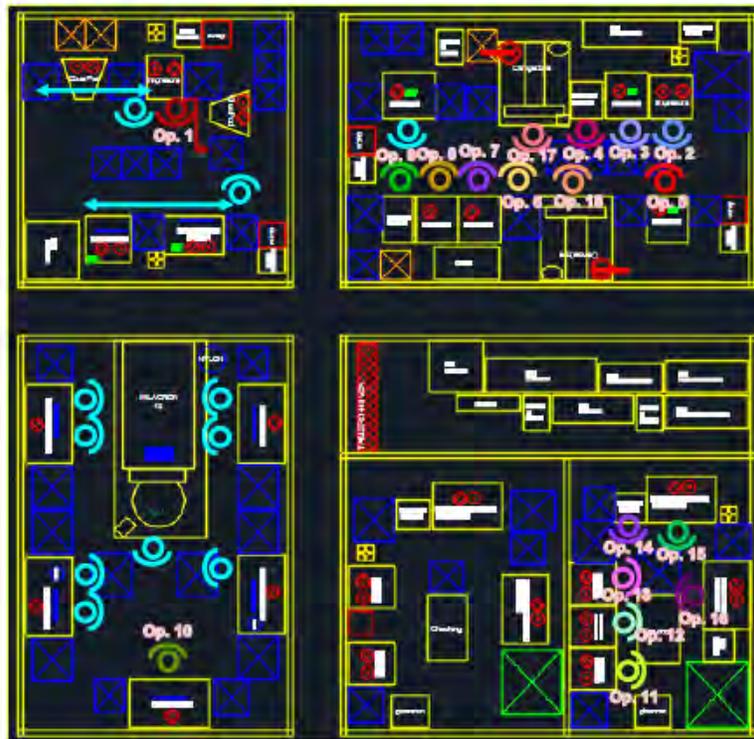
En la gráfica se puede observar que la celda de producción para el número de parte JL34-18C266-AF se encuentra totalmente desbalanceada, se puede apreciar que el operador número 2, 3 y 6 tienen un tiempo de ciclo total mayor a 89 s, estos operadores se encuentran por encima del takt time, el operador #18 se encuentra excediendo el takt time con 2 s.

Otra actividad que se realizó para tener de manera visible la distribución de los operados en cada una de las celdas fue hacer un layout con la representación por cada uno de los números de parte, como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Layout actual JL34-18C266-AF

En la figura 1 se puede observar el total de operadores con el que se cuenta actuales en cada una de las celdas, de la misma manera la posición de los operadores al realizar sus actividades diarias; dichos operadores se encuentran enumerados y distinguidos por diferentes colores. Los operadores que se encuentran de color azul son aquellos que se encuentran realizando actividades correspondientes al otro número de parte, a lo que le llamamos inventario de habilitados. Para este número de parte tenemos 9 operadores realizando actividades que no agregan valor al producto terminado.



**Figura 2.** Layout actual JL34-18C266-CC

En la figura 2 se puede observar el total de operadores con el que se cuenta actuales en cada una de las celdas, de la misma manera la posición de los operadores al realizar sus actividades diarias; dichos operadores se encuentran enumerados y distinguidos por diferentes colores.

Los operadores que se encuentran de color azul son aquellos que se encuentran realizando actividades correspondientes al otro número de parte, a lo que le llamamos inventario de habilitados. Para este número de parte tenemos 11 operadores realizando actividades que no agregan valor al producto terminado.

### Alternativas de solución al problema

En este paso se desea dar a conocer y comparar alternativas de solución las cuales deben disminuir las actividades que le quiten valor al producto y aumentan la productividad. Las alternativas están dirigidas hacia el balanceo de líneas y estudio de tiempos.

Con la utilización del formato con el que se cuenta en el departamento de ingeniería de procesos para realizar los balanceos de líneas; de acuerdo con el estudio de tiempos y movimientos realizados y con información importante consultada en contratos con el cliente correspondientes a cada uno de los números de parte se hace el balanceo de cada una de las celdas para tener en cuenta cuantos operarios son con los que la celda debería de estar trabajando.

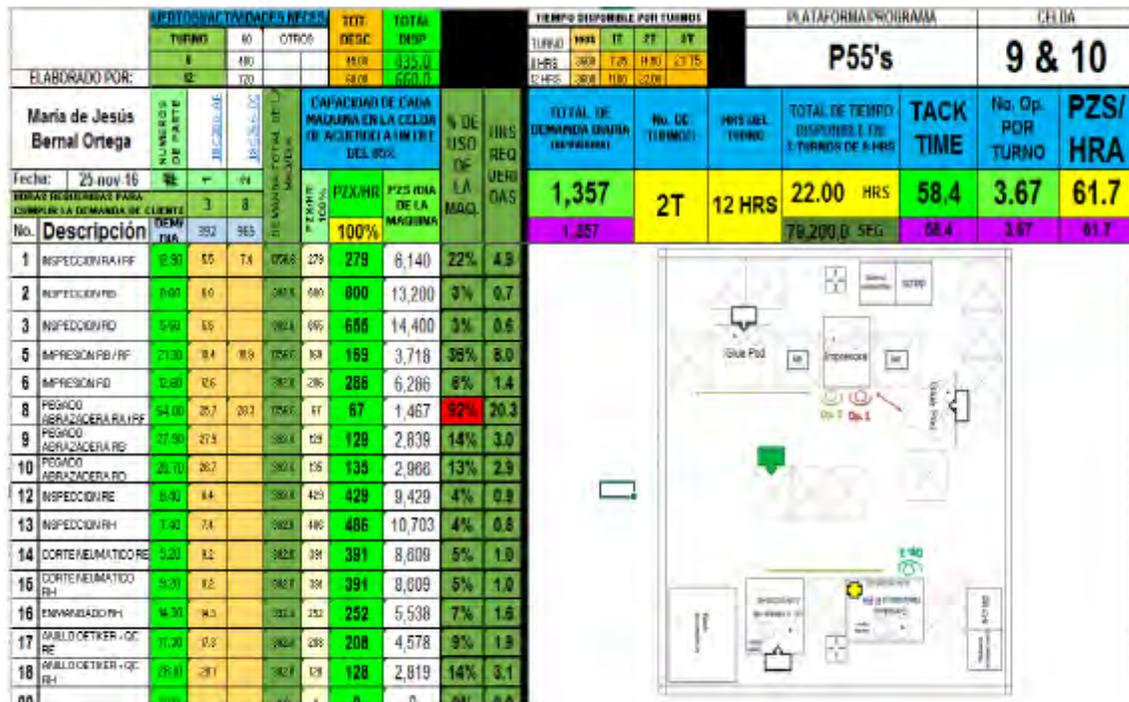


Figura 3. Cálculo mano de obra datos actuales celda 1

En la Figura 3 se puede apreciar que se requieren 4 operadores para obtener 61 piezas terminadas por hora, (en esta celda solo se hacen habilitados), teniendo como takt time 58.4 segundos.



Figura 4. Cálculo mano de obra datos actuales celda 2

En la Figura 4 se puede apreciar que se requieren 9 operadores para obtener 61 piezas terminadas por hora, (en esta celda solo se hacen habilitados), teniendo como takt time 58.4 segundos.

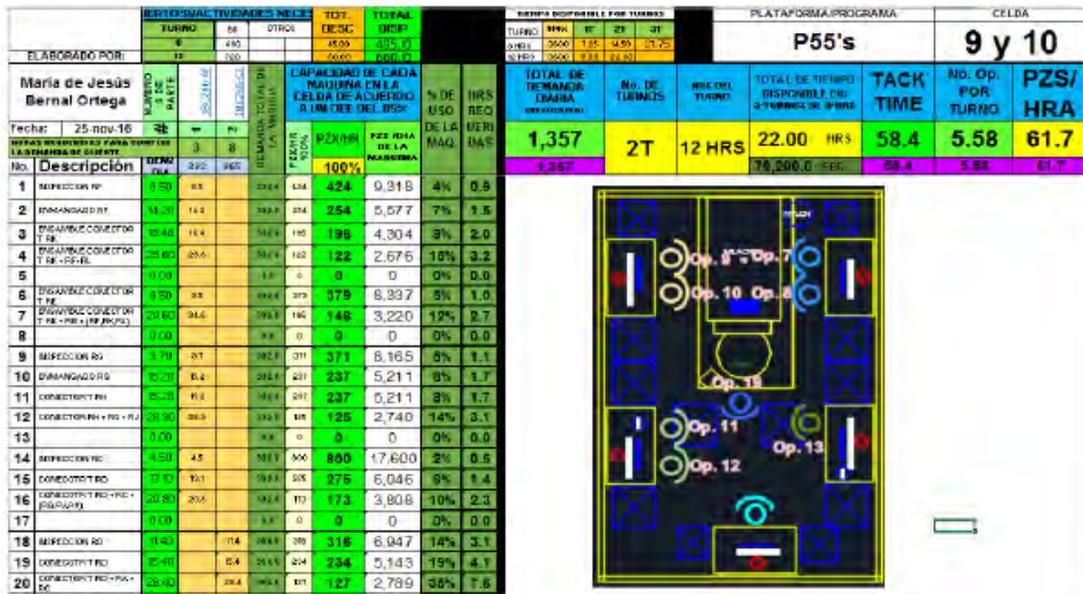


Figura 5. Cálculo mano de obra datos actuales celda 3

En la Figura 5 se puede apreciar que se requieren 6 operadores para obtener 61 piezas terminadas por hora, (en esta celda solo se hacen habilitados), teniendo como takt time 58.4 segundos.

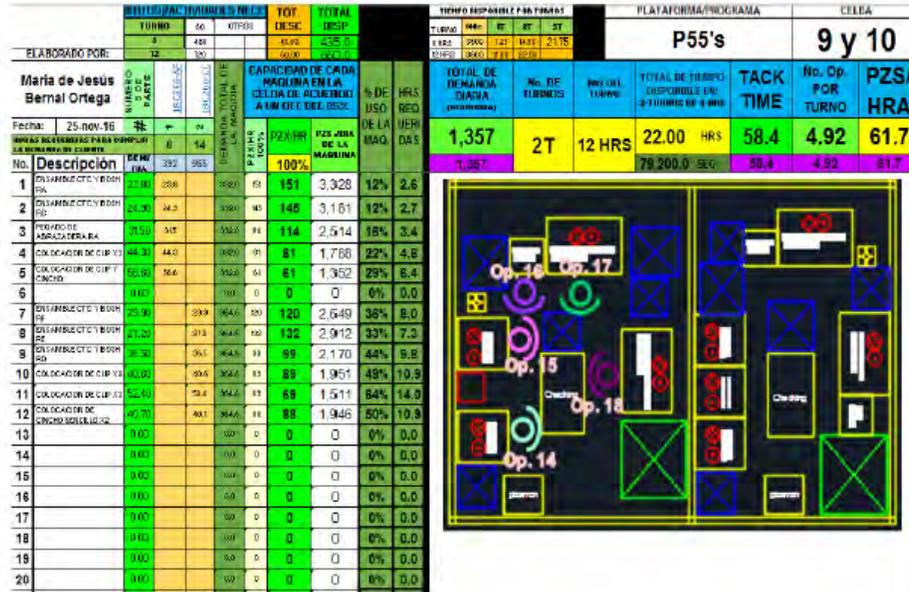


Figura 6 Cálculo mano de obra datos actuales celda 4 y 5

En la Figura 6 se puede apreciar que se requieren 5 operadores para obtener 61 piezas terminadas por hora, (los operados son utilizados para ambas celdas), teniendo como takt time 58.4 segundos. Una vez tenidos estos datos, se elaboran diferentes propuestas de la distribución de la maquinaria y del proceso; en las cuales se reflejarán las mejoras que ayudarán a disminuir los tiempos muertos, actividades que no agregan valor al producto, optimización de recurso humano, optimización de área productiva, etc.

Se elaboran diferentes propuestas las cuales son presentadas al ingeniero de procesos encargado de la plataforma P552, para analizarlas y hacer mejoras en la propuesta que, de acuerdo con su experiencia laboral, así como a su conocimiento y habilidades, para que de las propuestas se obtenga una sola pero que cumpla con todos los requerimientos posibles para presentarla con el equipo multidisciplinario. Una vez seleccionada la propuesta se prepara una presentación para darla a conocer con el equipo multidisciplinario, esto es algo muy importante que se debe realizar ya que las observaciones y opiniones que los ingenieros aporten son de gran ayuda ya que probablemente se nos pueda pasar algún punto crítico que es importante para el cliente, como lo es la calidad, de esta manera podemos fortalecer las áreas en las que se encuentra un poco débil la familia.

Las propuestas seleccionadas y mejoradas tomando en cuenta las observaciones del equipo multidisciplinario son las siguientes.



**Figura 7.** Propuesta número 1 de la situación futura

En la Figura 7 se puede observar la optimización del área productiva, así como la eliminación de alguna maquinaria que era innecesaria para el proceso, lo que estaba permitiendo que los operarios tuviesen oportunidad de hacer inventario de habilitados.



**Figura 8.** Propuesta número 2 de la situación futura

En la Figura 8 se puede visualizar la optimización de espacio productivo, así como del área donde se encuentran racks de accesorios y herramientas; de la misma manera puede observar que en la celda 4 y 5 se comparte el área de safe lounge, esta mejora se debe a que los técnicos de calidad, encargados de esa área hicieron mención de que no contaban con un área donde pudiesen realizar su inspección. Estas propuestas se presentaron al gerente de planta para hacerle de su conocimiento y buscar su visto bueno; de igual manera él pudo hacernos algunas observaciones con respecto a mejoras a la maquinaria y o diseño de *racks* para que sea de mayor ayuda y soporte para los operarios. Pidió que antes de que él diera el visto bueno y estuviera de acuerdo con alguna de las dos propuestas se realizara una prueba piloto para saber si realmente lo establecido cumpliría con el objetivo esperado, para esto se volvió a reunir al equipo multidisciplinario para hacer de su conocimiento lo que se requería por parte de cada uno de ellos para poder realizar las pruebas; a lo que se acordó que para no afectar las actividades con relación a la producción se llevaran a cabo un fin de semana.

## RESULTADOS

Como se puede observar en la tabla 1 se consigue incrementar la productividad en un 87%, logrando con un 37% adicional el objetivo del proyecto; así mismo se obtuvieron otros beneficios al realizar la implementación de esta metodología perteneciente a Lean Manufacturing, con la cual al optimizarse los recursos humanos empleados en las celdas de la Familia 9&10 se pudo realizar un ahorro favorable para la empresa en un total de 55,008 dólares al año.

Otro beneficio que se puede observar es la minimización de movimientos innecesarios y tiempos de espera teniendo al inicio 14.16 min esto se redujo a 11.52 min, teniendo como beneficio y ahorro un total de 2.6 min por pieza. De esta manera al realizar la distribución adecuada o más favorable para el proceso se pudo ahorrar un total de 18.28 m<sup>2</sup>.

Los inventarios también fueron otro beneficio que se obtuvo, ya que; de un WIP promedio con el que se contaba en espera se redujo considerablemente en una cuarta parte teniendo como WIP total permitido de 58 piezas.

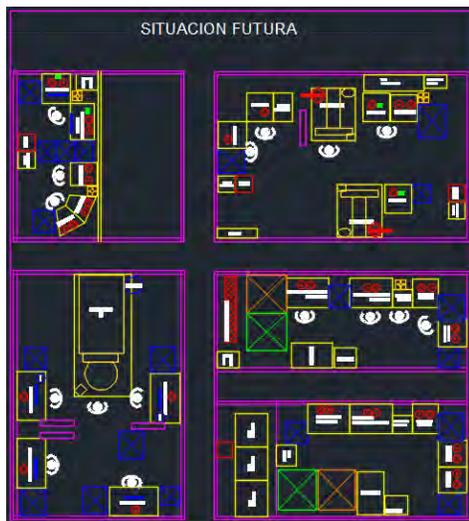
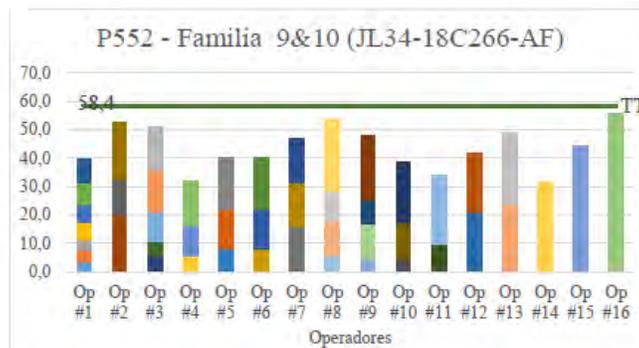
**Tabla 1. Resultados Obtenidos**

Indicador (units)	BEFORE	AFTER	Improvement
Safety & Ergonomics Risks Fixed this week	0	6	Reub. Servicios (manifuld), Reub. emp. vacío y PT, 6S, cables de alim. maq., Tapete ergo., Eliminación flujo cruzado de Op., Imp. mesa insp. MP
Productivity (pcs / hr / man)	2.08	3.9	+ 87 %
Labor First number (Op.)	24	16	- 8 Op. (\$55,008 Usd / yr)
Labor Second number (Op.)	24	13	- 11 Op. (\$77,636 Usd / yr)
WIP (Pcs.)	200	58	- 142
Lead time (min.)	14.16	11.52	- 2.6 min
6S's Rating (%)	40	92	+ 52 %
Space (m2)	166.39	148.11	- 18.28

**Propuesta 1.- Implementación del balanceo de líneas y distribución de lay out**

En la gráfica 2 se presentan los resultados para el número de parte JL34-18C266-AF del balanceo de la línea y su respectiva distribución (Figura 9).

**Gráfica 2. Balanceo de Línea Propuesta 1**

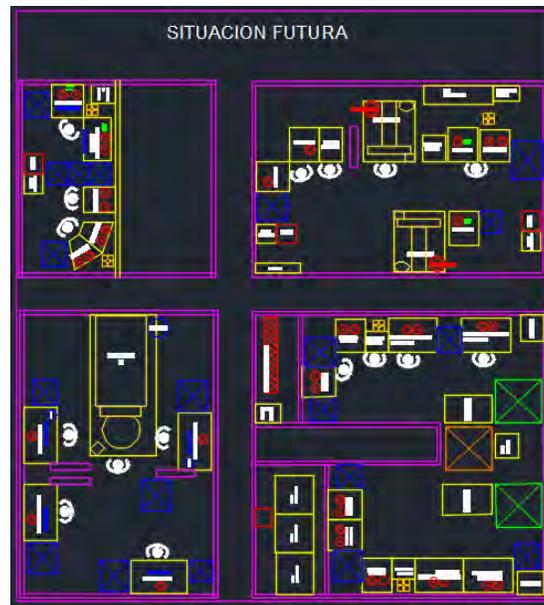
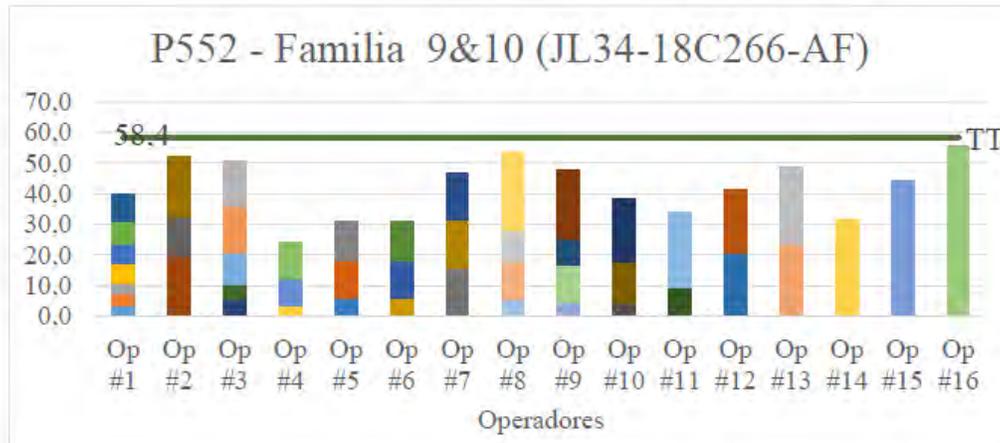


**Figura 9** Distribución de operadores en lay out propuesta 1

**Propuesta 2.- Implementación del balanceo de líneas y distribución de lay out**

En la gráfica 3 se presentan los resultados para el número de parte JL34-18C266-AF del balanceo de la línea y su respectiva distribución (Figura 10).

**Gráfica 3** Balanceo de Línea propuesta 2



**Figura 10.** Distribución de operadores en lay out propuesta 2

**CONCLUSIONES**

Muchas veces los empresarios, debido a los diferentes problemas del día a día, no analizan detenidamente la eficiencia productiva de su empresa ni sus procesos, y esto no deja de ser importante aun cuando sus resultados son positivos en términos de producción. Los clientes de hoy demandan productos de calidad en términos de

la filosofía de Manufactura Esbelta que incluye conceptos de Justo a Tiempo, lo que requiere una operación de manufactura que minimice los impactos en producción, para asegurar el resultado.

La flexibilidad y la eficiencia son factores clave para el éxito en los entornos de manufactura de hoy. Las soluciones de excelencia operativa abordan estas necesidades proporcionando visibilidad en todas las operaciones de manufactura de manera que pueda tomar decisiones con hechos y datos. Ayudan a responder con rapidez a los eventos que suceden en la planta de producción y a aumentar la calidad y la productividad facilitando aún más la colaboración en tiempo real.

Con la implementación de one piece flow una de las metodologías pertenecientes a Lean Manufacturing se logra obtener un gran resultado haciendo que logremos el objetivo del proyecto; en la situación inicial se reflejaba una productividad de 2.08 pz./h/hombre, una vez implementada la metodología se obtiene una productividad de 3.9 pz./h/hombre esto indica que se pudo incrementar en un 87% la productividad si optimizábamos los recursos empleados en el proceso; por lo tanto el proyecto es viable para cumplir los objetivos y metas planteadas.

Estas soluciones también proporcionan las herramientas y los recursos necesarios para cumplir con los procedimientos y estándares de forma sistemática y sistémica, sin aumentar los recursos y sin poner en riesgo la seguridad del personal, del proceso y del producto, en bien del Cliente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert Suñé Torrents, F. G. (2004). Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Albert Suñé Torrents, F. G. (2010). Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Arbós, L. C. (2010). Lean management: Lean management es la gestión competitiva por excelencia. Implantación progresiva en 7 etapas. Barcelona: Profit Editorial.
- Barraza, M. F. (2007). El kaizen. México: Panorama Editorial.
- Calva, R. C. (2014). TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta. Rafael Carlos Cabrera Calva.
- David de la Fuente García, I. F. (2005). Distribución en planta. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- EdberGalindo, A. V. (2007). Manual de LEAn MANufacturing. Guía Básica. México: Limusa.
- Galgano, A. (2004). Las tres revoluciones: caza del desperdicio. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- García, D. d. (2008). Ingeniería de organización en la empresa: Dirección de Operaciones. Asturias: Universidad de Oviedo.
- Huntzinger, J. (2002). The Roots of Lean: Training within Industry. AME.
- Juan Carlos Hernández Matías, A. V. (2013). Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas, e implementación. Madrid: Fundación EOI.
- Manuel Rajadell Carreras, J. L. (2011). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Mendoza, M. G. (2017). Cultura Lean: Las claves de la mejora continua. Barcelona: Profir Editorial.
- Render, J. H. (2001). Dirección de la producción. Decisiones Estratégicas. Madrid: Pentice Hall.
- Sacristán, F. R. (2005). Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid: FC EDITORIAL.
- Sefa Bòria Reverter, A. G. (2005). Métodos del trabajo aplicados a las ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Spear, S. &. (2000). La Decodificación del ADN del. Harvard Business Review.

## DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA FODA Y QFD A UN PROGRAMA DE ESTUDIOS

SALVADOR MONTESINOS GONZÁLEZ<sup>1</sup>, LILIA ALEJANDRA FLORES CASTILLO<sup>2</sup>, CONRADO AGUILAR CRUZ<sup>3</sup>

### RESUMEN

El objetivo de este proyecto se centra en el desarrollo del Despliegue de la Función de Calidad (QFD) y el análisis FODA a un programa de estudio de posgrado, con la finalidad de generar propuestas y estrategias de mejora, desde un enfoque de gestión y administración de sistemas de calidad, que tiene fundamento en la satisfacción de las necesidades y requerimientos de todos los actores involucrados. Para ello se consideró los criterios que solicita el CONACyT, para ser parte del PNPC, identificando y partiendo de las fortalezas y debilidades que tiene el programa, con el objetivo de detectar áreas de oportunidad y mejora del mismo. Se utilizó la metodología QFD como herramienta de gestión de calidad para identificar y ponderar las principales necesidades de los actores involucrados, ya que resulta muy importante el proceso de escuchar la voz del cliente en cualquier organización pues genera un conocimiento de sus necesidades actuales y futuras para ofrecer un servicio relevante.

Se obtuvieron hallazgos importantes y relevantes para la institución sobre los principales requerimientos de los *stakeholders* una vez desarrolladas las herramientas, proponiendo un modelo de mejora continua para ser aplicado en otros casos de estudio similares.

**Palabras clave:** QFD - plan de mejora - programas de posgrado - FODA

---

1 Universidad Tecnológica de la Mixteca smontesinos@mixteco.utm.mx

2 Universidad Tecnológica de la Mixteca conrado@mixteco.utm.mx

3 Universidad Tecnológica de la Mixteca floresaly22@hotmail.com

## **ABSTRACT**

The objective of this project is focused on the development of the Quality Function Deployment (QFD) and the SWOT analysis to a postgraduate study program, in order to generate proposals and improvement strategies, from a management and administration approach. of quality systems, which is based on satisfying the needs and requirements of all the actors involved.

For this, the criteria requested by CONACyT were considered, to be part of the PNPC, identifying and starting from the strengths and weaknesses of the program, with the aim of detecting areas of opportunity and improvement. The QFD methodology was used as a quality management tool to identify and weigh the main needs of the stakeholders involved, since the process of listening to the voice of the customer in any organization is very important as it generates knowledge of their current and future needs for offer a relevant service.

Important and relevant findings were obtained for the institution on the main requirements of the stakeholders once the tools were developed, proposing a continuous improvement model to be applied in other similar case studies.

**Keywords:** QFD - improvement plan - graduate programs - SWOT

## **INTRODUCCIÓN**

Las instituciones educativas continuamente deben estar a la vanguardia en sus respectivos modelos educativos, mantener niveles de excelencia en el proceso de enseñanza aprendizaje y además en constante mejora continua en todos sus niveles tanto académicos como sociales, esto se logrará a través de propuestas acordes a sus estándares de calidad y planes de desarrollo institucionales. Una de las vertientes son los programas académicos o programas de estudios en una Institución de Educación Superior (IES), es a través de la actualización de los mismos, pero para ellos se requiere conocer y analizar cual es el objetivo a alcanzar con la finalidad de mejorar la situación económica y social a nivel regional, estatal y nacional y además satisfacer las necesidades y requerimientos de cada uno de los actores involucrados como lo son: los estudiantes, los egresados, los empleadores,

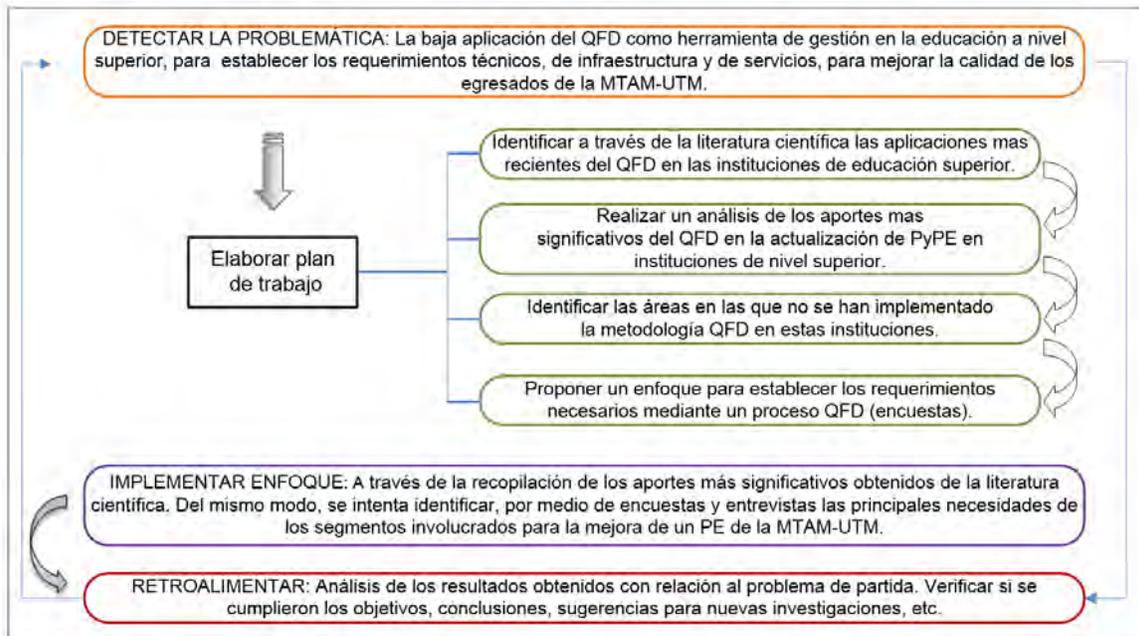
los profesores, los administrativos, etc. como parte de tener y ofrecer un servicio de calidad (Jiménez et al., 2020).

En México, los programas de posgrado son evaluados a fin de conocer los atributos con los que cuenta para pertenecer al PNPC del CONACyT. El ingreso a este padrón, les permite a los programas allegarse de recursos federales, lo cual contribuye al desarrollo de los mismos y al cumplimiento de sus objetivos (Sánchez et al., 2016; Zaldívar et al., 2018; CONACyT, 2020). Los estudios de posgrado adquieren una relevancia mayor, tanto para formar investigadores y contribuir al desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación a nivel estatal y nacional, como para formar profesionales, especialistas y expertos de alto nivel con suficiente capacidad ligados al campo laboral para contribuir al desarrollo de una mayor competitividad de la economía nacional. Esto se va a lograr a través de las IES en ofrecer y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, sus modelos educativos y programas académicos equilibrados en la adquisición de los conocimientos teórico-prácticos, permitiendo el desarrollo de habilidades y destrezas, valores y actitudes, competencias y conocimientos bastos o por lo menos suficientes que preparen a los estudiantes para un adecuado desempeño profesional (Sahney, 2003; Singh, 2008; Maneiro, 2009; Salgado et al., 2011; Zhang et al., 2011; Calderón, 2017), en beneficio de sus demandantes considerando además los requerimientos de estos. De acuerdo con lo antes expuesto, debe ser importante para las instituciones educativas contar con modelos apropiados para identificar los atributos de calidad en el servicio y evaluar la relación entre la calidad percibida y la satisfacción del cliente; lo cual se traduce en lealtad hacia la institución y mejora en sus indicadores (Navarro y Favila, 2013; Sánchez y Sánchez, 2016), como el aumento de matrícula, certificaciones y reconocimientos como programa de calidad nacional e inclusive internacional que es la métrica, objetivo, diferenciación y competitividad en el mercado (PDI, 2014-2019; PED, 2016-2022; PND, 2019-2024).

## METODOLOGIA

El trabajo de investigación tendrá sustento científico en la teoría de mejoramiento continuo que promueve una institución educativa, en forma de servicios de calidad y con excelencia. Por lo tanto, exige como requisito previo conocer con precisión las necesidades de los clientes, y la única forma de conseguirlo es dando voz a estos para que las expresen.

El tipo de investigación por su finalidad es aplicada, por su alcance es descriptiva, con fuentes primarias, dimensión transversal y enfoque mixto. Adicionalmente, se utiliza un método de acción ya que busca transformar la realidad, y está inmerso el estudio dentro de los métodos de trabajo y producción, específicamente métodos de administración de la calidad ya que intentan llevar a cabo una mejora continua en una institución en particular. En la Figura 1, se ejemplifica la secuencia del diseño de la investigación; relacionando a lo largo del proceso los métodos descriptivo, inductivo y correlacional.



**Figura 1** Diseño de investigación

Algunas de las metodologías más socorridas para la gestión y mejora de la calidad en los servicios para iniciar es un análisis FODA (fortalezas, oportunidad, debilidades y amenazas) y matrices como el MEFI y MEFE, necesarias para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones

(Chapman, 2004; Cuesta, 2010; Villalón, 2017; Rivero, 2018); y a partir de esta, aplicar la metodología QFD, pues se considerada una herramienta de planeación, flexible y adaptable a la aplicación que se desee (Raharjo et al., 2007; Singh et al., 2008; González et al., 2011), teniendo como objetivo primordial identificar las necesidades y requerimientos de los involucrados.

El QFD, es una metodología que forma parte del Control Total de la Calidad (TQM por sus siglas en ingles), dentro de la filosofía de mejoramiento continuo, junto con otras técnicas apoyan al desarrollo y aplicación del mismo en toda organización independientemente del giro (Chan & Wu, 2002; Montesinos et al., 2020). Esta se considera también como una herramienta de planeación, que transforma las necesidades y deseos del cliente en requisitos de diseños de servicios o productos, y que tiene el objetivo de traducir la Voz del Cliente (VoC) en características de calidad para alcanzar la satisfacción total de los actores involucrados (Singh & Rawani, 2018). Consiste básicamente en transmitir “QUÉ desean los clientes” (necesidades o atributos) en “CÓMO se puede satisfacer esa necesidad” (características técnicas o de diseño) aplicando sucesivamente a lo largo de toda la cadena de clientes/usuarios/stakeholders externos e internos y su valoración relativa (Maritan, 2015). Las expectativas y necesidades de los clientes son recolectadas a través de técnicas de investigación de mercados (entrevistas, encuestas, etc.), como se hizo en este caso y mediante las distintas casas desarrolladas se organizan los datos obtenidos para definir y ponderar los más de los menos importantes, para ello existen diferentes modelos aceptados y publicados referentes al desarrollo e implantación del QFD, adecuándolos a la situación y problemática a resolver; algunos se centran en la primera casa, y otros proponen diferentes y diversas matrices (Singh & Rawani, 2018).

Para ello se requiere conocer con precisión los requerimientos y necesidades de los involucrados, y la una forma de conseguirlo es escuchar la VoC para entregar de manera eficaz y eficiente todos los servicios disponibles, de cara a mejorar la calidad percibida por ellos (Aytac & Deniz, 2005; Singh et al., 2008; Brochado, 2009; Jiménez et al., 2020). Dentro de su diversidad de aplicaciones, se puede hacer uso en las IES, por ejemplo, en la actualización de PE y currículo (Maneiro, 2009; Crişan

& Enache, 2011; Hafeez & Mazouz, 2011; Liu et al., 2013; Pastor, 2014; Balderrama et al., 2016; Matorera, 2016; Singh & Rawani, 2018; Cao & Jiang, 2021).

El objeto de estudio es un programa de posgrado de la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM), ubicado en la región mixteca, del estado de Oaxaca, México, que fue creada hace más de 20 años, como modelo educativo que consiste en universidades situadas en zonas marginadas y creadas para servir de instrumentos culturales de transformación del entorno social (Seara, 2019). Parte del objetivo del proyecto es generar los factores, indicadores y requisitos para certificarse como posgrado de calidad ante el PNPC del CONACyT.

## RESULTADOS

### 1) Diagnóstico general del caso de estudio

En este apartado se realizó una revisión detallada de la situación actual del objeto de estudio con la finalidad de identificar indicadores, factores positivos y negativos externos e internos, necesidades de los involucrados, fortalezas y debilidades, entre otros. Se llevó a cabo una tormenta de ideas, encuestas, entrevistas de campo directas e indirectas (investigación primaria). Para ello se consideró los estándares de seguridad y ética.

Algunos de los indicadores que se identificaron y analizaron, aunque por cuestión de espacio no se incluyen en el escrito son:

- Ubicación geografía del caso de estudio (marco contextual)
- Modelo educativo: plan de estudios, créditos, horas, número de materias, materias optativas, perfil de los profesores, horarios, estancias, otras actividades.
- Líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) de la MTAM.
- Núcleo Académico Básico (NAB): publicaciones, nivel académico, líneas de investigación, etc.
- Se identificaron tesis publicadas, tutores asignados,
- Infraestructura (espacios, talleres, laboratorios y equipamiento) de la MTAM.
- Información de egresados (% titulados, eficiencia terminal, etc.).
- Pertinencia del programa.

- Productividad académica (artículos, capítulos de libro, patentes, congresos, etc.) tanto del NAB como de los profesores de apoyo.
- Procedimiento actual de la actualización de programas de estudio en la UTM nivel posgrado.
- Análisis de la competencia (IES con maestrías similares) a nivel estatal y nacional: identificando objetivo, visión, misión, materias básicas y optativas, costos de colegiatura, etc.
- Comparativa de las unidades de aprendizaje/ asignaturas con las otras IES.
- IES e instituciones publicadas y/o privadas para generar proyectos de vinculación.

## 2) Desarrollo de Análisis FODA

Para este apartado primeramente se aplicaron entre otras herramientas *Brainstorming*, *focus Group*, con la finalidad de identificar atributos del PE, se logró más de 100 factores relacionados a la cuestión del modelo educativo, pero debido a la cantidad, se ponderaron hasta obtener los críticos de los importantes y llegar a 43 criterios, y clasificándose a su vez en D-debilidades, F-Fortalezas, A-Amenazas y O-Oportunidades (Tabla 1). Una vez logrado lo anterior, se desarrollaron matrices de evaluación, como son el MEFI y MEFE.

**Tabla 1** Criterios clave de éxito

#	FACTORES Factores clave de éxito	Int. Ext.			
		D	F	A	O
1	Institución y comunidad universitaria concienciada con la problemática actual y sin disposición a colaborar.	X			
2	Situación y clima atractivo para la captación de estudiantes a nivel nacional		X		
3	Infraestructura tecnológica al servicio de la sociedad.				X
4	Acreditación y certificación de titulaciones, servicios y recursos humanos.	X			
5	Liderazgo académico y cultural en la región.			X	
6	Actualización constante del profesorado y personal de apoyo de la maestría.				X
7	Falta de convenios con universidades internacionales			X	
8	Presupuesto federal y estatal, cubre gastos básicos			X	
9	Cargas de trabajo de los profesores: muchas comisiones de gestión y docencia, que repercute en baja producción académica.	X			
10	La región mixteca no visualiza a su población estudiando un posgrado.			X	
11	No está en el padrón del PNPC	X			
12	Transferencia tecnológica.				X
13	Desvinculación del programa de posgrado con los sectores de la sociedad.				X
14	Interés por parte de los egresados para ejecutar acciones de proyección social.		X		

15	CA relacionado con el posgrado en el área de “Ingeniería de Materiales funcionales” que cuenta con vasta experiencia en la síntesis y caracterización de materiales, contando con laboratorios propios y colabora con centros de investigación.		X		
16	Reducción del presupuesto a la educación de posgrados.			X	
17	Virtualización de la educación (cursos en línea).	X			
18	Investigadores de tiempo completo y de alto nivel (grado académico) capaces de desarrollar algunas líneas de investigación que el programa ofrece.		X		
19	Habilitación de la mayoría de los profesores: perfil deseable y otros pertenecientes al SIN (Sistema Nacional de Investigadores)		X		
20	Prestigio conseguido por la universidad por su liderazgo regional y estatal, y su compromiso social y cultural.				X
21	El estado de Oaxaca no cuenta con la infraestructura industrial para aprovechamiento y/o retención de los recursos humanos formados altamente especializados.			X	
22	Laboratorio con máquinas de control numérico y equipo sofisticado de automatización, electrónica, mecánica, materiales, etc.		X		
23	Técnicos de tiempo completo con experiencia como apoyo en los talleres y laboratorios		X		
24	Existen Cuerpos Académicos (CA) relacionados a la maestría.		X		
25	Aulas que cuentan con internet, cañón, y equipo suficiente y necesario		X		
26	Sala de cómputo específica para la maestría.		X		
27	Profesionistas honestos y con conocimientos suficientes para laborar en el sector público o privado		X		
28	Procesos no documentados y sin control (indicadores, rubrica, cursos de actualización, etc.).	X			
29	Existe difusión del posgrado.	X			
30	La contabilidad del programa tiene un balance general con números positivos.			X	
31	Se cuenta con una administración soportada por un sistema de información para el posgrado y su gestión de indicadores.	X			
32	Carencia de una biblioteca especializada en el área de manufactura.	X			
33	Plan de estudios sin actualizar o reestructurar.	X			
34	La maestría de MTAM tiene la posibilidad de incorporar más CA de otras áreas a fines.				X
35	Los criterios de evaluación son conocidos previamente por los estudiantes.		X		
36	Se cuenta con maquinaria, herramientas, talleres y laboratorios suficientes		X		
37	Horarios accesibles para el desarrollo de prácticas e investigación.		X		
38	El programa incluye materias que les permiten a los estudiantes desarrollar investigación en otras áreas del conocimiento.				X
39	Ofertar seminarios que complementen la formación del estudiante.				X
40	Existen líneas de terminación bien definidas del posgrado, que se han cultivado y generado productos académicos.		X		
41	Se cuenta con metodología, estrategia y plan quinquenal para la actualización del programa.	X			
42	Existe un plan de mantenimiento de maquinaria y equipo de talleres y laboratorios.	X			
43	El PE se ha diseñado para garantizar que los objetivos del programa se alcanzan en dos años y facilitan la obtención del grado.	X			

a) Matriz MEFI: se realizó una lista de las fuerzas internas que se encontraron dentro de la parte de fortalezas y debilidades (Tabla 2), después se asignó un peso relativo a cada una de ellas, a continuación, se evaluó del 1 al 4 (4 y 3 para fortalezas; 2 y 1 para debilidades) y, por último, se ponderó multiplicando el peso por la evaluación.

**Tabla 2. Matriz de Evaluación de los Factores Internos (MEFI)**

	Factores claves de éxito	Peso	Eva.	Pond.
#	<b>FORTALEZAS</b>			
1	Situación y clima atractivo para la captación de estudiantes a nivel nacional	0.048	4	0.192
2	Interés por parte de los egresados para ejecutar acciones de proyección social.	0.032	3	0.096
3	CA relacionado con el posgrado en el área de 'Ingeniería de Materiales funcionales' que cuenta con vasta experiencia en la síntesis y caracterización de materiales, contando con laboratorios propios y colaborando actualmente con centros de investigación a nivel nacional.	0.064	4	0.256
4	Profesores de alto nivel (grado académico) capaces de desarrollar algunas líneas de investigación que el programa ofrece.	0.048	4	0.192
5	Habilitación de la mayoría de los profesores: perfil deseable y/o SNI.	0.048	3	0.144
6	Laboratorio con máquinas de control numérico y equipo sofisticado de automatización, electrónica, mecánica, materiales, etc.	0.04	4	0.16
7	Técnicos de tiempo completo como apoyo en los talleres y laboratorios	0.04	3	0.12
8	Existen CA relacionados a la maestría.	0.032	4	0.128
9	Aulas que cuentan con internet, cañón, y equipo suficiente y necesario	0.016	3	0.048
10	Sala de cómputo específica para la maestría.	0.024	4	0.096
11	Profesionistas honestos y con conocimientos suficientes para laborar en el sector público o privado.	0.04	3	0.12
12	Los criterios de evaluación son conocidos previamente por los estudiantes.	0.016	4	0.064
13	Se cuenta con maquinaria, herramientas, talleres y laboratorios suficientes	0.04	3	0.12
14	Horarios accesibles para el desarrollo de prácticas e investigación.	0.048	4	0.192
15	Existen líneas de terminación bien definidas del posgrado, que se han cultivado y generado productos académicos relacionados a estas.	0.024	3	0.072
	Subtotal fortalezas			2.0
#	<b>DEBILIDADES</b>			
1	Institución y comunidad universitaria concienciada con la problemática actual y sin disposición para colaborar.	0.056	2	0.112
2	Acreditación y certificación de titulaciones, servicios y recursos humanos.	0.024	1	0.024
3	Cargas de trabajo de los profesores: muchas comisiones de gestión y docencia, que repercute en baja producción académica.)	0.056	2	0.112
4	No está en el padrón del PNPC.	0.064	1	0.064
5	Virtualización de la educación.	0.024	2	0.048
6	Procesos no documentados y sin control (indicadores, rubrica, cursos de actualización)	0.048	2	0.096
7	Existe difusión del posgrado.	0.032	1	0.032
8	Se cuenta con una administración soportada por un sistema de información para el posgrado y su gestión de indicadores.	0.024	1	0.024
9	Carencia de una biblioteca especializada en el área de manufactura.	0.024	1	0.024
10	Plan de estudios sin actualizar o reestructurar.	0.032	2	0.064
11	Se cuenta con metodología, estrategia y plan quinquenal para la actualización del plan	0.016	1	0.016
12	No existe un plan de mantenimiento de maquinaria y equipo de talleres y laboratorios, donde se toman en cuenta las necesidades reportadas por los involucrados.	0.024	2	0.048
13	El PE se ha diseñado para garantizar que los objetivos del programa se alcanzan en dos años y facilitan la obtención del grado en este plazo.	0.016	1	0.016
	Subtotal debilidades			0.68
	<b>TOTAL</b>	1.0		2.68

En resumen, después de desarrollar la matriz MEFI, se realizó el siguiente análisis:

Inicialmente se debe comparar el peso ponderado total de las fortalezas contra el de las debilidades, en este caso es de 2.0 de ponderación de las fortalezas contra

0.68 de las debilidades, significa que las fuerzas o los medios internos es favorable en el posgrado.

El total ponderado es de 2.68, entonces se caracteriza en este análisis y caso de estudio que el posgrado al tener ponderación por encima de 2.5 indica que tiene una posición interna de fuerza relativamente buena, pues esta poco arriba del punto de equilibrio. Sin embargo, se debe mejorar obviamente, seguramente hay muchas áreas de oportunidad.

b) Matriz MEFE: en esta se clasificaron las amenazas y oportunidades de la MTAM. El objetivo es indicar si las estrategias presentes de la empresa están respondiendo con eficacia al factor crítico de éxito, es decir, qué está haciendo la empresa sobre ese factor.

Como primer paso se hace una tabla con la lista de los factores externos (Tabla 3), empezando con las oportunidades; a continuación, se asigna un peso a cada una de ellas, no siendo mayor a 1.0 en ambas; en el caso de las oportunidades se evalúan con 3 y 4, y en el caso de las amenazas con 1 y 2; por último, se encuentra el subtotal y total ponderado.

En resumen, después de desarrollar la matriz MEFE, se realizó el siguiente análisis:

La clave de la MEFE, consiste en que el valor del peso ponderado total de las oportunidades sea mayor al peso ponderado total de las amenazas. En este caso el peso ponderado total de las oportunidades es de 1.75 y el de las amenazas es 0.79, lo cual establece que el ambiente externo es favorable a la organización.

Por otro lado, es importante aclarar que las cifras resultantes de aplicación de las matrices anteriores no son mágicas, sino más bien permiten asimilar y evaluar la información de manera significativa con la finalidad de apoyar la toma de decisiones.

**Tabla 36.** Matriz de Evaluación de los Factores Externos (MEFE)

	Factores claves de éxito	Peso	Cal.	Pond.
#	OPORTUNIDADES			
1	Infraestructura tecnológica al servicio de la sociedad.	0.091	4	0.364
2	Actualización constante del profesorado y personal de apoyo de la maestría.	0.052	3	0.156
3	Transferencia tecnológica.	0.065	4	0.260
4	Desvinculación del programa de posgrado con los sectores de la sociedad.	0.065	3	0.195

5	Prestigio conseguido por la universidad por su liderazgo regional y estatal, y su compromiso social y cultural.	0.091	3	0.273
6	La MTAM tiene la posibilidad de incorporar más CA de otras áreas a fines.	0.078	3	0.234
7	El programa incluye materias que les permiten a los estudiantes desarrollar investigación en otras áreas del conocimiento.	0.052	3	0.156
8	Ofertar seminarios que complementen la formación del estudiante.	0.039	3	0.117
	Subtotal oportunidades			1.753
#	AMENAZAS			
1	Liderazgo académico y cultural en la región.	0.065	1	0.065
2	Falta de convenios con universidades internacionales.	0.078	2	0.156
3	Presupuesto federal y estatal, cubre gastos básicos.	0.052	1	0.052
4	La región mixteca no visualiza a su población estudiando un posgrado.	0.091	2	0.182
5	Reducción del presupuesto a la educación de posgrados.	0.078	2	0.156
6	El estado de Oaxaca no cuenta con la infraestructura industrial para aprovechamiento y/o retención de los recursos humanos formados altamente especializados.	0.078	2	0.156
7	La contabilidad del programa tiene un balance general con números positivos.	0.026	1	0.026
	Subtotal Amenazas			0.792
	TOTAL	1.0		2.545

Al finalizar las matrices anteriores, se aplicó la técnica de Pareto, la cual fue una herramienta útil para asignar un orden de prioridades y tomar decisiones con ello, afirmando que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto. El 20% de esfuerzo supone el 80% de los resultados o el 80% del esfuerzo solo supone el 20% de los resultados.

Una vez que se terminaron de realizar los diagramas de Pareto se desarrolló una matriz FODA reducido (tabla 4), que consistió en la ordenación según el orden de importancia de cada uno de los criterios en cada una de los componentes del FODA. Esta se observa que hay más fortalezas del posgrado, lo cual definitivamente se tiene que definir estrategias adecuadas para aprovechar esta situación. Se planteo las acciones para afianzar las fortalezas y acciones para superar las debilidades.

**Tabla 47.** Matriz FODA reducido

	POSITIVOS	NEGATIVOS
POSITIVOS	<b>FORTALEZAS</b> F1 - CA relacionado con el posgrado en el área de 'Ingeniería de Materiales funcionales' que cuenta con vasta experiencia en la síntesis y caracterización de materiales, contando con laboratorios propios y colaborando actualmente con centros de investigación a nivel nacional. F2 - Situación y clima atractivo para la captación de estudiantes a nivel nacional. F3 - PTCs de alto nivel (grado académico) capaces de desarrollar algunas líneas de investigación que el programa ofrece. F4 - Horarios accesibles para el desarrollo de prácticas e investigac. F5 - Laboratorio con máquinas de control numérico y equipo sofisticado de automatización, electrónica, mecánica, materiales, etc F6 - Habilitación de la mayoría de los profesores: perfil PROMEP y otros pertenecientes al SNI. F7 - Existen CAs relacionados a la maestría. F8 - Técnicos de tiempo completo con experiencia como apoyo en los talleres y laboratorios. F9 - Profesionistas honestos y con conocimientos suficientes para laborar en el sector público o privado. F10 - Se cuenta con maquinaria, herramientas, talleres y laboratorios suficientes.	<b>DEBILIDADES</b> D1 - Institución y Comunidad universitaria concienciada con la problemática actual y sin disposición para colaborar. D2 - Cargas de trabajo de los PTCs: muchas comisiones de gestión y docencia, que repercute en baja producción académica.) D3 - No está en el padrón del PNPC. D4 - Procesos no documentados y sin control (indicadores, rubrica, cursos de actualización, etc.). D5 - Plan de estudios sin actualizar o reestructurar. D6 - Virtualización de la educación (cursos en línea). D7 - No existe un plan de mantenimiento de maquinaria y equipo de talleres y laboratorios, donde se toman en cuenta las necesidades reportadas por los involucrados.
	<b>OPORTUNIDADES</b> O1 - Infraestructura tecnológica al servicio de la sociedad. O2 - Prestigio conseguido por la universidad por su liderazgo regional y estatal, y su compromiso social y cultural. O3 - Transferencia tecnológica. O4 - La maestría de MTAM tiene la posibilidad de incorporar más CA de otras áreas a fines. O5 - Desvinculación del programa de posgrado con los sectores de la sociedad.	<b>AMENAZAS</b> A1 - La región mixteca no visualiza a su población estudiando un posgrado. A2 - El estado de Oaxaca no cuenta con la infraestructura industrial para aprovechamiento y/o retención de los RH formados altamente especializados. A3 - Reducción del presupuesto a la educación de posgrados. A4 - Falta de convenios con universidades internacionales.
NEGATIVOS		

Una vez que se clasifico lo anterior, entonces se procedió a generar la matriz FODA (Tabla 5), la cual consiste en entrecruzar cada uno de los factores clave en las distintas fuerzas, asignándoles un peso, para identificar las relaciones entre ellas.

Tabla 58. Matriz FODA

		Oportunidades					Amenazas				Total
		O1	O2	O3	O4	O5	A1	A2	A3	A4	
Fortalezas	F1	1	1	3	2	0	1	1	2	2	13
	F2	2	3	1	0	3	2	1	1	2	15
	F3	3	2	3	2	1	1	1	1	1	15
	F4	2	0	1	0	0	1	1	1	1	7
	F5	3	1	3	1	0	1	1	1	1	12
	F6	0	3	2	2	0	1	1	1	1	11
	F7	1	1	2	3	0	1	1	1	1	11
	F8	2	1	1	0	0	1	1	1	1	8
	F9	1	2	1	1	0	1	2	1	1	10
	F10	3	1	2	0	0	1	1	2	1	11
Debilidades	D1	1	1	0	0	2	2	2	1	0	9
	D2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5
	D3	1	3	1	2	1	1	0	3	1	13
	D4	0	1	2	1	0	0	0	0	1	5
	D5	1	1	2	2	1	0	0	1	1	9
	D6	1	1	1	0	3	1	1	1	1	10
	D7	2	1	2	1	2	0	0	2	0	10
Total	25	24	28	18	14	15	14	20	16		

Para evaluar el impacto se dan valores numéricos como se muestra a continuación: Impacto muy fuerte se evalúa con 3 puntos; impacto fuerte se evalúa con 2 puntos; impacto moderado se evalúa con 1 punto; si se considera no significativo entonces no se otorga punto alguno. Y como resultado se determinó y obtuvo la tabla 5. Por esta razón, aquellos factores que mayor puntuación total alcanzaron se

consideraron los más importantes para la MTAM y, en tal sentido, requieren una atención priorizada para los directivos.

Entre los resultados más significativos luego de la interpretación de la matriz FODA fueron:

- Existencia de impactos muy fuertes, es decir, número 3 (11 en total), e impactos fuertes número 2 (22 en total), significa, por un lado, que las fortalezas y oportunidades son decisorias al relacionarlas con las oportunidades y amenazas.
- La amenaza de mayor importancia son la reducción de presupuesto a la educación de posgrados (A4). Las otras 3 están muy parejas. A pesar de que el presidente dijo que en el 2019 iba a aumentar el presupuesto a las IES, hubo reducción en realidad, levemente dependiendo de la IES, pero al final no hubo aumento.
- La oportunidad que se pueden aprovechar en menor medida es O5 ya que es la que tiene muy poco impacto comparado con todas las demás, la cual es 'Desvinculación del programa de Posgrado con los sectores de la sociedad'. Sin embargo, esto no se debe menospreciar dicha oportunidad, ya que a través de esta podría aumentar la matrícula y mejorar la vinculación con la industria regional y estatal, generando convenios, posiblemente de empleos seguros y satisfactorios y bien remunerados a los egresados del posgrado.

### **3) Desarrollo del QFD**

Una vez que se realizó el diagnóstico de la situación actual, que consistió y culminó con el desarrollo del FODA, se identificaron los principales requerimientos del cliente, entonces se procedió al desarrollo del QFD; para ello la primera actividad fue el análisis de los datos obtenidos de las encuestas y preguntas planteadas a los *stakeholders*, como fue la media, desviación, asimetría y curtosis. Esto era importante de inicio para que se pudiera considerar como Requerimiento Clave (RC), e iniciar el desarrollo de la primera casa de calidad, para ello se consideró lo siguiente:

- 1) Que la suma de las respuestas en la escala de Likert 'Totalmente de acuerdo', 'De acuerdo' no fuera mayor al 50% se considera como RC.

- 2) Reactivos que tuvieran un porcentaje en una respuesta de 'Totalmente en desacuerdo', significa que serían considerados como un área de oportunidad.
- 3) Reactivos con respuesta 'Neutro' tuvieran un porcentaje alto.
- 4) Reactivos cuya desviación con respecto a la media estuviera fuera del rango.
- 5) Reactivos que tuvieran variación y dispersión en sus datos, es decir, que los porcentajes estuvieran repartidos en las cinco respuestas.

Entonces todos los promedios con  $RC > 2$ , fueron considerados como opciones plausibles.

Además, en todos los casos se identificó y encontró el Coeficiente  $\alpha$  de Cronbach, considerando que todos aquellos valores por debajo de 0.7, significaba que no tenían fiabilidad y podrían ser rechazados.

Una vez que se analizaron cada uno de los reactivos planteados, el Núcleo Académico Básico (NAB) del posgrado - quienes son los especialistas, y responsables de actualizar y justificar el nuevo PE – determinaron cuáles fueron los Requerimiento del cliente (RC) prioritarios, ponderando y obteniendo el peso relativo, su importancia y el nivel de peso, teniendo esto, se definieron las características técnicas(CT), que significa traducir esa VoC en algo medible, a estos se les llamo Opciones Estratégicas (OE), básicamente para facilidad de la interpretación de cada uno de los RC. Finalmente se obtuvo la importancia absoluta multiplicando cada uno de los RC X OE, se evaluó y determinó la dificultad de lograr cada uno de los OE, esto como parte de la metodología QFD que se debe ir desarrollando, para dar solución y tomar decisiones para la siguiente etapa que fue la 2da casa.

Entonces después del análisis de las preguntas que se realizaron a los profesores, administradores, egresados, y empleadores, a través de fichas técnicas de investigación y del análisis de expertos en el tema, de la adecuación y modificación de cada una de las preguntas, y lograr el análisis de las respuestas dadas por los mismos. Entonces los requerimientos finales y los COMO resultado de cada uno de los QUE, identificados y clasificados, se presentan en la tabla 6.

**Tabla 69. 'QUÉ' y 'CÓMO'**

#	'QUÉ' / servicio	Peso	'CÓMO' (medibles)	Unidades
1	Procedimientos de evaluación flexibles	0.049	Definir metodología de evaluación	Tipo de metodología: Dura o blanda
2	Materias enfocadas a la generación de productos académicos	0.054	Materias donde se deban generar productos académicos	Número de productos académicos
3	Facilidad de inclusión de nuevas líneas de investigación en el PE	0.050	Identificar LGAC acordes a los objetivos del posgrado para facilitar su inclusión.	Numero de LGAC
4	Cantidad de prácticas por materia	0.049	Definir las materias con enfoque aplicativo en el PE	Numero de prácticas por materia
5	Planeación temprana para el desarrollo de tema de tesis	0.054	Exposición de proyectos o líneas de investigación por parte de los profesores en el Curso propedéutico	Número de profesores con proyectos o LGACs relacionadas
6	Materias optativas considerando el tema de tesis	0.054	Seleccionar materias en común acuerdo con el director de tesis	Numero de materias optativas a cursar
7	Seminarios/optativa sobre nuevos materiales	0.049	Proponer materia relacionada a nuevos materiales	Numero de temas y subtemas

8	Asegurar conocimientos suficientes de los estudiantes sobre el contenido de las materias	0.059	Seguimiento de Trayectoria escolar (asesorías y tutorías) y profesional (seguimiento egresados)	Semestral
9	Mejorar la Proactividad de los estudiantes	0.052	Fomentar en los estudiantes la participación en proyectos, productos académicos y/o vinculación con la industria.	Numero de PA al semestre
10	Asegurar el adecuado perfil ingreso/egreso de los estudiantes	0.049	Revisar criterios, requisitos, procedimientos e instrumentos para selección de estudiantes	Semestralmente
10a			Revisar competencias, conocimientos, habilidades y actitudes y valores del egresado.	Semestralmente
11	Acervo bibliográfico actualizado y suficiente	0.052	Actualización periódica de libros y revistas físicos y digitales	Revisión semestral
12	Equipo y maquinaria del LTAM actualizado y suficiente	0.054	Revisión periódica del funcionamiento del equipo y maquinaria	Revisión semanal
			Adquirir herramientas, equipo y maquinaria	Revisión semestral
13	Apoyo del director de tesis para generar productos académicos	0.055	Proponer alcance en productos académicos de la tesis	Número de PA por semestre relacionado a la tesis
14	Capacitación continua de los docentes	0.053	Incentivar a los docentes a capacitarse continuamente en su área de interés	Número de cursos tomados semestralmente
15	Desarrollar habilidades tecnológicas, analíticas y de investigación en los estudiantes	0.057	Proponer materias para desarrollar habilidades tecnológicas, analíticas y de investigación.	Número de optativas en esta línea
16	Conocimientos prácticos en el uso de maquinaria, equipo y herramientas	0.052	proponer materia para obtener conocimientos en el uso de maquinaria y equipo.	Número de optativas en esta línea
17	Conocimientos sobre automatización de procesos	0.053	proponer materia para obtener conocimientos en automatización de procesos	Número de optativas en esta línea
18	Conocimientos en el área de materiales	0.053	proponer materia relacionada al conocimiento de nuevos materiales.	Número de optativas en esta línea
			Implementar estancias o pasantías en verano en la industria o laboratorios (centros de inv.)	Número de estancias o pasantías
19	Vinculación con la industria	0.052	Desarrollar un sistema de vinculación con las empresas	No de convenios

Finalmente se desarrolló y obtuvo la primera casa de la calidad que se presenta en la tabla 7, y que por mucho es la mas importante que es básicamente vaciar esos QUES y COMO en la matriz de calidad



**Tabla 8. Opción estratégicas críticas e importantes**

Opción estratégica (OE)	'CÓMO' #	Imp. Abs.	%	80-20
Revisión periódica del funcionamiento del equipo y maquinaria	Como13	232	7%	7%
Adquirir herramientas, equipo y maquinaria	Como14	223	7%	14%
Proponer alcance en productos académicos de la tesis	Como15	223	7%	21%
Seleccionar materias en común acuerdo con el director de tesis	Como6	211	6%	27%
Proponer materia relacionada a nuevos materiales	Como7	201	6%	33%
Exposición de proyectos o LGAC por parte de los profesores	Como5	201	6%	39%
Proponer materia para obtener conocimientos en el uso de maquinaria y equipo	Como18	197	6%	45%
Materias donde se deban generar productos académicos	Como2	172	5%	50%
Definir metodología de evaluación	Como1	166	5%	55%
Incentivar a los docentes a capacitarse continuamente en su área de interés	Como16	165	5%	60%
Seguimiento de trayectoria escolar y profesional	Como8	153	5%	65%
Revisar competencias, conocimientos, habilidades, actitudes y valores del egresado	Como11	150	5%	69%
Fomentar en los estudiantes la participación en proyectos, productos académicos y/o vinculación con la industria	Como9	143	4%	74%
Proponer materia para desarrollar habilidades tecnológicas, analíticas y de investigación	Como17	134	4%	78%
Definir las materias con enfoque aplicativo en el PE	Como4	129	4%	82%
Revisar competencias, conocimientos, habilidades, actitudes y valores del egresado	Como12	116	4%	85%
Implementar estancias o pasantías en verano en la industria o laboratorios	Como20	110	3%	89%
Revisar criterios, requisitos, procedimientos e instrumentos para selección de estudiantes	Como10	101	3%	92%
Implementar estancias o pasantías en verano en la industria o laboratorios	Como21	98	3%	95%
Proponer materia para obtener conocimientos sobre automatización de procesos	Como19	91	3%	97%
Identificar LGAC acordes a los objetivos del posgrado	Como3	86	3%	100 %

Esta matriz permite que el PE de la MTAM, tenga opciones estratégicas necesarias en función de las necesidades de los *stakeholders*. En la vida real, la aplicación del QFD se limita al desarrollo de la primera matriz (Casa de la Calidad), por tal motivo el proceso de implantación propuesto por diferentes autores puede finalizar con el desarrollo de ésta. Han et al. (2001) indica que no más del 5% de las empresas va más allá de la primera matriz.

Una vez definida lo anterior, se identificaron áreas de oportunidad con base a los procesos, controles y procedimientos identificados, entonces se determina las acciones a llevar a cabo para cada uno de los procesos críticos, definiendo responsables, asignando recursos y determinado indicadores y medios de verificación para cada uno de estos, como se puede observar en la Tabla 9, que se presenta de este caso práctico analizado.

Cabe mencionar que un plan de mejora no depende de una persona, debe ser un trabajo colaborativo e integral en donde cada una de las partes debe estar

consciente de la importancia que todo posgrado de la universidad necesariamente se debe encaminar a ser parte del PNPC, es decir, debe ser uno de los más importantes objetivos a conseguir, para lograr esto se debe establecer y definir estrategias, acciones, tiempos, recursos, etc. y juntarse los elementos necesarios para lograr consolidar la MTAM-UTM en este caso, para ello se puede hacer uso de este modelo, generando inicialmente un diagnóstico e identificando las necesidades de los segmentos involucrados para y a partir de ello tomar decisiones

**Tabla 9. Áreas de oportunidad del caso práctico analizado**

Áreas de oportunidad	Acciones a realizar	Medios de verificación
Actualizar PE* (corto plazo)	Actualizar PE de forma inmediata, considerando entre otros puntos: áreas formativas (especialización), asignaturas obligatorias y optativas, cantidad de asignaturas, horas/clase, horas/práctica según sea el caso, docente titular y sustituto, nivel del idioma inglés, contenidos temáticos, mapa curricular.	Documento completo del PE actualizado. Documento: análisis de pertinencia social y educativa del programa. Mapa curricular. Acta de aprobación colegiada de la IES y registro antes la DGP.
Aumentar matrícula (corto plazo)	Mejorar e implementar estrategias de promoción más efectivas de la maestría.	Asistencia de visitas a instituciones de nivel medio superior. Revisión de acceso a página web. Llamadas, entrevistas, citas con el coordinador.
Mayor vinculación con la industria (mediano plazo)	Mayor vinculación con la industria regional y estatal para desarrollar proyectos en materias específicas del PE, realizar estancias cortas, colaboración en general.	Actividades de colaboración (vinculación) con los sectores de la sociedad. Descripción de mecanismos de transferencia y aplicación de los conocimientos que tiene el programa.
Mejorar los resultados e impacto del programa (largo plazo)	Mejorar la productividad en investigación e innovación, como es en la generación del conocimiento y aplicación del conocimiento. Mayor colaboración con otros posgrados del área a nivel nacional e internacional para incidir de manera positiva en el entorno.	Evidencia de la productividad. Análisis de alcance y tendencia de los resultados del PE. Documento descriptivo de la pertinencia del programa y estadísticas de los estudios de pertinencia del PE.
Desarrollar productos en inv. colaborativa	Colaboración entre director (o P-I), estudiantes e investigadores externos a la universidad, en el desarrollo de tesis y/o productos de investigación.	Relación de la participación de los estudiantes, profesores (director) y externos en las LGAC del programa.
Movilidad académica de estudiantes y P-I	Motivar, apoyar y dar apertura a los estudiantes para que exista movilidad académica, estancias o proyectos de investigación en común colaboración con centros de investigación, universidades, industrias, etc. en el país.	Acuerdos colaborativos con otras IES. Constancia de reuniones de trabajo con investigadores externos de otra IES.
Aumentar Planta docente con el perfil y con SNI* (LP)	Habilitar, invitar y apoyar a los investigadores para obtener el perfil y después el SNI. Definir planes y actividades anuales para mantener u obtener este indicador.	Constancia que avale que tiene perfil y pertenece al SNI. Informe de investigación por profesor y metas año tras año por escrito.
LGAC asociadas a la MTAM (MP)	* Describir LGAC del programa relacionadas con las prioridades en materia de ciencia, tecnología y sociedad. * Congruencia entre los objetivos vs perfil de egreso vs LGAC. * Participación de estudiantes y profesores en proyectos derivados de las LGAC.	Relación de productos de investigación de las LGAC de los estudiantes y profesores del NAB. Resumen de productos de investigación obtenidos de las LGAC.
Desarrollar el SIAC	Desarrollar e implementar el Sistema Interno de Aseguramiento de Calidad (SIAC).	Documento: SIAC

Con base en la anterior tabla, se planteo un plan de mejora continua (Tabla 10), tomando en cuenta que continuamente se tendrá que reformular este plan dentro del PID del posgrado, planteando, analizando e identificando fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en términos de los objetivos, metas, actividades, tiempos, recursos necesarios e indicadores de seguimiento. Así mismo, se deberá establecer acciones preventivas y en su caso correctivas para la mejora del programa académico de la MTAM.

La mejora continua de la MTAM y de todo posgrado, área o en este caso plan de estudio analizado, tendrá y tiene que ser a través de procesos de autoevaluación permanente por mecanismos de operación, que permitan asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad vinculados con los requerimientos de los criterios que evalúa en este caso el CONACyT y sus ejes centrales (aspectos formativos, gestión de los procesos de investigación, vinculación con la sociedad, articulación del contexto -estructura-procesos-resultados, y la prioridad para transferir el conocimiento y contribuir a dar respuesta a las necesidades sociales de manera dinámica). Formulando estrategias con la planeación de acciones, que permiten el cumplimiento de las metas en los periodos de tiempo definidos a nivel institucional y a nivel

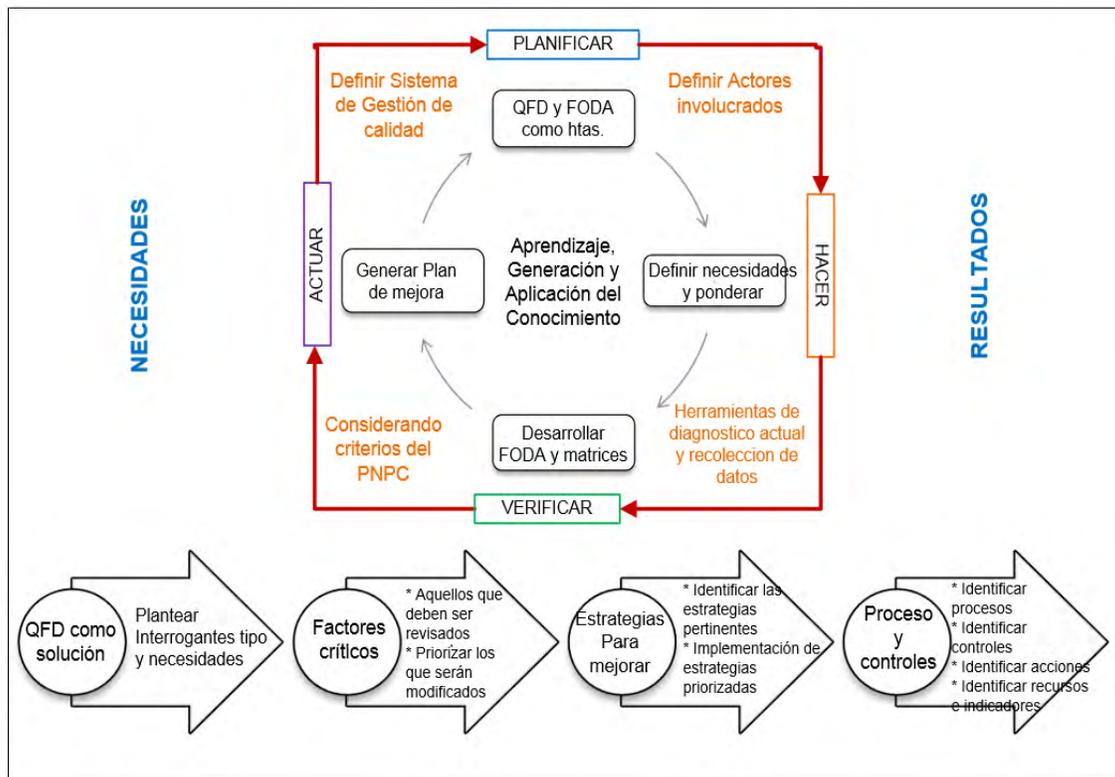
**Tabla 10** *Plan de mejora continua*

<b>Acciones de mejora</b>
<p>1) Plantear a corto plazo la evaluación del programa ante el CONACyT y/o la acreditación y certificación del programa ante las instituciones correspondientes. Ya que con esto demuestra la homogeneidad de criterios y factores al programa, fomentando una congruencia de cultura de calidad y evolución del modelo educativo.</p> <p>2) Mejorar e implementar estrategias de promoción más efectivas de la maestría. Esto es un punto clave para aumentar la matrícula, lo cual puede ser a través de un marketing universitario diferente, innovador, en gran medida a través de propaganda online y directa, es decir, promocionar directamente a los IES más cercanas.</p> <p>3) Actualizar oportunamente la pertinencia del programa educativo, considerando las necesidades sociales, congruencia e impacto del programa; proponer la reestructura curricular del programa, considerando la orientación del programa, perfil de ingreso/egreso, CA ligados y LGAC definidas, seguimiento de egresados y estudios de mercado atendiendo las demandas del entorno.</p> <p>4) La tasa de titulación en tiempo y forma durante la trazabilidad del profesor. Considerando en cada una de las tesis desarrolladas excelencia y calidad, intentando generar un impacto social en los proyectos trabajados y propuestas orientadas a la solución de problemas estratégicos de la región, generando indicadores importantes y publicaciones de calidad.</p> <p>5) Fortalecimiento de la planta docente en las áreas de investigación de la MTAM. Planear actividades de capacitación, educación continua y mejora de indicadores útiles para la evaluación ante organismos certificadores, evaluación del desempeño 360, sostenimiento e incremento de niveles SNI.</p> <p>6) Mejorar la Productividad. Tanto de NAB como de los P-I relacionados al posgrado de manufactura en generar productos de investigación de calidad; además se debe promover y/o motivar a los estudiantes a generar también productos académicos, inclusive invitando a investigadores externos al programa o profesionales del área de la industria del estado o del país.</p>

- 7) Seguimiento del desempeño académico de los estudiantes. Esto puede ser a través de tutorías, asesorías, asignación de proyectos académicos y/o de investigación, con planeación de estancias de movilidad académica con los diferentes sectores de la sociedad, para enfrentarse al mercado laboral con las herramientas necesarias para un adecuado desarrollo profesional y que además brinden la oportunidad de conseguir mejores oportunidades de empleo en comparación con las que se tienen hasta antes de cursar una maestría.
- 8) Infraestructura: selección y adquisición de equipos indispensables y vitales para la investigación; acceso e inscripción de BD de prestigio; software reciente e indispensable; todo esto con el firme objetivo de generar productos académicos de alto impacto, patentes y diseños industriales en el área de manufactura.
- 9) Vinculación y/o colaboración con redes de investigación en el sector productivo público y privado, intercambio y movilidad en materia de estancias y proyectos de investigación.

Finalmente, como parte del proceso de mejora continua, se definió un modelo desarrollado y aplicado, que se muestra en la Figura 2, considerando las principales actividades y acciones realizadas, es decir, una visión sistémica e integral del PE mejorado. A su vez este modelo de puede ser aplicado en otros análisis de programas de estudio del SUNEО o de cualquier otra institución educativa, adaptándola según el modelo de estudios que prevalezca.

Figura 2. Modelo de mejora propuesto



## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este mundo altamente competitivo, la calidad de cualquier servicio o producto es la necesidad más importante del día. Eso ha obligado a varias instituciones educativas actualmente a utilizar herramientas de mejora y monitoreo de calidad para el avance de sus procesos y procedimientos internos o externos. Los estudios de posgrado adquieren importante relevancia, ya que la intención es formar investigadores, profesionales y expertos para contribuir al desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación a nivel estatal y nacional con suficiente capacidad ligados al campo laboral para contribuir al desarrollo de una mayor competitividad de la economía nacional.

Este proyecto de investigación se centró en detectar las necesidades y requerimientos de los segmentos académicos y sociales para actualizar un PE de posgrado en el área de manufactura, necesario en la región y estado, debido al interés por generar fuentes de empleo, a partir de la industria maquilera y manufacturera, ya que otorga salarios con sueldos fijos y prestaciones adicionales, por eso la importancia de tener mano de obra especializada en el área, y por lo tanto, las IES, sus carreras y sus posgrados, junto con sus PE deben adecuarse y adaptarse a esas exigencias. Esto converge con el posgrado que oferta la UTM, ya que no existe otro similar en el estado, y beneficia ya que al ser un modelo educativo de tiempo completo en determinado momento podría permitir realizar estancias o intercambio con la industria del país y después aplicar dichos conocimientos en la región.

Por otro lado, la importancia de implementar un modelo de planeación estratégica como es el FODA y el QFD en PE de posgrados en México, es importante, ya que a través de ello se puede identificar y planear con anticipación las necesidades de los segmentos involucrados, adecuarse, priorizar y sacar el mayor provecho a todos los recursos con los que cuenta la institución. Además de que son herramientas prácticas, sencillas y versátiles por utilizar y desarrollar.

Se cumplió con el el objetivo en su totalidad, ya que se consideró y analizó la VoC, definiendo sus requerimientos y necesidades, trazando acciones, responsables, indicadores a revisar continuamente, como parte de los estándares de calidad a lograr. Se estableció una mejora del PE actual, utilizando un modelo de mejora continua para seguir siendo competitiva y tener éxito a largo plazo a través de la gestión de calidad e incorporándolos en todas sus actividades.

También se puede argumentar que el valor práctico derivado del análisis del entorno que fue la primera etapa de la aplicación de la metodología, aportará a los directivos a priorizar actividades, una vez que se identificó las mejores oportunidades y fortalezas por parte de los involucrados. En la segunda etapa, relacionado al desarrollo del QFD, será de utilidad para la toma de decisiones del coordinador, ya que el se entiende que debe conocer las necesidades académicas, según el enfoque y perfil que se pretende conseguir con este posgrado en particular. En estos se incluyó además los criterios que solicita el PNPC-CONACyT para su evaluación. Si bien no son metas que se alcanzan de un día a otro, si es importante identificar cuáles son las acciones posibles a seguir para cumplir con los objetivos.

Finalmente se debe afirmar que toda toda institución educativa debería adoptar principios de gestión de calidad e incorporarlos en todas sus actividades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aytac, A. & Deniz, V. (2005). Quality function Deployment in education: A curriculum review. *Quality and Quantity*, 39(4), 507-514. <https://doi.org/10.1007/s11135-004-6814-8>
- Balderrama, I., Reyes, G. & Rabelo, L. (2016). Design of a methodology to update the curriculum contents in CIM technology in the Industrial Engineering degree of Spain. <https://www.researchgate.net/publication/237626732>
- Brochado, A. (2009). Comparing alternative instruments to measure service quality in higher education. *Quality Assurance in Education*, 17(2), 174-190. <https://doi.org/10.1108/09684880910951381>
- Calderón, R. (2017). Las políticas de calidad en los posgrados en Jalisco, México / Quality policies at postgraduate courses in Jalisco, Mexico. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(14), 372 - 383. <https://doi.org/10.23913/ride.v7i14.263>
- Cao, Y. & Jiang, H. (2021). Research on continuous improvement of teaching quality of entrepreneurship education in Colleges and Universities Based on QFD theory. *E3S Web of Conferences*. 251. 03064. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125103064>.
- Cardoso, E. y Cerecedo, M. (2011). Propuesta de indicadores para evaluar la calidad de un programa de posgrado en Educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa (Redie)*, 13(2), 68-82. <http://redie.uabc.mx/vol13no2/contenido-cardosocerecedo.html>
- Chan, LK. & Wu, ML. (2002). Quality Function Deployment: A Comprehensive Review of Its Concepts and Methods. *Quality Engineering*, 15, 23-35. <https://doi.org/10.1081/QEN-120006708>
- Chapman, A. (2004). Análisis DOFA y análisis PEST. [www.degerencia.com](http://www.degerencia.com)
- Cuesta, A. (2010). Tecnología de gestión de recursos humanos. 3ra ed., La Habana: "Félix Varela" y Academia.
- CONACYT (2020). Marco de referencia 2020. Recuperado de: <http://www.conacyt.mx/index.php/becas-y-posgrados/programa-nacional-de-posgrados-de-calidad>
- Crişan, A. & Enache, R. (2011). Designing customer oriented courses and curricula in higher education. A possible model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 11, 235-239. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.01.068>
- Jiménez, C. G., Araya, L. y Rojas, J. (2020). Calidad de servicio como área de investigación en educación superior. *Interciencia*, 45(7), 329-337 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33963922006>
- González, M., Quesada, G., Mueller, J. & Mueller, R. (2011). International business curriculum design: identifying the voice of the customer using QFD. *Journal*

- of *International Education in Business*, 4(1), 6-29.  
<https://doi.org/10.1108/18363261111170568>
- Hafeez, K. & Mazouz, A. (2011). Using Quality Function Deployment as a higher education management and governance tool. *Verslo ir teisės aktualijos / Current Issues of Business and Law*, 6(1), 31–52.  
<https://doi.org/10.5200/1822-9530.2011.02>
- Han, S., Chen, S. Ebrahimpour, M. & Sodhi, M. (2001). A conceptual QFD planning model. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 18(8), 796-812.
- Jiménez, C., Araya, L. y Rojas, J. (2020). Calidad de servicio como área de investigación en educación superior. *Interciencia*, 45 (7), 329-337.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33963922006>
- Liu, SF, Lee, YL., Lin, YZ. & Tseng, CF. (2013). Applying quality function deployment in industrial design curriculum planning. *International Journal of Technology and Design Education*, 23, 1147-1160. <https://doi.org/10.1007/s10798-012-9228-2>
- Maneiro, N., Mejías, A., Ramírez, M. y Ramos, M. (2009). *Aplicación del despliegue de la función de calidad para la evaluación y mejoramiento de un programa de postgrado en Ingeniería. Universidad, Ciencia y Tecnología*, 13(51), 103-112.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212009000200005&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212009000200005&lng=es&tlng=es).
- Maritan, D. (2015). *Practical Manual of Quality Function Deployment*. 1ra ed., Switzerland: Springer. ISBN 978-3-319-08521-0 (eBook).  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-08521-0>
- Montesinos, S., Vázquez, C., Espejo, A. y Ramírez, E. (2020). Aplicación de herramientas de mejora continua a un programa de posgrado. *EDUCERE Revista venezolana de educación*, 25(81), 457-475.  
<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/educere/article/view/16680/2192192820>
- Montesinos, S., Vázquez, C., Maya, I. y Gracida, E.B. (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 25(92), 1863-1883.  
<http://dx.doi.org/10.37960/rvg.v25i92.34301>
- Navarro, J. C. y Favila, A. (2013). La desigualdad de la educación en México, 1990-2010: el caso de las entidades federativas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa (Redie)*, 15(2), 21-33.  
<http://redie.uabc.mx/vol15no2/contenido-navarro-favila.html>
- Pastor, A. (2016). Aplicación de las técnicas despliegue de la función de calidad (QFD) y proceso analítico jerárquico (AHP) a la mejora de la calidad de la formación de posgrado. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (5), 11–36. <https://doi.org/10.51302/tce.2016.95>

- PDI-UTM (2014-2019). Plan de Desarrollo Institucional. Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM). [https://www.utm.mx/~computacion/informacionLocal/PDI\\_2014-2019\\_UTM.pdf](https://www.utm.mx/~computacion/informacionLocal/PDI_2014-2019_UTM.pdf)
- PED (2016-2022). Plan Estatal de Desarrollo. Oaxaca, Gobernador: Alejandro I. Murat Hinojosa. [https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/planes/Plan\\_Estatal\\_de\\_Desarrollo\\_2016-2022.pdf](https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/planes/Plan_Estatal_de_Desarrollo_2016-2022.pdf)
- PND (2019-2024). Plan Nacional de Desarrollo. México, presidencia de la república. <https://lopezobrador.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2019-2024.pdf>
- Sahney, S., Banwet, D. & Karunes, S. (2003). Enhancing quality in education: application of quality function deployment – an industry perspective. *Work Study*, 52(6), 297-309. <https://doi.org/10.1108/00438020310496569>
- Salgado, M., Miranda, S. y Quiroz, S. (2011). Transformación de los estudios de posgrado en México: hallazgos empíricos en el análisis de las maestrías en administración y economía de la UAEM. *Tiempo de Educar*, 12(23). <https://www.redalyc.org/pdf/311/31121090005.pdf>
- Sánchez, J., Vázquez, M., Gándara, R. y González, E. G. (2016). Criterios e indicadores para la evaluación de la calidad en las instituciones de educación superior (IES). *Mercados Y Negocios*, (12), 71–104. <https://doi.org/10.32870/myn.v0i12.5013>
- Sánchez, M. y Sánchez, M. C. (2016). Medición de la calidad en el servicio, como estrategia para la competitividad en las organizaciones. *Revista Ciencias administrativas*, México, 110-117. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2017/03/11CA201602.pdf>
- Seara, M. (2019). Un nuevo modelo de universidad. Universidades para el desarrollo. 3ra ed., México: Universidad Tecnológica de la Mixteca. <http://www.suneo.mx/libros/nmu2.pdf>
- Singh, A. & Rawani, A. (2018). Application of QFD in education sector: a review. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 9(3), 592–599. [https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal\\_uploads/IJMET/VOLUME\\_9\\_ISSUE\\_3/IJMET\\_09\\_03\\_061.pdf](https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJMET/VOLUME_9_ISSUE_3/IJMET_09_03_061.pdf)
- Singh, V., Grover, S. & Kumar, A. (2008). Evaluation of quality in an educational institute: A quality function deployment approach. *Educational Research and Review*, 3(4), 162-168. <https://doi.org/10.5897/ERR.9000150>
- Suliman, S. (2006). Application of QFD in engineering education curriculum development and review. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 16(6), 482-492. <https://doi.org/10.1504/IJCEELL.2006.011892>

- Raharjo, H., Xie, M. & Brombacher, A. (2007). Prioritizing quality characteristics in dynamic quality function deployment. *International Journal of Production Research*, 44(23), 5005-5018. <https://doi.org/10.1080/00207540600547414>
- Tsinidou, M., Gerogiannis, V. & Fitsilis, P. (2010). Evaluation of the factors that determine quality in higher education: An empirical study. *Quality Assurance in Education*. 18. <https://doi.org/10.1108/09684881011058669>
- Villalón, J., Hidalgo, P., Castellano, I. & García, P. (2017). La utilización de matrices estratégicas en la dirección de equipos de baloncesto. OLIMPIA. *Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*, 14(43). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6210817>
- Zaldívar, M., Canto, P. J., y Rubio, N. L. (2018). La calidad de los posgrados de formación docente en México. *Publicaciones*, 48(1), 131-142. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v48i1.7333>
- Zhang, He-Ping & Zhan, Yang & Bian, Jing-Chao. (2011). Application of QFD on Planning courses of Industrial Engineering. *International Journal of Modern Education and Computer Science*. 3. <https://doi.org/10.5815/ijmeecs.2011.03.06>.

## LOGÍSTICA INVERSA EN PYMES DE LA INDUSTRIA PANADERA

MAYTÉ RODRÍGUEZ CISNEROS<sup>1</sup>, EDDER ROGELIO CAMPOS CASTAÑEDA<sup>2</sup>, ELVIRA MARIBEL FLORES  
RODRÍGUEZ<sup>3</sup>

### RESUMEN

La presente investigación analiza la logística inversa y cadena de suministros que se llevan a cabo en empresas del sector panadero de Ecatepec, Estado de México. El objetivo de este proyecto consiste en analizar la cadenas de suministro empleadas actualmente en las Pymes panaderas de este municipio con la finalidad de conocer el grado en el que es implementada la logística inversa, considerando que ésta conlleva una serie de ventajas para la empresa y el entorno. La metodología empleada corresponde a un tipo de investigación, no experimental, exploratoria y descriptiva. El muestreo utilizado fue aleatorio simple y como técnica de recolección de información se aplicó un cuestionario adaptado a las necesidades de esta investigación a juicio de expertos. Los datos arrojados por el mismo fueron analizados con el programa spss. El análisis de la situación presente en las Pymes de éste sector en éste municipio determinó que una proporción bastante significativa de éstas, sí reciclan de una u otra manera los productos que ya no son aptos para su venta directa, por lo que la logística inversa no es ajena a este tipo de establecimientos como se podría pensar en un inicio.

Palabras clave. Logística inversa, cadena de suministro, Pymes.

### ABSTRACT

This research analyzes the reverse logistics and supply chain that are carried out in companies in the bakery sector of Ecatepec, State of Mexico. The objective of this project is to analyze the supply chains currently used in the bakery SMEs of this municipality in order to know the degree to which reverse logistics is implemented,

<sup>1</sup> Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco. mayte.lam@tesco.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco. edder\_campos.ige@tesco.edu.mx

<sup>3</sup> Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco. maribel.flores@tesco.edu.mx

considering that this entails a series of advantages for the company and the environment. The methodology used corresponds to a type of research, non-experimental, descriptive, cross-sectional and case study. The sampling used was simple randomized and as an information gathering technique, a questionnaire adapted to the needs of this research was applied in the opinion of experts. The data produced by it were analyzed with the spss program. The analysis of the present situation in the SMEs of this sector in this municipality determined that a quite significant proportion of these do recycle in one way or another the products that are no longer suitable for direct sale, so that reverse logistics does not is alien to this type of establishment as you might think at the beginnin.

## **INTRODUCCIÓN**

Hoy en día los recursos que son empleados para fabricar productos para las personas son cada vez más costosos, debido claro está a distintos factores socioeconómicos, el más controversial y difícil de eludir de ellos es la inflación que afecta a todos y cada uno de los productos que se consumen, es por tanto indispensable para las empresas el buscar la forma de recuperar materiales por los que ya gastó en lugar de sólo estar adquiriendo nuevos a un precio cada vez mayor. La logística inversa es la respuesta lógica a las necesidades de; poder recuperar valor en aquello que aparentemente es sólo un costo o desperdicio para las empresas; al poder ofrecer un producto con calidad garantizada a los clientes que ahora buscan la posibilidad de devolver aquellos bienes que no satisfagan sus necesidades; al buscar no contaminar tanto, empleando alternativas a los empaques de plástico y también no menos importante al darle un manejo responsable con el medio a los residuos producto de realizar una producción de bienes materiales. Pues esta modalidad de la logística permite el intervenir en cualquier eslabón de la cadena de suministros para recuperar bienes o direccionarlos para su correcto aprovechamiento, atenuando el costo que incurriría el hecho de solamente desecharlos. El conocer la cadena de suministros en la cual se desea emplear esta modalidad es indispensable sin ninguna duda, ya que los procesos de logística inversa no se pueden simplemente replicar de un giro

comercial a otro, deben ser adaptados a cada negocio en el que deseen ser implementados meticulosamente en función de sus necesidades, oferta de productos para sus clientes y la demanda de los mismos, además del proceso de transformación que se lleve a cabo para elaborar productos en cada negocio.

En las panaderías tradicionales esta es una práctica posible, debido a la naturaleza propia de los productos producidos en las mismas, sin embargo será diferente el proceso que será requerido para poder crear productos nuevos con materiales recuperados de tal o cual producto. Esta investigación se centra en conocer el trasfondo, historia e importancia de estos factores en conjunto, tanto la cadena de suministros empleada en este tipo de establecimientos, como la logística inversa presente en Pymes panaderas de Ecatepec de Morelos en el Estado de México y en medir el grado en el que esta es implementada en este sector económico, dado que la implantación de acciones de logística inversa conllevan una reducción de costos para las empresas que la llevan a cabo, se desconoce si este es uno de los factores que contribuyen a la rentabilidad de este sector en el área objeto de estudio.

## **METODOLOGÍA**

### **MÉTODO.**

Esta investigación es de tipo cuantitativa ya que recolecta datos con la finalidad de probar las hipótesis mediante la medición y el análisis.

La investigación que se está elaborando corresponde a los siguientes tipos de investigación:

Es un tipo de investigación no experimental ya que no se manipula el objeto de estudio, no se tiene control de las circunstancias ni experiencias de los participantes.

Es también un estudio de caso descriptivo, ya que se analiza un caso concreto buscando describir el fenómeno que está sucediendo con base a una muestra poblacional sin responder a las preguntas tales como; ¿Cómo, Cuándo o por qué ocurrió tal fenómeno? Sino más bien se responde a la interrogante ¿Qué está sucediendo en la población que es objeto de estudio? En esta investigación se inferirá mediante las preguntas clave:

¿Qué tan prolongada es la vida útil de los productos en este tipo de establecimientos?

¿Qué se realiza con los productos cuando estos ya no son aptos para su venta?

¿Se implementan acciones de logística inversa en estos negocios?

Esta es una investigación exploratoria ya que no se está familiarizado con el tema y es necesaria la recuperación de información investigando, evaluando, comparando y sintetizando los datos obtenidos de las diferentes fuentes de información.

En el estudio fue necesario implementar un análisis estadístico de prueba T student a fin de que los resultados obtenidos representen a la población estudiada con una confianza del 95% en los casos donde se siga una distribución normal y un análisis estadístico con la prueba en caso de que la muestra de estudio tenga una distribución normal.

En caso de que la no siga una distribución normal se clasificará a la misma como no paramétrica y se analizará con una prueba Wilcoxon, las pruebas no paramétricas no presuponen una distribución específica para la población. Estas pruebas pueden ser particularmente útiles cuando se tiene una muestra pequeña que es asimétrica o una muestra que contiene varios valores atípicos como puede ser en este caso de investigación.

Para determinar con qué método de los dos anteriores se contrastarían las hipótesis, fue determinado aplicar una prueba Anderson-Darling, esta prueba muestra si la muestra objeto de estudio tiene una distribución normal (paramétrica) o una distribución diferente (no paramétrica).

El estadístico Anderson-Darling mide qué tan bien siguen los datos una distribución específica. Para un conjunto de datos y distribución en particular, mientras mejor se ajuste la distribución a los datos, menor será este estadístico. El estadístico de Anderson-Darling permite determinar si los datos cumplen el supuesto de normalidad para inferir sobre la muestra de estudio empleando una prueba t student o wilcoxon.

Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

H0: Los datos siguen una distribución especificada

H1: Los datos no siguen una distribución especificada

Si el valor p es menor que un nivel de significancia elegido (por lo general 0.05 o 0.10), entonces se rechaza la hipótesis nula de que los datos provienen de esa distribución (normal).

**TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS.**

La herramienta empleada durante esta investigación fue la siguiente:

**CUESTIONARIOS**

Se emplearon cuestionarios estructurados aplicados a los empleados de las empresas, dichas encuestas cuentan con secciones donde el personal puede expresarse libremente lo que permitió que el estudio fuese más objetivo pues se pueden contar en las experiencias propias de los encuestados.

Como muestra de estudio se tomaron 15 panaderías ubicadas en el municipio de Ecatepec de Morelos en el Estado de México. El instrumento que se ocupó en esta investigación está realizado con base a juicio de expertos, tomando como referencia el cuestionario presentado por Becerra Pita en su propuesta metodológica para la definición de estrategias de mejoramiento en logística de pymes elaborado por Grupo SEPRO. En éste se realizó la prueba de fiabilidad corriendo el programa SPSS, al realizar el análisis se obtuvo como resultado un alfa de cronbach de .804 lo que significa que es un buen valor.

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.804	.859	13

**Figura 1** Alfa de cronbach

El cuestionario consta de 13 preguntas para poder conocer si las empresas panaderas aplican la logística inversa y la forma en cómo la aplican.

El cuestionario se aplicó a las siguientes panaderías: Panadería Ruiz, Panadería Viñetas, Panadería Daniela, Panadería Santa Teresa, Panadería San Martín, Panadería Mireyita, Panadería Valdez, Panadería Viñoas, Panadería Nueva Miguel Hidalgo, Panadería Pan Dulce, Panadería y Repostería El Globo, Panadería Sur 14, Panadería Eli, Panadería Ángel, Panadería Los Brabitos

## RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del instrumento de recolección de información y análisis de panaderías por rubro considerado en el mismo.

### 1. CANAL DE DISTRIBUCIÓN

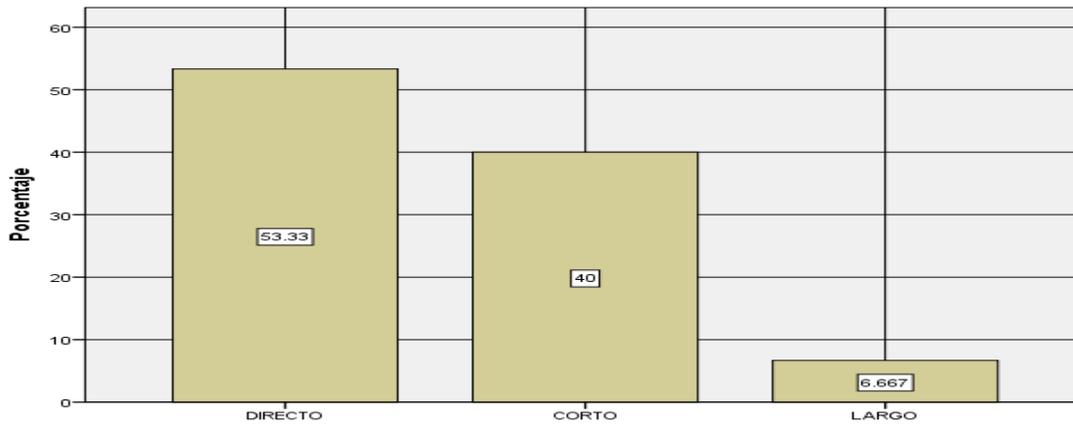
**Tabla 10.** Canal de distribución

CANAL	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
DIRECTO	8	53.3	53.3	53.3
CORTO	6	40.0	40.0	93.3
LARGO	1	6.7	6.7	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia.

En la muestra estudiada del sector panadero se identificó que aparentemente en su gran mayoría 53.3% se trata de productores directos de pan, y son estos mismos los que los ofrecen a sus clientes, un 40% de las panaderías del sector no elaboran sus productos ya que los compran al productor de los mismos, y un sector menor 6.7% de las panaderías obtienen sus productos de un mayorista que se los vende. La media muestral indica que principalmente las panaderías son productoras directas o compradoras de primera mano de los productos que ofrecen.

En la figura 1 Canal de distribución empleado por las panaderías en Ecatepec de Morelos se afirma que en las panaderías en Ecatepec de Morelos no son totalmente productoras directas de los productos que ofrecen a sus clientes y en consecuencia las que les compran los productos a un fabricante o un mayorista son una proporción bastante significativa en este sector.



**Figura 2.** Canal de distribución empleado por las panaderías en Ecatepec de Morelos. DIRECTO= Canal de distribución directo (Fabricante-Cliente), CORTO=Canal de distribución corto (Fabricante-Detallista-Cliente) y LARGO=Canal de distribución largo (Fabricante-Mayorista-Detallista-Cliente).Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

## 2. FALTANTES DE PRODUCTOS SOLICITADOS

**Tabla 11.** Presencia de faltantes de productos solicitados por los clientes en las panaderías

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	10	66.7	66.7	66.7
	SI	5	33.3	33.3	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

En la población estudiada del sector panadero se identificó que aparentemente el 33.33% de las panaderías no pueden abastecer en ocasiones a la demanda de productos que tienen o bien no cuentan con lo que les solicitan sus clientes, caso que no ocurre con el 66.66% de la población restante, lo cual muestra una tendencia a cubrir todos y cada uno de los requerimientos de los clientes en este tipo de establecimientos.

Sin embargo, el valor detectado de panaderías que no cubren con los productos que les demandan sus clientes es elevado por tanto en las panaderías en Ecatepec de Morelos si presentan faltantes de los productos que les demandan sus clientes



**Figura 3.** Presencia de panaderías que no cubren con todos los productos demandados por sus clientes en Ecatepec de Morelos. NO=Porcentaje de panaderías que no presentan faltantes de productos solicitados.SI=Porcentaje de panaderías que presenta faltantes de productos solicitados por sus clientes. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

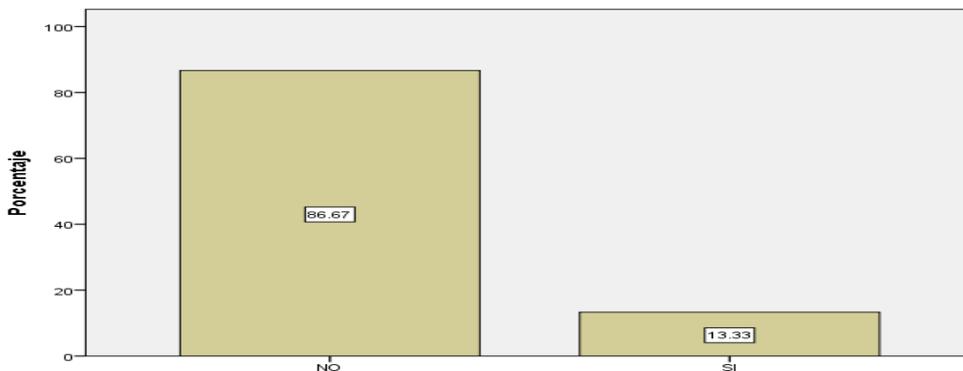
### 3. OFERTA DE SERVICIO A DOMICILIO

**Tabla 12.** Panaderías que ofrecen servicio a domicilio a sus clientes en Ecatepec de Morelos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
NO	13	86.7	86.7	86.7
SI	2	13.3	13.3	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

El 86.7% de la población no cuenta con un servicio a domicilio, sin embargo un 13.3% de las panaderías si cuentan con este servicio, esto muestra que en las panaderías en Ecatepec de Morelos de manera general no existe el servicio a domicilio, pues sólo lo ofrecen una minoría de negocios de este sector.



**Figura 4.** Panaderías que ofrecen servicio a domicilio en Ecatepec de Morelos. NO=Panaderías que no ofrecen el servicio. SI=Panaderías que ofrecen el servicio a sus clientes. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

#### 4. MEDIOS DE DISTRIBUCIÓN EMPLEADOS

**Tabla 13.** Medios de distribución que emplean las panaderías en Ecatepec de Morelos.

MEDIO DE DISTRIBUCIÓN	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
NINGUNO	13	86.7	86.7	86.7
VEHÍCULO	2	13.3	13.3	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

En la población estudiada se identificó que el medio de transporte para el servicio a domicilio empleado son los automóviles, con un 13.3% de la población total, ya que el resto no ofrece el servicio.

Ello tiende a indicar que en las panaderías en Ecatepec de Morelos no cuentan con un medio de distribución para el servicio a domicilio y por tanto ello podría ser la causa de que no ofrecen tal servicio.



**Figura 5.** Panaderías que cuentan con medio de transporte de mercancías. NO=Panaderías que no cuentan con medio de transporte de mercancías. SI= Panaderías que si cuentan con medio de transporte de mercancías. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

#### 5. DEVOLUCIONES EN EL SERVICIO A DOMICILIO

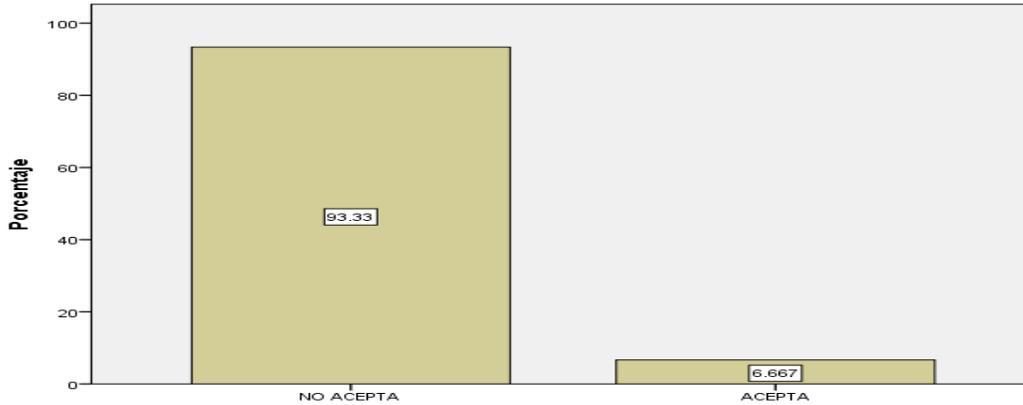
**Tabla 14.** Aceptación de devoluciones en el servicio a domicilio por parte de las panaderías

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO ACEPTA	14	93.3	93.3	93.3
	ACEPTA	1	6.7	6.7	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

Se identificó que en caso de devoluciones en el servicio a domicilio un 6.6667% de las panaderías aceptan devoluciones y el 93.33% restante no.

La grafica 6 indica que mayormente en las panaderías en Ecatepec de Morelos no aceptan devoluciones en el servicio a domicilio.



**Figura 6.** Panaderías que aceptan devoluciones de productos por parte de sus clientes en el servicio a domicilio. NO=Panaderías que no aceptan devoluciones. SI= Panaderías que si aceptan devoluciones. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

**Tabla 15.** Devoluciones en servicio a domicilio

Variable	Dev. En servicio a dom.	Porcentaje	Media	Mínimo	Mediana	Máximo	Modo	N para moda
D5	ACEPTA	6.6667	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	*	0
	NO ACEPTA	93.3333	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1	14

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

La moda identificada en las devoluciones a servicio a domicilio está claramente identificada en no acepta, es decir, las panaderías en Ecatepec de Morelos no aceptan las devoluciones de productos en su servicio a domicilio.

## 6. CAUSAS DE DEVOLUCIONES

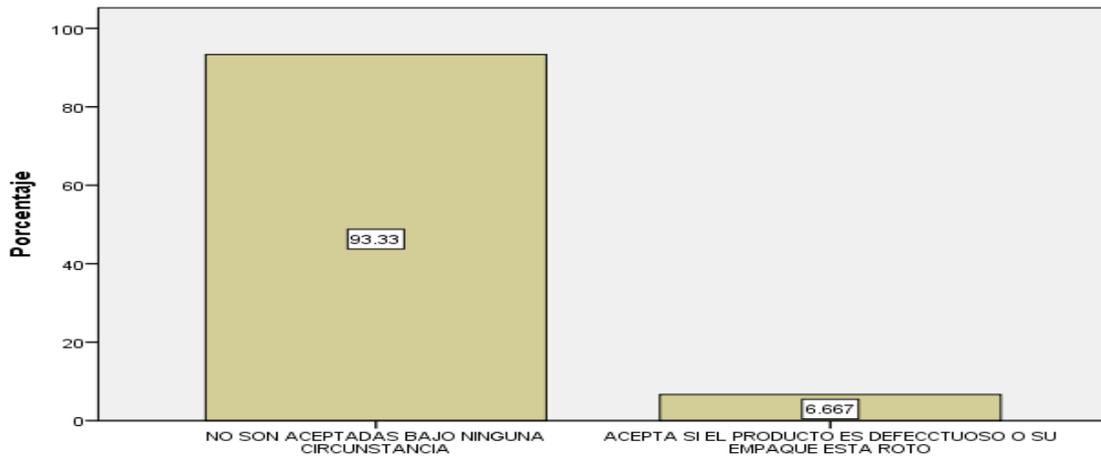
**Tabla 16.** Aceptación de devoluciones en las panaderías en Ecatepec de Morelos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No son aceptadas bajo ninguna circunstancia	14	93.3	93.3	93.3
Acepta si el producto es defectuoso o su empaque esta roto	1	6.7	6.7	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

En la población estudiada se identificó que en caso del servicio a domicilio un 93.3% de las panaderías no aceptan devoluciones bajo ninguna condición y el 6.7% restante las acepta cuando sus productos están dañados, deteriorados o con un empaque roto.

Acorde a los datos de la figura 7. Panaderías que aceptan devoluciones de productos por parte de sus clientes. En las panaderías en Ecatepec de Morelos no aceptan devoluciones en el servicio a domicilio.



**Figura 7.** Panaderías que aceptan devoluciones de productos por parte de sus clientes.

NO=Panaderías que no aceptan devoluciones. SI= Panaderías que si aceptan devoluciones.

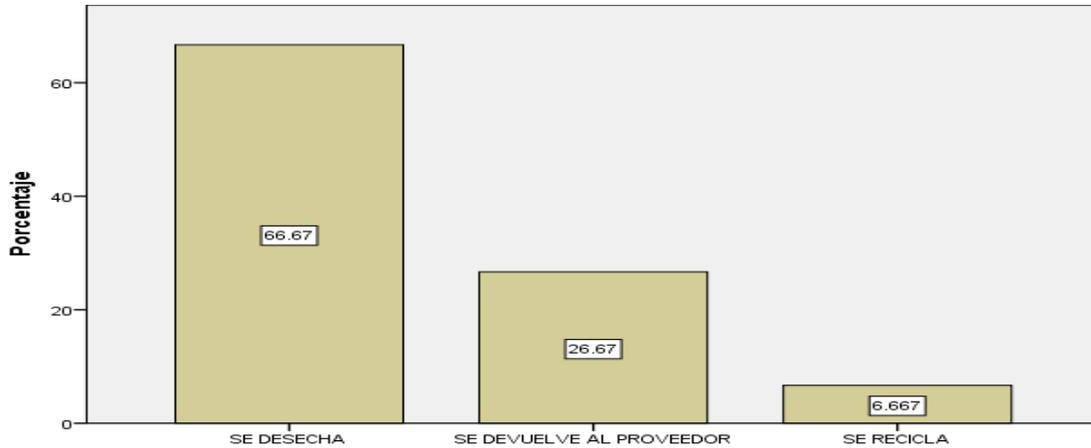
Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

## 7. DESTINO DE PRODUCTOS SUMINISTRADOS POR PROVEEDORES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL O CUANDO NO SON APTOS PARA SU VENTA

**Tabla 17.** Destino de los productos adquiridos por las panaderías.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Se desecha	10	66.7	66.7	66.7
Se devuelve al proveedor	4	26.7	26.7	93.3
Se recicla	1	6.7	6.7	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia



**Figura 8.** Destino de los productos al finalizar su vida útil. SE DESECHA=Panaderías que desechan los productos cuando estos finalizan su vida útil o ya no son aptos para su venta. SE VENDE EN UN SEGUNDO MERCADO= Panaderías que venden en un segundo mercado los productos que están por finalizar su vida útil o ya no son aptos para su venta directa. SE DEVUELVE AL PROVEEDOR: Panaderías que devuelven a su proveedor los productos de panadería cuando ya no son aptos para su venta. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

En el caso de los productos que les son suministrados por proveedores a las panaderías (tanto materias primas como productos terminados) se identificó que; el 66.7% de las panaderías en caso de adquirir productos no aptos para su venta directamente los desechan, un 26.7% de las panaderías tienen la oportunidad de devolver los productos defectuosos a su proveedor y el resto 6.7% emplea esos insumos como materia prima para elaborar nuevos productos.

**Tabla 18.** Proporción de productos adquiridos por las panaderías devueltos a proveedores, recalcados y desechados.

Variable	Destino de producto defeoctuoso	Porcentaje	Media	Mínimo	Mediana	Máximo	Modo	N para moda
D7	DEVUELTOS	26.6667	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2	4
	RECICLADO	6.6667	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	*	0
	SE DESECHA	66.6667	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1	10

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

## 8. TIEMPO DE EXHIBICIÓN

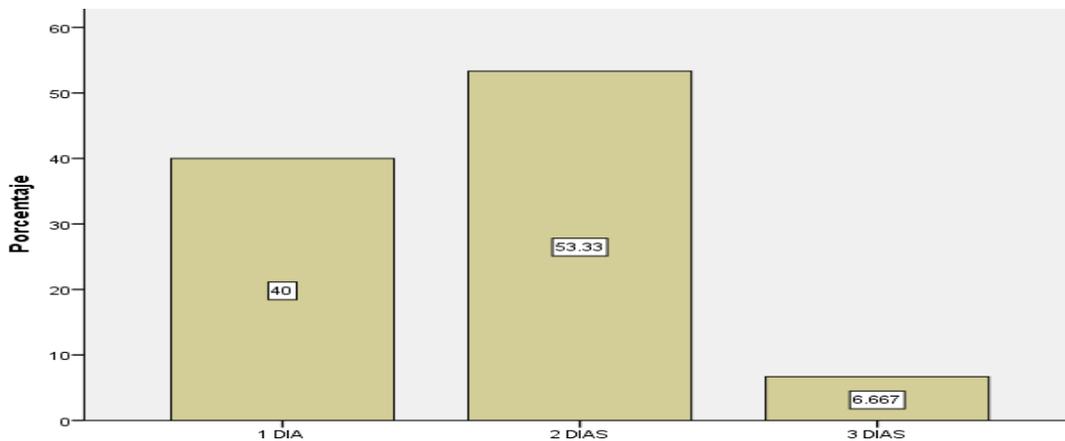
**Tabla 19.** Tiempo de exhibición de productos ofrecidos por las panaderías.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1 DÍA	6	40.0	40.0	40.0
2 DÍAS	8	53.3	53.3	93.3
3 DÍAS	1	6.7	6.7	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

El tiempo en exhibición de los productos en las panaderías es de 1 día en el 40% de los casos, de 2 días en la mayoría de las panaderías 53.3% y de 3 días en un 6.7% de las panaderías.

Acorde a la figura 8 se determina que se afirma que en las panaderías en Ecatepec de Morelos el pan se exhibe más tiempo que un día.



**Figura 9.** Tiempo de exhibición de productos terminados en las panaderías en Ecatepec de Morelos. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

**Tabla 20.** Tiempo promedio de exhibición de producto.

Variable	Porcentaje	Media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Q1	Mediana
Tiempo en exhibición de producto	100	1.667	0.617	0.381	1.000	1.000	2.000

N para

Variable	Q3	Máximo	Modo	moda
Tiempo en exhibición de producto	2.000	3.000	2	8

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

Acorde a la media específicamente se afirma lo siguiente con una confianza del 95% se afirma que el tiempo promedio de exhibición de pan en Ecatepec de Morelos esta entre 1.3 días y 2 días.

9. FRECUENCIA DE QUEJAS SOBRE PRODUCTOS

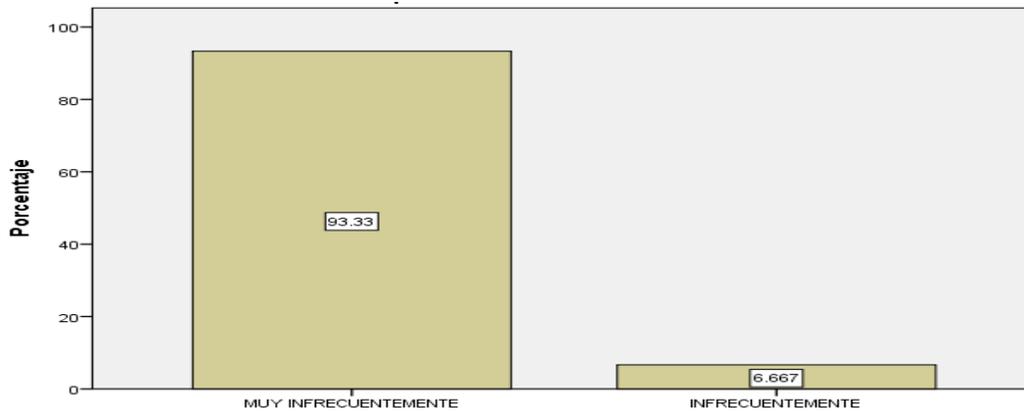
**Tabla 21.** Frecuencia de quejas sobre los productos en las panaderías de Ecatepec de Morelos.

Frecuencia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
MUY INFRECUENTEMENTE	14	93.3	93.3	93.3
INFRECUENTEMENTE	1	6.7	6.7	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

En el 93.3% de las panaderías se encontró que es muy infrecuente que se presente una queja sobre el producto, en un 6.7% de las mismas es un caso raro pero se ha llegado a presentar.

Acorde a la gráfica presente en la siguiente figura en las panaderías en Ecatepec de Morelos la frecuencia de quejas por productos de mala calidad es muy baja o muy infrecuente.



**Figura 10.** Frecuencia de quejas en las panaderías en Ecatepec de Morelos en una escala de Likert. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

**10. ACTIVIDADES DE RECUPERACIÓN DE EMPAQUES O ENVASES**

**Tabla 22.** Panaderías que emplean actividades de recuperación de empaques o envases en el área de estudio.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	12	80.0	80.0	80.0
	SI	3	20.0	20.0	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

Se identificó que solo el 20% de las panaderías realiza actividades orientadas a recuperar empaques o envases de sus productos.

Acorde a la siguiente figura en las panaderías en Ecatepec de Morelos en una cantidad menor pero significativa de las panaderías si se realizan actividades de recuperación de envases y empaques.



**Figura 11.** Realización de actividades de recuperación de empaques y/o envases las panaderías en Ecatepec de Morelos. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

**11. PRESENCIA DE ÁREA LOGÍSTICA EN PANADERÍAS**

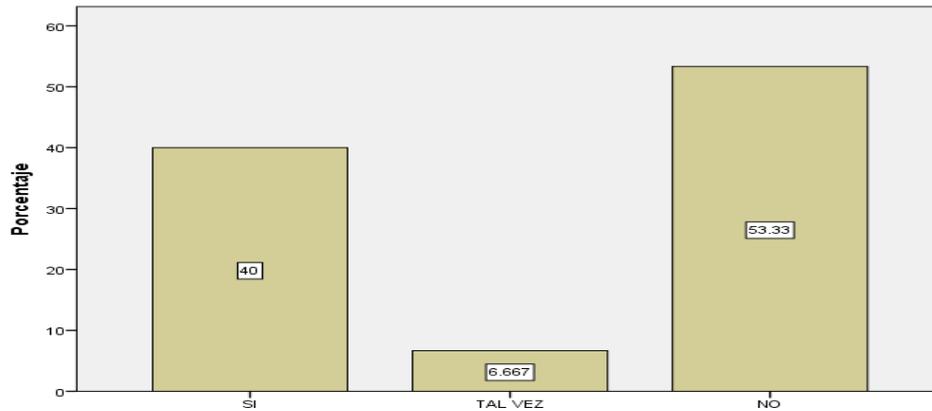
**Tabla 23.** Índice de panaderías que cuentan con área de logística en Ecatepec de Morelos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	6	40.0	40.0	40.0
TAL VEZ	1	6.7	6.7	46.7
NO	8	53.3	53.3	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

Sólo un 40% de las panaderías admitieron contar con un área de logística en su negocio, un 13.3% de los entrevistados desconoce si este es el caso y el 46.7% de las panaderías dijeron no contar con tal área.

En la figura 12 se observa que las panaderías en Ecatepec de Morelos que no cuentan con un área de logística son mayores a las que si cuentan con ella.



**Figura 92.** Presencia de área logística en las panaderías en Ecatepec de Morelos. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

**12. APLICACIÓN DE ACTIVIDADES DE LOGÍSTICA INVERSA TALES COMO RECICLAJE O RECUPERACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA TRATAR A LOS PRODUCTOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL**

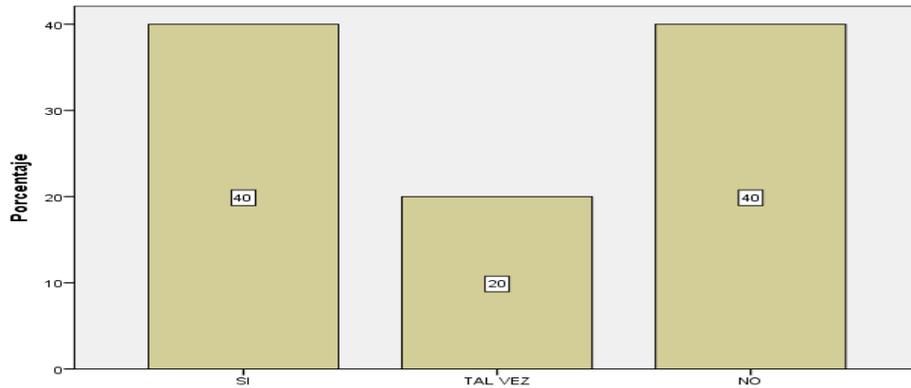
**Tabla 24.** Panaderías que realizan actividades de logística inversa con sus productos al final de la vida útil de los mismos en el área de estudio.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	6	40.0	40.0	40.0
TAL VEZ	3	20.0	20.0	60.0
NO	6	40.0	40.0	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

En las panaderías encuestadas un 40% de los mismos admitió que en su modelo de negocio si eran implementadas prácticas de reciclaje con los productos al final de la vida útil de los mismos, un 40% negó que se implementase tal acción en su organización y un 20 de las panaderías desconocen si este es el caso.

En la figura 13 se observa que la proporción de la población que admite realizar actividades de logística inversa (tales como reciclaje de productos, recuperación de materiales) al final de la vida útil de estos en sus panaderías es aparentemente igual de grande a la que no realiza prácticas de este tipo en su modelo de negocio.



**Figura 103.** Aplicación de actividades de logística inversa en las panaderías objeto de estudio. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

### 13. DISPOSICIÓN A IMPLEMENTAR MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA

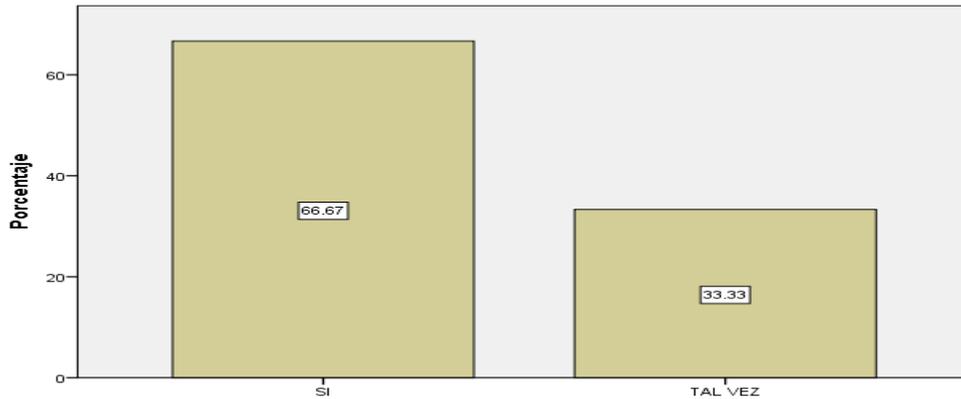
Tabla 25. Disposición de las panaderías a implementar modelos de negocio que incluyan logística inversa.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	10	66.7	66.7	66.7
TAL VEZ	5	33.3	33.3	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

Un 66.7% de la población está dispuesta a implementar y/o mejorar un modelo de logística inversa en su panadería si esto resulta rentable y el 33.33% dijo que tal vez consideraría hacerlo.

En la figura 14 se observa que en las panaderías en Ecatepec de Morelos existe una disposición favorable a implementar prácticas de logística inversa, sin embargo un sector significativo de la población solo las implementaría si esto es económicamente rentable.



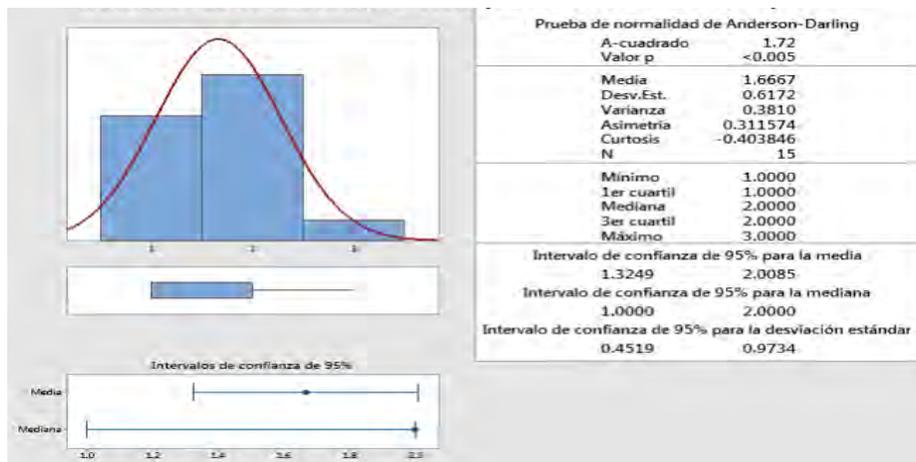
**Figura 14.** Disposición a implementar un modelo de logística inversa en las panaderías objeto de estudio. Fuente elaboración propia en base a los datos obtenidos con el instrumento de recolección de información.

### CONTRASTE DE HIPÓTESIS

#### LA VIDA ÚTIL DE LOS PRODUCTOS EN ESTE TIPO DE ESTABLECIMIENTOS

H1a Hipótesis nula: En las panaderías de Ecatepec de Morelos el tiempo de vida útil de los productos en este tipo de negocios es solo de un día.

H1b: Hipótesis alternativa: En las panaderías de Ecatepec de Morelos el tiempo de vida útil de los productos en este tipo de negocios es mayor a un día.



**Figura 115.** Prueba de normalidad de Anderson- Darling.

Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

H0: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

Ya que el valor de p en la prueba de normalidad Anderson-Darling es más chico al valor de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se dice que la muestra

no sigue una distribución normal por lo que se elige para su estudio el método Wilcoxon.

Con una confianza del 95% se afirma que el tiempo promedio de exhibición de pan en Ecatepec de Morelos esta entre 1.3 días y 2 días.

**Estadísticas descriptivas**

Muestra	N	Mediana
Tiempo en exhibición de producto	15	1.5

**Prueba**

Hipótesis nula  $H_0: \eta = 1$   
 Hipótesis alterna  $H_1: \eta > 1$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Tiempo en exhibición de producto	9	45,00	0,005

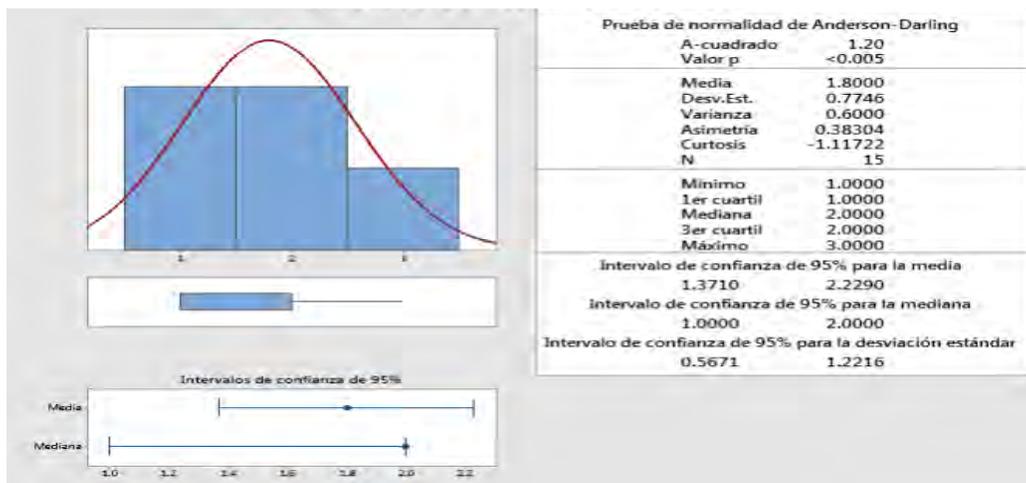
**Figura 126.** Prueba estadística empleando método Wilcoxon para contraste de hipótesis.

Ya que el valor p es menor al valor de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, con una confianza del 95% se afirma que en las panaderías en Ecatepec de Morelos el tiempo de vida útil de los productos en este tipo de negocios es mayor a un día.

DESTINO DE LOS PRODUCTOS CUANDO ESTOS YA NO SON APTOS PARA SU VENTA.

H2a Hipótesis nula: En las panaderías de Ecatepec de Morelos los productos al culminar su tiempo de vida útil son desechados.

H2b: Hipótesis alternativa: En las panaderías de Ecatepec de Morelos los productos al pasar su tiempo de vida útil son reciclados o empleados para generar materia prima para nuevos a fin de fabricar nuevos con los mismos.



**Figura 17.** Prueba de normalidad de Anderson- Darling.

Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

H0: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

Ya que el valor de p en la prueba de normalidad Anderson-Darling es más chico al valor de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se dice que la muestra no sigue una distribución normal por lo que se elige para su estudio el método Wilcoxon.

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para $\mu$
15	0.400	0.507	0.131	0.169
$\mu$ : media de D20				

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 0$
Valor T	Valor p
3.06	0.004

**Figura 18.** Prueba estadística empleando método Wilcoxon para contraste de hipótesis.

Ya que el valor p es menor al valor de significancia del 5% por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, con una confianza del 95% se afirma que en una cantidad significativa de la panaderías en Ecatepec de Morelos hay un proceso de logística inversa tal como reciclaje o recuperación de materias primas para tratar a los productos al final de su vida útil.

#### ACCIONES DE LOGÍSTICA INVERSA EN ESTOS NEGOCIOS

H3a Hipótesis nula: En las panaderías de Ecatepec de Morelos, no implementan acciones de logística inversa, sean estas reciclaje, devoluciones a sus proveedores y/o clientes, empleo de empaques reutilizables o empaques biodegradables, recuperación de materiales de los productos defectuosos o disposición responsable de los desechos que generan.

H3b: Hipótesis alternativa: En las panaderías de Ecatepec de Morelos, si implementan acciones de logística inversa, sean estas reciclaje, devoluciones a sus proveedores y/o clientes, empleo de empaques reutilizables o empaques biodegradables, recuperación de materiales de los productos defectuosos o disposición responsable de los desechos que generan.

A fin de contrastar estas hipótesis es necesario el analizar los datos proporcionados por el instrumento de información, ya que en él se muestra más a detalle si las actividades propias de un modelo de logística inversa son realizadas o no en las panaderías de Ecatepec de Morelos, los aspectos a analizar de las panaderías son los siguientes:

- Reciclaje y extracción de componentes.
- Reciclaje y extracción de componentes en productos proporcionados por proveedores.
- Actividades de recuperación de envases o empaques
- Oferta de devoluciones en el servicio a domicilio a los clientes

El análisis de estos factores es realizado mediante contrastes de hipótesis individuales de cada factor, a fin de conocer si estos son aplicados en las panaderías de Ecatepec de Morelos.

#### RECICLAJE Y EXTRACCIÓN DE COMPONENTES

Para conocer si se reciclan o no los productos de panadería al final de su vida útil se empleara la conclusión de las hipótesis H2a y H2b previas, producto de ese contraste de hipótesis se determinó que con una confianza del 95% se afirma que en una cantidad significativa de la panaderías en Ecatepec de Morelos hay un proceso de reciclaje o recuperación de materias primas para tratar a los productos al final de su vida actividad propia de la logística inversa.

#### RECICLAJE Y EXTRACCIÓN DE COMPONENTES EN PRODUCTOS PROPORCIONADOS POR PROVEEDORES

En el caso de los productos que les son suministrados por proveedores a las panaderías (tanto materias primas como productos terminados) se identificó que; el 33.33% de los proveedores no aceptan devoluciones de productos y estos deben de ser conservados por el negocio, un 33.33% de las panaderías en caso de adquirir productos no aptos para su uso directamente los desechan, un 26.7% de las panaderías tienen la oportunidad de devolver los productos defectuosos a su proveedor y el resto 6.7% emplea esos insumos como materia prima para elaborar nuevos productos.

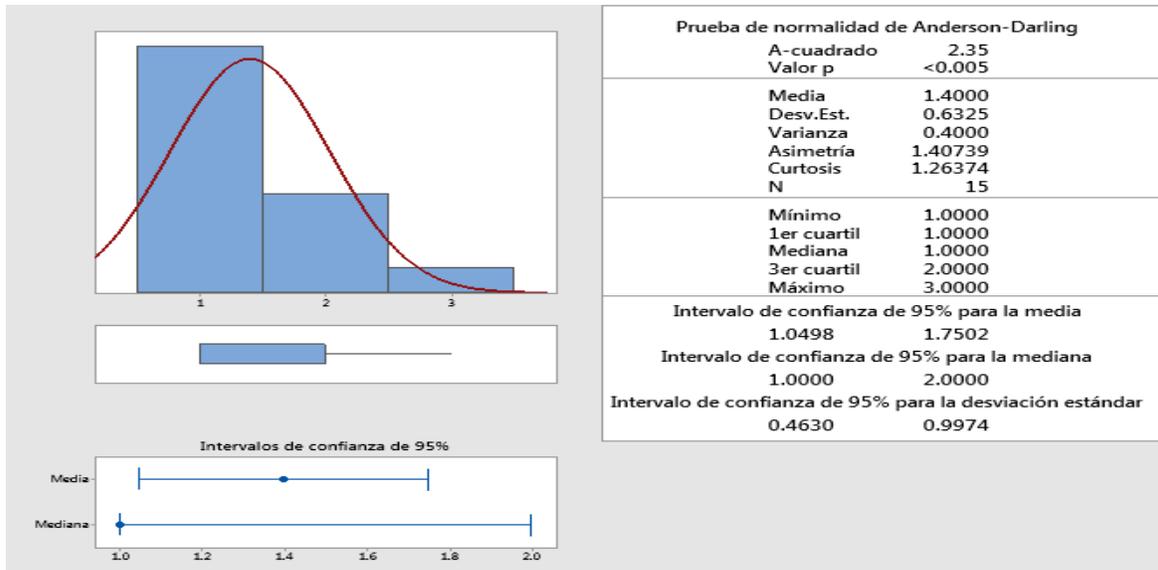


Figura 19. Prueba de normalidad de Anderson- Darling.

Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

H0: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

Ya que el valor de p en la prueba de normalidad Anderson-Darling es más chico al valor de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se dice que la muestra no sigue una distribución normal por lo que se elige para su estudio el método Wilcoxon.

### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
D7	15	1.5

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \eta = 1$   
 Hipótesis alterna  $H_1: \eta > 1$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
D7	5	15.00	0.030

Figura 2013. Prueba estadística empleando método Wilcoxon para contraste de hipótesis.

Como hipótesis de acción tomada con las materias primas y artículos defectuosos proporcionados por un proveedor:

La hipótesis nula: Las panaderías no realizan acciones de reciclaje o bien sus proveedores no aceptan devoluciones por los insumos que les venden.

La hipótesis alternativa: Las panaderías si realizan acciones de reciclaje o bien sus proveedores aceptan devoluciones por los insumos que les venden.

Ya que el valor p es menor al valor de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la sub-hipótesis alternativa, con una confianza del 95% se afirma que en las panaderías en Ecatepec de Morelos si realizan acciones de reciclaje o bien sus proveedores aceptan devoluciones por los insumos que les venden a las panaderías objeto de estudio.

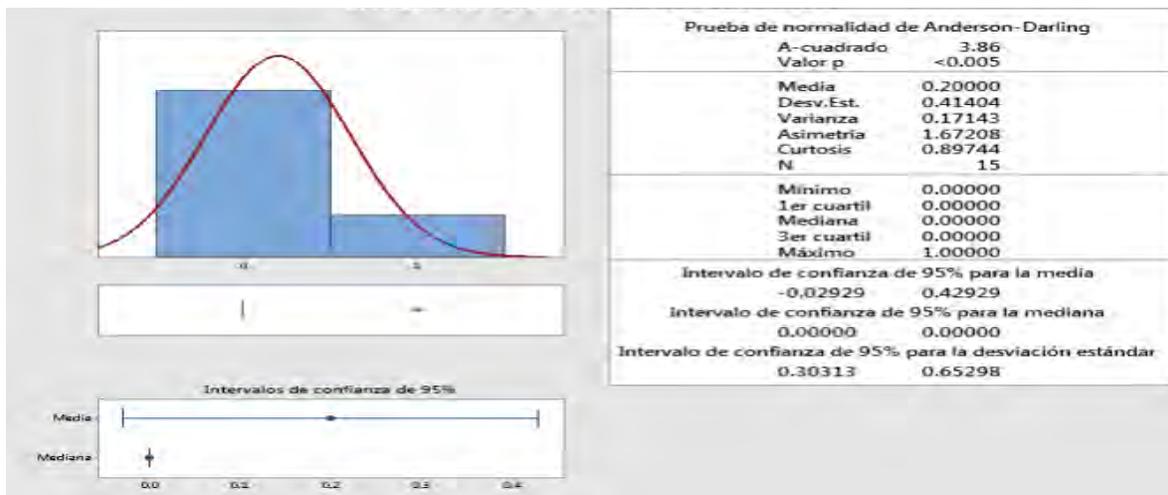
**ACTIVIDADES DE RECUPERACIÓN DE ENVASES O EMPAQUES**

**Tabla 26.** Panaderías que realizan actividades de recuperación de envases o empaques en la población objeto de estudio.

Variable	Recupera envases o empaques	Porcentaje	Media	Mínimo	Mediana	Máximo	Modo	N para moda
D18	NO	80	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	12
	SI	20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1	3

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

Se identificó que solo el 20% de las panaderías realiza actividades orientadas a recuperar empaques o envases de sus productos.



**Figura 21.** Prueba de normalidad de Anderson- Darling.

Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

H0: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

Ya que el valor de p en la prueba de normalidad Anderson-Darling es más chico al valor de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se dice que la muestra no sigue una distribución normal por lo que se elige para su estudio el método Wilcoxon.

Muestra	N	Mediana
D18	15	0

**Prueba**

Hipótesis nula  $H_0: \eta = 0$   
 Hipótesis alterna  $H_1: \eta > 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
D18	3	6.00	0.091

**Figura 22.** Prueba estadística empleando método Wilcoxon para contraste de hipótesis.

Como hipótesis de recuperación de envases y empaques:

La hipótesis nula: En las panaderías no se realizan actividades de recuperación de envases y empaques.

La hipótesis alternativa: En una cantidad significativa de las panaderías si se realizan actividades de recuperación de envases y empaques.

Ya que el valor p es mayor al valor de significancia del 5% por lo que no se rechaza la hipótesis nula, con una confianza del 95% en las panaderías en Ecatepec de Morelos no se realizan actividades de recuperación de envases y empaques de manera significativa.

DEVOLUCIONES EN EL SERVICIO A DOMICILIO

**Tabla 27.** Aceptación de devoluciones de producto en las panaderías.

<b>Estadísticas</b>								
Variable	Dev. En servicio a dom.	Porcentaje	Media	Mínimo	Mediana	Máximo	Modo	N para moda
D5	ACEPTA	6.6667	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	*	0
	NO ACEPTA	93.3333	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1	14

Nota: Esta tabla es de elaboración propia

La tabla 18 indica que mayormente en las panaderías en Ecatepec de Morelos no aceptan devoluciones en el servicio a domicilio.

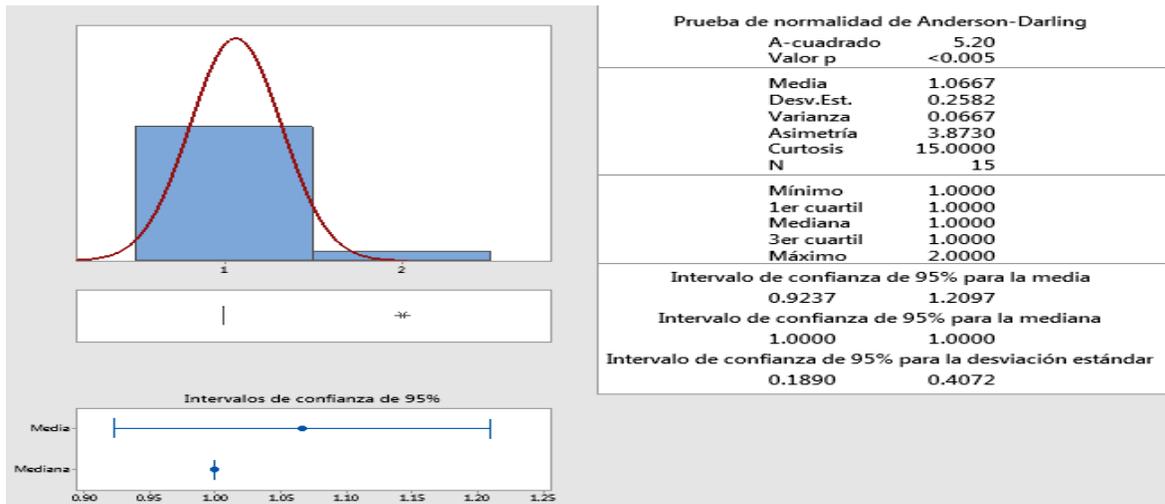


Figura 23. Prueba de normalidad de Anderson- Darling.

Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

H0: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

Ya que el valor de p en la prueba de normalidad Anderson-Darling es más chico al valor de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y se dice que la muestra no sigue una distribución normal por lo que se elige para su estudio el método Wilcoxon.

Estadísticas descriptivas			
Muestra	N	Mediana	
D5	15	1	

Prueba			
Hipótesis nula	H <sub>0</sub> : $\eta = 1$		
Hipótesis alterna	H <sub>1</sub> : $\eta > 1$		
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
D5	1	1.00	0.500

Figura 24. Prueba estadística empleando método Wilcoxon para contraste de hipótesis.

Como hipótesis de aceptación de devoluciones en el servicio a domicilio se propone lo siguiente:

La hipótesis nula: Las panaderías no aceptan devoluciones en el servicio a domicilio.

La hipótesis alternativa: Las panaderías si aceptan devoluciones en el servicio a domicilio.

Ya que el valor  $p$  es mayor al valor de significancia del 5% no se rechaza la hipótesis nula, con una confianza del 95% se afirma que en las panaderías en Ecatepec de Morelos no aceptan devoluciones en el servicio a domicilio.

## **DISCUSIÓN**

Dado que una cantidad significativa de la panaderías en Ecatepec de Morelos hay un proceso de reciclaje o recuperación de materias primas para tratar a los productos al final de su vida útil, si se realizan acciones de reciclaje o bien sus proveedores aceptan devoluciones por los insumos que les venden a las panaderías objeto de estudio, en una cantidad menor pero significativa de las panaderías si se realizan actividades de recuperación de envases y empaques y pese a que de manera general no se responsabilicen por el destino los productos ya vendidos a sus clientes en servicio a domicilio.

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, aunque sea la minoría de la población, en las panaderías de Ecatepec de Morelos, si se implementan acciones de logística inversa, sean estas reciclaje, devoluciones a sus proveedores y/o clientes, empleo de empaques reutilizables o empaques biodegradables, recuperación de materiales de los productos defectuosos o disposición responsable de los desechos que generan.

## **CONCLUSIONES**

En las panaderías en Ecatepec de Morelos el tiempo de vida útil de los productos en este tipo de negocios es mayor a un día. Aunque no se da en la mayoría de las panaderías, en una cantidad significativa de la panaderías hay un proceso de reciclaje o recuperación de materias primas para tratar a los productos al final de su vida útil, y se comentó por parte de algunas panaderías que existen varias maneras de realizar estos procesos, aunque varía de una panadería a otra el proceso es similar cuando se aplica reciclaje.

Como conclusión en una minoría en las panaderías de Ecatepec de Morelos, si se implementan acciones de logística inversa, sean estas reciclaje, devoluciones a sus proveedores y/o clientes, recuperación de materiales de los productos defectuosos o disposición responsable de los desechos que generan y estas acciones contribuyen en la rentabilidad de los negocios de esta índole pues disminuyen sus gastos operativos de una u otra manera, sin embargo esta no es una práctica general por parte de las panaderías, por tanto se recomienda que se deben imitar estas prácticas para poder competir con aquellas empresas panaderas que las realizan, tomando en consideración para su empleo controles de calidad que aseguren la salud de los consumidores que adquieren productos reincorporados.

El instrumento de recolección de información este fue elaborado a juicio de expertos con base al cuestionario presentado por Becerra Pita en su propuesta metodológica para la definición de estrategias de mejoramiento en logística de pymes elaborado por Grupo SEPRO, y para validar su fiabilidad se analizó con el programa SPSS obteniendo un alfa de Cronbach del 80.4% de fiabilidad, mostrando así que el instrumento es bueno para analizar la población estudiada.

Otros aspectos descubiertos en este estudio en relación a las prácticas realizadas por las panaderías en cuestión de sus cadenas de suministros indican lo siguiente: Las panaderías en Ecatepec de Morelos no son totalmente productoras de los productos que ofrecen a sus clientes y en consecuencia las que le compran los productos a un fabricante o un mayorista son una proporción bastante alta en este sector.

La frecuencia de quejas por productos de mala calidad en este sector es muy baja o poco frecuente. Una cantidad de panaderías considerable presentan faltantes de los productos que les demandan sus clientes, en otras palabras en ocasiones no satisfacen la demanda que tienen.

Las panaderías en Ecatepec no suelen contar con servicio a domicilio, posiblemente porque de manera general no cuentan con un medio de distribución para ello y eso podría ser la causa de que no ofrecen tal servicio. En la minoría que cuenta con el servicio a domicilio no se aceptan devoluciones de producto por parte de los

clientes. En Ecatepec, este tipo de establecimientos no se realizan actividades de recuperación de envases y empaques de manera significativa.

La proporción de panaderías en Ecatepec de Morelos que no cuentan con un área de logística son mayores a las que cuentan con ella, pero las que sí la tienen son una cantidad significativa.

En las panaderías en Ecatepec de Morelos existe una disposición favorable a implementar prácticas de logística inversa, sin embargo un sector significativo de la población solo las implementaría si esto es económicamente rentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, L. (9 de diciembre de 2010). Los 10 municipios con más habitantes por kilómetro. El Universal EdoMex.
- Andino, M. (2006). Canales de Suministro. Escuela de Negocios (EOI): MBA. México: MBA.
- Ballesteros, D. P. (2007). Importancia de la logística inversa en el rescate del medio ambiente. Pereira: universidad tecnológica de Pereira.
- Barrascout, D. (2005). Administración de la cadena de abastecimiento interna en una compañía transnacional dedicada a la fabricación y comercialización de cereales listos para consumir. Guatemala: universidad de san Carlos de Guatemala.
- Bustos, C. (2014). Modelo para controlar la incertidumbre en logística inversa. Mérida, Venezuela: VisionGerencial.
- Cámara Nacional de la Industria Panificadora y Similares de México. (08 de junio de 2021). CANAINPA. Recuperado el 08 de junio de 2021, de <http://www.canainpa.com.mx/varios/historia.asp>
- Cure, L., Meza, J. C., & Amaya, R. (2006). Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
- Entrepreneur. (15 de septiembre de 2018). ¡Todo lo que necesitas saber para abrir una panadería artesanal! Recuperado el 09 de junio de 2021, de <https://www.entrepreneur.com/article/320145>
- Gordon Hernández, Y., Vidal Tovar, C. R., & Ríos Parra, D. (06 de Mayo de 2020). Procesos Logísticos en Empresas panificadoras del Municipio de Valledupar. Procesos Logísticos en Empresas panificadoras del Municipio de Valledupar. Valledupar: Revista Venezolana de Gerencia.
- Hasbleidy, Z. (2014). Models and configurations of supply chains in perishable goods. En Ingeniería y Desarrollo(141-142). Colombia: redalyc.org.
- López P., J. (2009). Incorporación de la Logística inversa en la Cadena de Suministros y Su influencia en la estructura organizativa de las empresas. Barcelona: universidad de Barcelona.
- Market Data Mexico. (01 de 08 de 2019). Market Data Mexico Inteligencia Comercial. Recuperado el 21 de 04 de 2021, de <https://www.marketdatamexico.com/es/article/Panificacion-tradicional-Mexico>
- McGee, H. (2004). ON FOOD AND COOKING. New York : SCRIBNER.
- Mihi-Ramírez, A., Arias, D., & García, V. J. (2012). La gestión de la logística inversa en las empresas españolas: Hacia las prácticas de excelencia. España: Portal Universia S.A.

- Peña, P., & Aron, R. (01 de 06 de 2017). Caracterización de la capacitación y la logística inversa en las Mype comerciales rubro panaderías del centro de Piura, año 2017. Caracterización de la capacitación y la logística inversa en las mype comerciales rubro panaderías del centro de Piura, año 2017. Piura, Perú: universidad católica los ángeles.
- Rubio, S., & Bañegil, T. (1 de Enero de 2003). El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones y organización de empresas. El sistema de logística inversa en la empresa. Caceres, España: universidad de extremadura departamento de economía aplicada.
- Saldaña, S. (01 de 06 de 2017). Gestión logística y su influencia con la calidad de los productos en la panadería san Carlos Huánuco 2016. Gestión logística y su influencia con la calidad de los productos en la panadería San Carlos Huánuco 2016. Huanuco: universidad de Huánuco.
- Schroeder, & G., R. (2001). Administración de Operaciones: Operaciones Internacionales.3a. Edición. . México: McGraw – Hill.
- Secretaría de Economía. (15 de 06 de 2016). Gobierno de México. Recuperado el 21 de 04 de 2021, de <https://www.gob.mx/se/articulos/conoce-mas-sobre-la-industria-panificadora-en-mexico?idiom=es>
- Sunil, C., & Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministros. Estrategia, planeación y operación. México : Tercera edición. Pearson Prentice Hall .
- Valencia Maldonado, A. I. (15 de Febrero de 2018). Trabajo de titulación en la modalidad de proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero de Empresas. La administración de la logística en el sectorpanificador de la ciudad de Ambato. Ambato: Universidad técnica de ámbato facultad de ciencias administrativas.

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C  
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO  
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.  
CEL 2282386072  
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.  
COLONIA TABACALERA  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965  
[www.redibai.org](http://www.redibai.org)  
[redibai@hotmail.com](mailto:redibai@hotmail.com)

Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. (978-607-99595)  
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.  
No. de ejemplares: 2  
Presentación en medio electrónico digital: PDF 5 MB  
Fecha de aparición 16/11/2021  
ISBN 978-607-99563-6-3

Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la editorial.

# INNOVACIÓN PRODUCTIVA

## SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTOS

### AUTORES

ABURTO SANTOS SINUHE DE JESÚS,  
AGUILAR CRUZ CONRADO, BECERRIL  
ROSALES ISRAEL, BERNAL VENEGAS ALEXIS,  
CAMPOS CASTAÑEDA EDDER ROGELIO,  
CASTELLANOS GÓMEZ DAMARIS ITCEL, CRUZ  
RIVERO LIDILIA, DEL VALLE HERNÁNDEZ  
MAURY, FLORES CASTILLO LILIA  
ALEJANDRA, FLORES RODRÍGUEZ ELVIRA  
MARIBEL, FUENTES ROSAS LILIANA, GÁMEZ  
EUGENIO ROSA EVELIA, GARCÍA MOLINA  
SUSANA, GARCÍA ROQUE ABIGAIL, GARCÍA  
RUBIO OSVALDO, GONZÁLEZ MARTÍNEZ  
AGUSTÍN, LÓPEZ ALANIS JEANETTE KARINA,  
MÉNDEZ HERNÁNDEZ MARÍA LEONOR,  
MONTESINOS GONZÁLEZ SALVADO, MORA  
NEGRETE PATRICIA GUADALUPE, MORALES  
VÁSQUEZ ADELA, PÉREZ MIRANDA ESTHER  
ITZEL, RAMÍREZ ALANÍS GLADIS  
GUADALUPE, RÍOS MARTÍNEZ FERNANDO,  
RODRÍGUEZ CISNEROS MAYTÉ, SEGUNDO  
CLEMENTE FABIOLA, VELÁZQUEZ CORTÉS  
CLAUDIA, VENTURA SÁNCHEZ ANGELITA,  
ZUÑIGA SÁNCHEZ ALICIA.



ISBN: 978-607-99563-6-3



9 786079 956363