



Industrial Data

ISSN: 1560-9146

ISSN: 1810-9993

industrialdata@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Perú

Naranjo Flores, Saul Jair; Gutiérrez Pallares, Enoc
Reingeniería en el proceso de medición de datos maestros
Industrial Data, vol. 27, núm. 1, 2024, Enero-Junio, pp. 69-88
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Lima, Perú

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81680321004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

Reingeniería en el proceso de medición de datos maestros

SAUL JAIR NARANJO FLORES ¹
ENOC GUTIÉRREZ PALLARES ²

RECIBIDO: 22/07/2021 ACEPTADO: 23/08/2023 PUBLICADO: 02/07/2024

RESUMEN

Esta investigación se centra en la implementación de la reingeniería del proceso de medición de los *Stock Keeping Unit* (SKU) importados por un centro de distribución de una empresa especializada en la venta de productos para la mejora del hogar y materiales de construcción. Para identificar los factores que influyen en el proceso y optimizarlo, se realizó un estudio de tiempos y movimientos del proceso utilizando la herramienta conocida como diagrama de espagueti. Como resultado, se incrementó la productividad y disminuyeron los tiempos muertos, lo que permitió medir en menos tiempo el universo de SKU. El estudio también condujo a la configuración del sistema utilizando datos correctos, lo que facilitó la operación dentro del almacén.

Palabras clave: reingeniería, SKU, proceso, productividad, almacén.

INTRODUCCIÓN

En un mercado que permanece en constante movimiento y evolución como el actual, las empresas deben tomar decisiones como la integración de procesos, funciones y cargos con la finalidad de ser más competitivos, buscando la adaptabilidad al entorno cambiante y hacer un uso eficiente sus recursos (Olvera-Moran et al., 2023). En este caso, la empresa en estudio se dedica a la venta de productos para el mejoramiento del hogar y materiales de construcción, se encuentra operando desde hace dos años en México y está buscando posicionarse en el mercado mexicano frente a su competencia: The Home Depot.

Los procesos de las diferentes áreas del centro de distribución no están bien establecidos, estos incluyen los procesos de recibo, medición de datos, embarque, almacenamiento, entre otros, por lo que la empresa debe buscar la estandarización (Rodenés et al., 2001). El éxito o fracaso de una compañía depende completamente de la eficiencia de sus procesos, es ahí donde la reingeniería tiene un impacto significativo, pues permite optimizar los recursos de la operatividad y realizar mejoras dentro de los procesos con poca inversión. El objetivo de este estudio es implementar proyectos de mejora a nivel local sin tener la necesidad de buscar asesoramiento de las operaciones en LATAM, puesto que ello requeriría invertir parte del presupuesto del Departamento de Logística.

El presente trabajo busca optimizar la medición de datos maestros mediante el uso de la técnica de reingeniería en el proceso de

1 Licenciado en Logística. Actualmente, se desempeña como Dark Store Supervisor en Rappi (Estado de México, México).

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5641-3432>

Autor de correspondencia: saul.naranjo@rappi.com

2 Doctor en Educación por la Universidad Autónoma del Estado de México (Estado de México, México). Actualmente, se desempeña como consultor independiente.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3910-6289>

E-mail: egutierrezpa@uaemex.mx

la medición de datos logísticos. Para ello, se utilizará una de las herramientas de Lean Six Sigma (LSS) denominada diagrama de espagueti para obtener datos de medición de tiempos y movimientos, con el objetivo de incrementar la productividad de los recursos y disminuir los tiempos muertos. Esta investigación es relevante y novedosa porque cualquier empresa nacional o internacional que busque la mejora continua de un determinado proceso puede aplicar la metodología para obtener diversos beneficios monetarios, productivos o eficientar tiempos.

La hipótesis propuesta es que la aplicación de reingeniería en el proceso de medición de datos maestros permite a la empresa dedicada al mejoramiento del hogar y venta de materiales para la construcción reducir los tiempos muertos y, al mismo tiempo, incrementar la productividad del personal. Los resultados se medirán por medio de indicadores clave de rendimiento (KPI).

Las limitaciones para la implementación del proceso son varias. El nivel de prioridades para la operación, como la distribución y el surtido de los productos, provoca el retraso en el plan del trabajo y, en ocasiones, impide llevar a cabo las tareas para obtener los datos de los productos. Además, el personal, que es contratado por medio de un proveedor de servicios, puede carecer de compromiso o no asistir al trabajo, lo que puede alterar el plan de trabajo. Como ocurre en cualquier proceso de la industria, el recurso humano se vuelve esencial para cumplir con el plan de trabajo programado.

Problemática

¿Cómo reducir el tiempo muerto e incrementar la productividad en el proceso de medición de datos maestros?

La investigación busca la manera de reducir el tiempo muerto de los operadores y mejorar la productividad en los subprocesos de medición de datos maestros de una compañía que ofrece artículos para el mejoramiento del hogar y venta de material de construcción. Para conseguirlo, se pretende hacer uso de la herramienta diagrama de espagueti de la metodología Lean Six Sigma, planteando básicamente dos objetivos: la reducción del tiempo muerto en un 50% y el incremento de la productividad en un 80%.

Hipótesis

H_0 : No existe diferencia de medias entre realizar el proceso de manera habitual e implementar el diagrama de espagueti para la optimización de tiempos.

H_1 : Existe una diferencia significativa de media de tiempos entre un proceso y otro.

Por lo tanto, se establece la regla de decisión bajo un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

Si $-1.96 \leq z \leq 1.96$, no se rechaza la H_0 .

Si $z > 1.96$ o $z < -1.96$, se rechaza la H_0 .

Antecedentes

Con base en las aplicaciones de LSS y sus herramientas de mejora continua en otras organizaciones, Ticona (2022) aplicó LSS para reparar averías en enlaces de comunicación y obtuvo mejoras en la reducción del tiempo de resolución de reportes en un 37% y en un 300% en la reducción del tiempo de reparación. De igual forma, Torres (2019) aplicó el diagrama de espagueti para mejorar una línea de producción, en la cual obtuvo como resultado el aumento de producción en un 10%, la eliminación de actividades que no añaden valor y la optimización de la distancia para transportar material en un 40%. Por último, Martínez et al. (2016), por medio de la aplicación de *value stream mapping* y el diagrama de espagueti, lograron optimizar el tiempo de espera de los pacientes en un 67%.

Marco teórico

La optimización de recursos surge como una nueva modalidad administrativa dentro de los procesos. Según Freihart (2020), implica la implementación de distintas herramientas, entre las que destacan la aplicación de tecnología, análisis de calidad como diagramas de proceso, análisis de subprocesos y mapeo del flujo de mercancías, que se traducen en el concepto de mejorar lo que se considera que ya se hace bien. Es importante señalar que la teoría denomina a esta optimización *reingeniería de procesos*. Por su parte, Heizer y Render (2007) mencionan que para llevar a cabo una reingeniería es fundamental examinar del proceso actual y el objetivo con la finalidad de obtener resultados espectaculares. A su vez, Lefcovich (2004) y Moreno y Parra (2017) sostienen que la reingeniería consiste en la recreación y reconfiguración de los procesos y actividades de la empresa, lo que implica reconfigurar los sistemas de la compañía.

Tal como lo comentan los autores, la reingeniería consiste en examinar por completo un proceso y todas las partes que lo conforman, en este caso, subprocesos, y, posteriormente, cambiar totalmente la forma de trabajo actual aplicando

herramientas de mejora continua para obtener beneficios monetarios, de producción, reducción de mermas u optimización de tiempos, entre otros. Según Pérez et al. (2017), la reingeniería es una gran ventaja para las empresas que la implementan, pues, aumenta el rendimiento e inclusive disminuye los costos si se realiza correctamente. Lefcovich (2004) argumenta que la reingeniería debería ser considerada como un medio para aprovechar las fortalezas de la compañía y eliminar sus debilidades.

Es importante tomar en cuenta que existen diferentes métodos y filosofías para obtener estas mejoras que ayudan a implementarlas, medirlas y estandarizarlas. Uno de estos métodos es Lean Six Sigma (LSS). Escobedo y Soconnini (2021) señalan que se trata de una filosofía y estrategia con la cual se logra eliminar variabilidad; además, otro gran beneficio que se obtiene con ella es la reducción de tiempos de ciclos y costos. La metodología LSS hace uso de diferentes herramientas para lograr el objetivo de implementar, medir y estandarizar las mejoras en los procesos; hace uso de una serie de pasos que consisten en definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC, por sus siglas en inglés).

Por otro lado, para Womack y Jones (2003) y García (2021), *lean manufacturing* es una metodología que permite mejorar la forma en que una compañía gestiona y organiza la relación con sus clientes, el desarrollo, la fabricación de sus productos y la cadena de suministro con el objetivo de generar mayor calidad utilizando menos recursos con estrategias que faciliten el funcionamiento y optimicen los recursos.

Con esta diferenciación, una de las herramientas utilizadas en la metodología de Lean Six Sigma es el diagrama de espagueti. De acuerdo con Álvarez (2016), este diagrama es una representación gráfica de los operadores con el objetivo mapear los movimientos realizados en el área de trabajo para determinar la ubicación lógica y correcta de las máquinas o estaciones de trabajo con la finalidad de contar con un proceso esbelto, pero, principalmente, reducir el tiempo para realizar cada una de las tareas o subprocesos y evitar movimientos innecesarios. Locher (2017) lo define como la representación del flujo físico de la información, el servicio o el producto; la disposición de una instalación o zona productiva dentro de una instalación sirve de telón de fondo del mapa y en él se anota el lugar en el que se realiza cada actividad.

Otra herramienta de Lean Six Sigma es *just-in-time* (JIT). De acuerdo con Sánchez (2004), se trata de

una filosofía que considera la eliminación de todo lo que implique un desperdicio en ciertas actividades de una compañía, como fabricación, distribución y actividades de oficinas. Lefcovich (2005) la resume en una sola frase: eliminar cualquier despilfarro o eliminar todo lo que no añade valor al producto.

Para Lean Six Sigma es importante continuar mejorando, controlando y estandarizando los procesos. Para mantener esta mejora continua, podemos hacer uso del método Kaizen tal y como lo describe Delers (2016), basándose en la adaptación continua de los procesos y herramientas para mejorar los resultados. Los cambios que se realizan son pequeños, puesto que al ser pequeños no se requiere de una gran inversión. Para que esta herramienta funcione es necesaria la participación de todos en la organización.

La estandarización desempeña un papel fundamental en el cumplimiento de las mejores prácticas con el objetivo de mejorar la eficiencia mediante la reducción de mermas y desperdicios. Además, hace más visibles las anomalías dentro de los procesos; las mejoras dentro de los procesos no terminan. En resumen, la estandarización elimina el uso de métodos alternativos que son menos eficientes.

METODOLOGÍA

La presente investigación es un estudio cuantitativo. Este tipo de estudio, como bien mencionan Hernández y Mendoza (2018), recolecta datos numéricos y se ampara en el análisis estadístico con la finalidad de detectar comportamientos y probar teorías. En este caso en particular, se aplicó la estadística inferencial bajo una diferencia de medias para medir el tiempo promedio que toma completar una tarea sin el proceso de optimización del diagrama de espagueti y con la implementación del proceso. De acuerdo con Borda et al. (2013), la estadística inferencial comprende un conjunto de procedimientos y técnicas de estadística utilizadas con la finalidad de sacar conclusiones a partir de datos obtenidos de una muestra o población.

Durante el proceso de investigación, se utilizó la herramienta de Lean Six Sigma llamada diagrama de espagueti, la cual consiste en representar gráficamente cada movimiento de los operadores dentro del área de trabajo asignada con la finalidad de evitar retrabajos o movimientos innecesarios que fatiguen a los operadores o impliquen largos trayectos, lo que en última instancia se traduce en más tiempo para llevar a cabo sus actividades.

Se recogieron un total de 30 muestras ($n = 30$) para cada uno de los tres subprocesos durante un

periodo de 10 días. Estos subprocesos incluyen la recolección del producto en su ubicación y su traslado al área de trabajo, la obtención de los datos logísticos de cada uno de ellos, la integración de los *stock keeping units* (SKU) a su lugar de origen dentro del almacén y, por último, la captura de los datos en el sistema de gestión de almacenes (WMS). Los datos logísticos incluyen las dimensiones de cada una de las tres presentaciones (pieza, *inner pack* y *master pack*), además de otras medidas como el alto, ancho, largo, peso, piezas por caja, volumen, las cajas por cama y las camas por pallets (TI/HI) y piezas por pallet. El siguiente paso es la integración de los SKU a su lugar de origen dentro del almacén y, por último, la captura de los datos en el WMS.

Una vez identificados todos los subprocesos que se realizan dentro del área de trabajo, se efectuaron las mediciones de tiempos y movimientos de las actividades. Meyers (2000) sostiene que los estudios de tiempo y movimientos son herramientas para ahorrar costos, ya que aumentan el tiempo de productividad al disminuir traslados. Para la toma de muestras, se utilizó un cronómetro para medir el tiempo de productividad de una población de tres trabajadores en turnos de siete horas; la medición se registró en minutos. La recolección de datos se llevó a cabo durante 10 días tomando muestras del tiempo de los subprocesos.

Con base en los datos obtenidos, se implementaron herramientas para disminuir el tiempo e incrementar la productividad. De esta forma, se estudió exhaustivamente el proceso y sus componentes, es decir, los subprocesos. Si la secuencia es realizada correctamente, todos los elementos deben fluir o transmitir la información a la siguiente fase de manera adecuada. La reingeniería requiere un trabajo enfocado en el área elegida, empleando equipos multidisciplinarios, tecnología de la información, líderes de proyectos y análisis de datos.

RESULTADOS

La compañía pretende mejorar este proceso sin la intervención de otros países en donde se encuentra operando. Si bien se puede pedir asesoramiento a los países compañeros de operación, ello implica altos costos por el traslado geográfico y la distancia; por tanto, es preferible destinar este presupuesto a otras innovaciones o desarrollos y dar prioridad a comenzar desde cero los procesos, estudiarlos y aplicar mejoras mediante un proyecto de mejora continua.

El primer paso es la recolección de las muestras del tiempo de las actividades que se realizan para el estudio de tiempos y movimientos. Como lo menciona Palacios (2016), el estudio del tiempo es un complemento fundamental que consiste en determinar el tiempo empleado por un operador calificado y capacitado para realizar un trabajo o una tarea con las herramientas necesarias en un entorno apropiado.

Existen algunas técnicas para el estudio de tiempos. En este caso, la técnica utilizada para obtener los datos fue la medición de tiempos con cronómetro desarrollada por Frederick W. Taylor. Para cada uno de los subprocesos, se tomaron tres muestras aleatorias a lo largo de 10 días, con lo que se obtuvo un tamaño de muestra de 30, de la cual se obtuvo un promedio por día que es el que se observa en la Tabla 1. Al finalizar la recolección de datos se obtuvo un promedio general por cada subproceso.

Durante una jornada laboral de 7 horas, se medían 40 SKU siguiendo el proceso descrito a continuación. El proceso de recolección y reintegración tomaba un tiempo de 11.4 minutos por SKU, dividido en 2 fases, la recolección tardaba 5.7 minutos y la reintegración, 5.7 minutos. El proceso de medición empleaba 5.3 minutos por SKU, lo que supone un total de 3.2 h. Por último, en la captura de datos, el tiempo promedio fue de 1.2 minutos por SKU. En total, se medían 40 SKU en una jornada laboral

Tabla 1. Muestreo del tiempo de los subprocesos.

Subproceso de recolección y reintegración de 40 SKU										
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Promedio
5.7	6.3	5.6	5.4	6.0	6.0	6.4	5.6	5.3	4.3	5.7 min
Subproceso de medición										
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Promedio
6	5.3	4.5	5.5	7	4.5	5	5.1	5.2	4.9	5.3 min
Subproceso de captura de datos										
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Promedio
1.2	1.15	1.13	1.5	1.3	1.1	1.4	1.6	1	1.3	1.2 min

Fuente: Elaboración propia

de 7 horas. Durante el proceso de medición, había un tiempo muerto de 3.7 h y durante la captura de datos, un tiempo muerto de 6.2 h. En la Tabla 2, se presenta un resumen de estos datos.

Tabla 2. Resumen del tiempo proceso inicial.

	Recolectar/ Integrar	Medir	Capturar
Minutos X SKU	11.4	5.3	1.2
Horas por día	7	7	7
SKU por jornada	37	37	37
Tiempo ocioso	0	3.7	6.2

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, para el estudio de tiempos y movimientos, fue necesario aplicar una herramienta de Six Sigma llamada diagrama de espagueti o de flujo, con la finalidad de disminuir el tiempo muerto y, al mismo tiempo, incrementar la productividad.

En este caso, el centro de distribución es la instalación productiva o puesto de trabajo, en el cual los SKU son los productos o servicios que se tienen que medir. Las flechas rojas del diagrama representan los movimientos que realiza el operador dentro de las ubicaciones del almacén para la recolección del producto. Cada movimiento realizado se anotará en el *layout* (planograma) del centro de distribución. Como se observa en la Figura 1, los

movimientos eran desordenados y sin sentido, lo que provocaba largos tiempos de recolección, muy poca productividad en la medición y tiempo muerto durante la captura de los datos en el sistema.

Este tipo de diagrama de flujo pone de relieve la presencia de problemas que surgen de la ubicación actual de los pasos dentro de un almacén (Locher, 2017); con esto se logran visualizar los trayectos que se realizan dentro del almacén y del subproceso de recolección, lo que se traduce en mejoras para el proceso y reducciones de costos o tiempos.

En la Figura 2, se observa que al implementar las mejoras para el subproceso de recolección, las cuales consisten en realizar recorridos en orden por ubicaciones y pasillos consecutivos, los recorridos para la recolección de los SKU se realizan de forma lógica y ordenada. Este enfoque reduce los tiempos muertos dentro del subproceso y, a su vez, crea un flujo constante, ya que esta actividad es el *input* para que se lleve a cabo la medición.

Para determinar si las acciones de mejora continua implementadas dentro de un proceso están funcionando, es necesario que un líder de proyecto de mejora continua o implementación de proyectos efectúe mediciones o análisis de datos, de acuerdo a lo mencionado por Rajadell y Sánchez (2010). Es decir, se debe realizar el análisis sobre la reducción

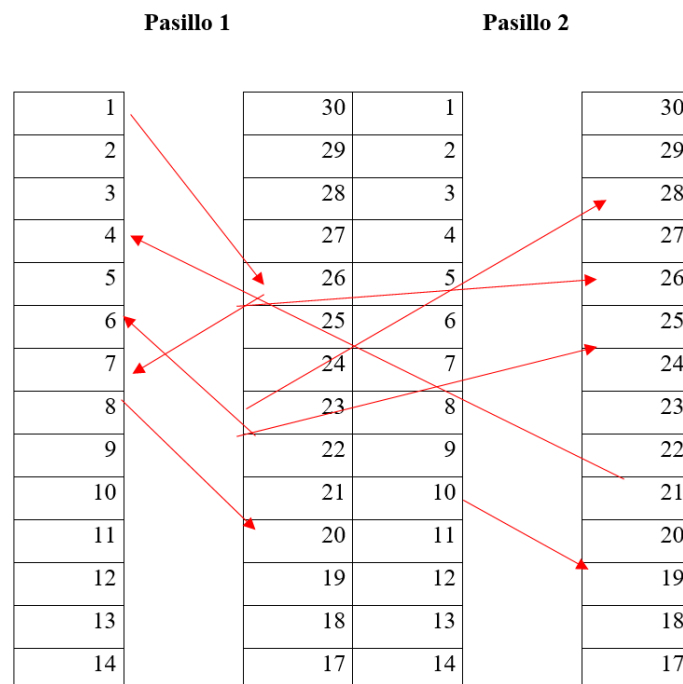


Figura 1. Diagrama de espagueti del subproceso de recolección antes de aplicar la reingeniería del proceso

Fuente: Elaboración propia.

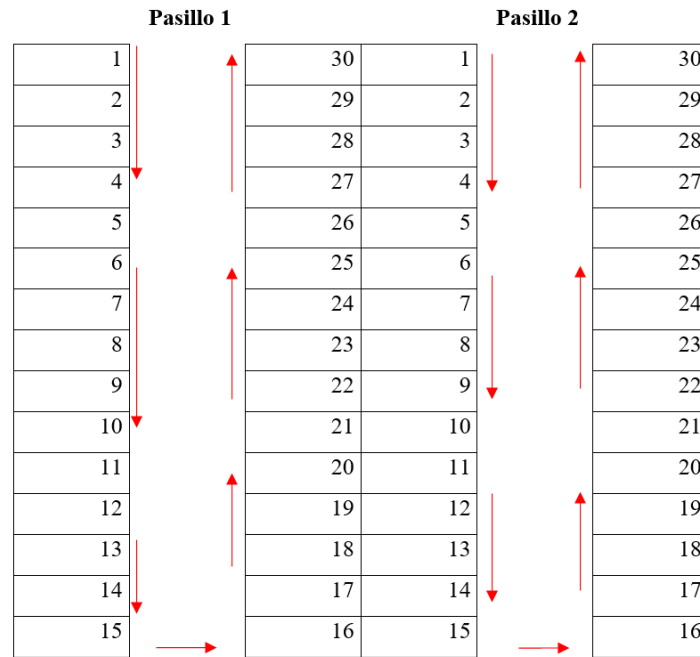


Figura 2. Diagrama de espagueti del subproceso de recolección tras aplicar la reingeniería de procesos.

Fuente: Elaboración propia.

del tiempo conseguido con las nuevas medidas adoptadas o, en su defecto, el análisis del tiempo actual en comparación con los tiempos antes de las acciones implementadas.

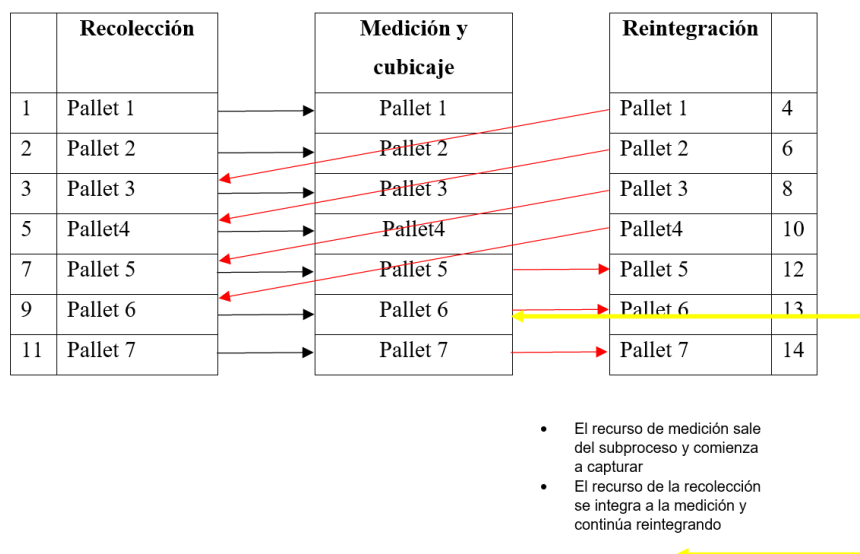
En la Figura 3, se muestra el nuevo esquema de trabajo y la manera en que se realiza la medición actualmente. El flujo inicial para la medición lo otorga la recolección, en el que los cuadros con los números representan el pallet que se debe recolectar, medir o reintegrar. Cada pallet debe contar 12 SKU y el número a un costado del pallet indica la secuencia que debe seguir el operario a cargo de la recolección/integración.

El proceso comienza con la recolección del primer pallet de 12 SKU. El recolector lo lleva al área de medición para obtener las medidas de los SKU. A continuación, el recolector, debe continuar con los siguientes dos pallets mientras el primer pallet debe ya estar terminado o a punto de terminarse para realizar su reintegración y continuar recolectando. En este punto, el equipo ya cuenta con dos pallets más para continuar laborando, así se realiza el proceso hasta la recolección del séptimo pallet, el cual es colocado en el área de trabajo. Al término de la medición del quinto pallet, una persona comienza con la captura de datos y la persona que proporcionaba el producto se integra a la medición del sexto pallet. Una vez medido este, se coloca el

producto en su lugar de origen y el operario regresa para continuar midiendo. Por último, se reintegra el séptimo pallet y el proceso termina tras una jornada laboral de siete horas.

A partir de los resultados de la medición de tiempos y movimientos, se introdujeron los siguientes ajustes en el proceso:

- Asignación de roles para el personal involucrado en el proceso.
- Las hojas para la recolección y reintegración fueron modificadas para garantizar que se realizaran siguiendo una secuencia lógica por pasillos y ubicaciones consecutivas.
- El personal encargado de la captura se dedicó a la medición del producto durante un lapso de cinco horas y media para obtener las medidas logísticas de los productos. El tiempo restante de la jornada laboral se dedicó a la captura de datos.
- Con dos personas en la medición, una persona se encarga de manipular las cajas para abrir, tomar las piezas o inners, colocar el producto en la máquina de medición, colocar las piezas en las cajas y regresar al pallet, mientras que la segunda persona se encarga de capturar los datos en el sistema de medición.



El número que se encuentra por fuera de la columna de recolección/reintegración indica la secuencia de la tarea que debe realizar la persona que se encarga de este subproceso.

Figura 3. Procesos de medición y actividades de cada operario.

Fuente: Elaboración propia.

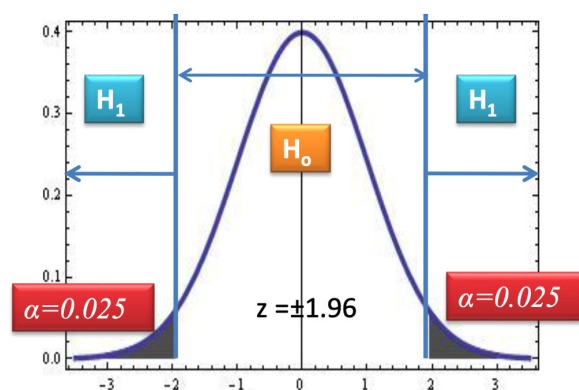


Figura 4. Distribución de pruebas de hipótesis.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Promedio de tiempos tras la aplicación de la reingeniería del proceso en una plantilla de tres operarios.

Subproceso de recolección y reintegración de 40 SKU										
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Promedio
3.5	3.2	3.7	4	3.5	3.1	3.4	4	3.6	3	3.5 min
Subproceso de medición										
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Promedio
5.3	4.9	5	4.9	5.6	4.8	5.3	4.7	5.2	5.7	5.14 min
Subproceso de captura de datos										
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Promedio
1.2	1.3	1.2	1.3	1	1.4	1.1	1	1.3	1.2	1.2 min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resumen de tiempos tras la aplicación de la reingeniería del proceso en una plantilla de tres operarios.

	Recolectar / Integrar	Medir	Capturar
Minutos x SKU	3.5	5.14	1.2
Horas por día	7	7	7
SKU por jornada	84	84	84
Tiempo ocioso	6 min	0	18 min
Nota	En el 6.º y 7.º pallet, el operario mide y continúa reintegrando.	-	En el 6.º pallet, el operario comienza a capturar datos en el WMS.
El tiempo de medición y recolección se divide en dos subprocesos, 1.75 minutos para la recolección y 1.75 minutos para la reintegración.			

Fuente: Elaboración propia.

Tras realizar las modificaciones al proceso, se realizó nuevamente la toma de tiempos y movimientos cronometrados, cuyos resultados se muestran en la Tabla 3. Se midieron un total de 84 SKU por jornada laboral, lo cual supuso un incremento de la productividad del 210%. El tiempo muerto se redujo en un 96%, tomando en cuenta que el tiempo de la recolección/reintegración se divide dos: 1.75 min para recolectar y 1.75 min para reintegrar cada SKU.

De acuerdo con la distribución de pruebas de hipótesis (Figura 4), con la prueba de hipótesis con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se establece la comparativa del valor teórico del valor Z calculado con el valor práctico de la implementación y los resultados de la metodología y el proceso del diagrama de espagueti. El resultado es discrepante, por lo tanto, el diagrama de espagueti mejora los tiempos de respuesta y producción.

$$z = \frac{[x_1 - x_2] - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \frac{[5.7 - 3.5] - (0 - 0)}{\sqrt{\frac{0.57^2}{30} + \frac{0.32^2}{30}}} = \frac{2.2}{0.1193} = 18.44$$

La Tabla 4 muestra el resumen de los tiempos que tarda una plantilla de tres personas en completar un proceso con y sin la aplicación de reingeniería del proceso. Se rechaza la hipótesis nula (H_0), que indica que no existe diferencia de medias entre realizar el proceso de manera habitual y el implementar el diagrama de espagueti para la optimización de tiempos. En cambio, se acepta la hipótesis alternativa (H_1), que indica que sí existe una diferencia significativa de media de tiempos tras la implementación del diagrama de espagueti. Esto confirma que la metodología del proceso con análisis del diagrama de espagueti es fiable y eficaz para optimizar los procesos en términos de tiempo, recursos y costos. Es importante señalar que los procesos no estandarizados muestran una variación y desviación alta; sin embargo, el *lean manufacturing* muestra que la estandarización,

metodología y secuencia estructurada de los procesos tienen un impacto positivo en la cadena de suministro y en la cadena de valor.

Al medir correctamente los productos y configurar el sistema se crea un correcto *slotting* del almacenamiento. Mora (2016) define el *slotting* como la ubicación automatizada en la cual se encuentran uno o varios SKU en un centro de distribución con el objetivo de tener un almacén configurado inteligentemente. Los beneficios que ofrece son los siguientes:

- Reducción del tiempo de surtido: Al configurar el almacén en función de los tamaños y volúmenes de los productos y no en un orden ABC, el *slotting* permite optimizar los costos de operación y tiempos de entrega. De este modo, se reduce el número de desplazamientos que se realizan dentro del almacén.
- Reducción en errores de encasillados: Al realizar el almacenaje inteligente en las ubicaciones del almacén se reducen los errores del personal operativo, puesto que el producto se encuentra correctamente configurado y el sistema automáticamente realiza las tareas que tienen que realizar los recursos humanos.
- Tareas inteligentes de reabasto al *pick line*: El sistema realiza automáticamente las tareas de reabastecimiento, desde las ubicaciones de reserva a las ubicaciones de *pick line*. Sin embargo, si el sistema no está correctamente configurado, no se detonan las tareas de reabastecimiento, ya que las configuraciones que tiene que tener el sistema incluyen la capacidad de piezas en la ubicación, la cantidad correcta de piezas en el pallet y las ubicaciones libres para colocar el producto.
- Trazabilidad de SKU: El *slotting* permite conocer los movimientos históricos, las ubicaciones y el

desplazamiento de un producto o lote dentro de la cadena de suministro.

- Mejorar el nivel de ocupación del almacén: Se mide mediante indicadores especiales que evalúan el porcentaje de volumen utilizable sobre volumen total. Con esto se logra tener un panorama general de la ocupación del centro de distribución.
- Optimización de las unidades de transporte: Al medir el volumen de los pallets, piezas o *masters*, el *slotting* ayuda a optimizar las unidades de carga, lo que a su vez optimiza los viajes por unidad, mejora el nivel de ocupación de cada unidad y reduce los costos de transporte.

DISCUSIÓN

La empresa objeto de estudio se dedica a la venta de productos para el mejoramiento del hogar y materiales para la construcción y se encuentra operando en México desde hace dos años. Su objetivo es posicionarse en el mercado mexicano frente a su competencia, The Home Depot. Tras aplicar la reingeniería de procesos para que el sistema de almacenamiento esté configurado de manera correcta en un menor tiempo, fue posible incrementar la productividad del Departamento de Logística y, de esta manera, disminuir los problemas dentro de la operación.

Por lo anterior y tras comprobar la hipótesis, podemos enunciar que la aplicación de reingeniería permitió obtener resultados positivos. El logro más significativo de la aplicación de la reingeniería fue la creación de un proceso sólido y medible que redujo los tiempos muertos del área en un 96% e incrementó la productividad en un 210%. Es decir, se cumple la hipótesis planteada.

Una correcta configuración del sistema lleva a un mejor surtido de los pedidos para el reabastecimiento de las tiendas. Anteriormente, no se surtían todos los SKU porque estos no se encontraban correctamente configurados con base en sus atributos de piezas por *inner* y por *master*. Esto ocurría porque la información del sistema se basaba en datos erróneos proporcionados por los proveedores.

La investigación permite la mejora continua del proceso y a la creación de *inputs* y *outputs* para que los subprocesos mejoren o tengan el flujo correcto.

La principal contribución del presente artículo es proponer un enfoque para mejorar y modificar la administración de los recursos humanos con el objetivo de optimizar los procesos dentro del área de datos maestros, que es la que configura los pallets. Con base en ellos, se automatiza el almacén y órdenes de reabastecimiento para las tiendas. Por otro lado,

la base de datos que se obtiene con la operación de este departamento actualiza los catálogos tanto en almacén como en el área comercial. Esto se traduce en un beneficio monetario para la compañía, pues repercute en un ahorro de presupuesto y en un aumento de la productividad. Es decir, conlleva a un menor requerimiento de personal y, por lo tanto, de presupuesto.

Para lograr resultados similares en otras organizaciones, es imprescindible tener claro el objetivo del proceso y contar con el personal adecuado incluyendo recolectores, medidores, capturistas y líder del proyecto, quien analiza los datos e implementa acciones preventivas o correctivas para lograr el objetivo de mejora continua. Para llevar a cabo las actividades en segunda instancia, el departamento debe tener claro el tiempo y presupuesto disponibles; además, se debe trazar un mapa de los *inputs* y *outputs* de cada recurso del departamento y realizar los ajustes necesarios con base en la medición de trayectos y del tiempo de las actividades.

CONCLUSIONES

Una reingeniería de procesos permite conocer la necesidad de cambios en los procesos productivos de una organización. Independientemente de las herramientas o metodologías empleadas, persigue un mismo objetivo: la optimización de los procesos. Esto implica reestructuración o reinención para la mejora de las compañías tomando en cuenta que la única constante en este proceso es el cambio.

Los resultados obtenidos tras la aplicación de la reingeniería y la demostración de la hipótesis alternativa (H_1) permitieron determinar que se obtuvo una mejora dentro del proceso. Como resultado, la empresa ahorró parte del presupuesto al no contratar a consultores de las operaciones de LATAM. El departamento de desarrollo logístico puede hacer uso de este recurso monetario para nuevas implementaciones, innovaciones o desarrollos para mejorar u optimizar aún más la operación del almacén, lo que impactará directamente en la reducción de los costos operativos.

La evidencia de los resultados que se obtuvieron debido al mejoramiento del proceso de medición de los SKU son positivas, pues con ello fue posible configurar de manera correcta los SKU en el sistema WMS de la compañía. Con esto se logra generar tareas automáticas como el resurtido del *pick line* (niveles de surtido) y el encasillado automático de *staying* (zona de recibo) a las ubicaciones correspondientes. Al crear un almacén inteligente, el sistema reduce los errores cometidos por el personal operativo y se agiliza la gestión del sistema.

REFERENCIAS

- [1] Álvarez, F. (2016). *Aplicación de herramientas lean manufacturing en procesos transaccionales*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. <http://132.248.9.195/ptd2016/mayo/0744440/0744440.pdf>
- [2] Borda Pérez, M., Tuesca Molina, R., y Navarro Lechuga, E. (2013). *Métodos cuantitativos, herramientas para la investigación en salud*. Colombia: Universidad del Norte.
- [3] Delers, A. (2016). *La filosofía del Kaizen: Pequeños cambios con grandes consecuencias*. 50MINUTOS.es. <https://www.50minutos.es/libro/la-filosofia-del-kaizen>
- [4] Escobedo, E., y Soconnini, L. (2021). *Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso*. Madrid, España: Marge Books.
- [5] Freihat, S. (2020). The role of transformational leadership in reengineering of marketing strategies within organizations. *Problems and Perspectives in Management*, 18(4), 364-375. [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.18\(4\).2020.29](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.18(4).2020.29)
- [6] García, V. (31 de agosto de 2021). *¿Qué es un sistema de control de inventarios?*. <https://www.kizeo-forms.com/es-lat/que-es-un-sistema-de-control-de-inventarios/#>
- [7] Heizer, J., y Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones Decisiones tácticas*. Pearson Educación.
- [8] Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México DF, México: McGraw-Hill.
- [9] Lefcovich, M. (24 de septiembre de 2004). Reingeniería de procesos. *Gestiopolis*. <https://www.gestiopolis.com/reingenieria-de-procesos/>
- [10] Lefcovich, M. (1 de septiembre de 2005). Just in time como camino hacia la excelencia. *Gestiopolis*. <https://www.gestiopolis.com/just-in-time-camino-hacia-la-excelencia/>
- [11] Locher, D. (2017). *Lean office: Metodología LEAN en servicios generales, comerciales y administrativos*. PROFIT editorial.
- [12] Martínez, P., Martínez, J. L., Cavazos, J., y Nuño, J. P. (2016). Mejora en el tiempo de atención al paciente en una Unidad de urgencias por medio de Lean Manufacturing. *Nova scientia*, 8(16). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000100017
- [13] Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos: Para la manufactura ágil*. Pearson Educación.
- [14] Mora García, L. A. (2016). *Gestión de logística integral: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento* (2ª ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- [15] Moreno García, R. R., y Parra Bofill, S. (2017). Metodología para la reingeniería de procesos. Validación en la empresa Cereales "Santiago". *Ingeniería Industrial*, 38(2), 130-142. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362017000200002
- [16] Olvera-Moran, B., Solís-Ferrer, H. E., y Chica-Castro, L. A. (2023). La reingeniería de los procesos en las industrias manufactureras en tiempos de postpandemia. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 6(12), 64-78. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/132>
- [17] Palacios Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- [18] Pérez, G., Gisberto, V., y Pérez, E. (2017). Reingeniería de procesos. *3C empresa: Investigación y pensamiento crítico*, 81-91 <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.81-91>
- [19] Rajadell, M., y Sánchez, J. L. (2010). *Lean manufacturing La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos.
- [20] Rodenes, M., Torralba, J., Arango, M., y Puig, J. (2001). *Reingeniería de procesos y transformación organizativa*. Valencia, España: Alfaomega.
- [21] Sánchez Zúñiga, A. (13 de febrero de 2004). Justo a tiempo, JIT. Una introducción a su filosofía: *Gestiopolis*. <https://www.gestiopolis.com/justo-a-tiempo-jit-una-introduccion-a-su-filosofia/>
- [22] Ticona Gregorio, H. I. (2022). Aplicación de Lean Six Sigma para mejorar el subproceso de reparación de averías en enlaces de comunicaciones. *Industrial Data*, 25(1), 205-228. <https://doi.org/10.15381/indata.v25i1.22194>
- [23] Torres, A. (2019). *Mejoras de Proceso en una Línea de Producción*. <http://hdl.handle.net/20.500.12475/144>. <https://prcrepository.org/xmlui/handle/20.500.12475/144>
- [24] Womack, J., y Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, NY, EE. UU.: Free Press.