

IMPLEMENTATION OF POKA YOKE/KANBAN AND LAYOUT TO REDUCE ORDERS LOSSES AND POOR LAYOUT IN SME GLASS SELLER, LIMA, 2024

Sebastian Flores Luna¹ , Angie Villarreal Urquiza² ,
Universidad Privada del Norte, Perú, N00239856@upn.pe, N00161393@upn.pe
Asesor: Juan Luis Sotomayor Burga
Universidad Privada del Norte, Perú, juan.sotomayor@upn.edu.pe

Abstract. - This paper was prepared with the purpose of solving four specific problems that occur in a company in the construction sector, Vidriería El Milagro in the year 2024, which is located in the city of Lima, Peru. The investigation began with the diagnosis, verifying the current state of the company, where the economic losses caused by each problem were determined. In this regard, the problems identified were the following: Loss of orders and poor plant distribution. For the correct mitigation of these, two solution alternatives were proposed, which were applied respectively to the aforementioned problems: Poka Yoke/Kanban and layout redesign. The following results were obtained. POKA YOKE managed to increase order fulfillment to values between 91% to 94% and the layout redesign managed to reduce downtime in the search for materials, increasing productive time to 97%. It is concluded that an adequate solution proposal adapted to the problematic context is beneficial for the organization.

Keywords: KANBAN, POKA YOKE, Layout Redesign, Lean Tools.

IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKE/KANBAN Y REDISEÑO DE LAYOUT PARA PÉRDIDA DE PEDIDOS Y DEFICIENTE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN VIDRIERÍA EL MILAGRO, LIMA, 2024

Sebastian Flores Luna¹, Angie Villarreal Urquiza²,
Universidad Privada del Norte, Perú, N00239856@upn.pe, N00161393@upn.pe
Asesor: Juan Luis Sotomayor Burga
Universidad Privada del Norte, Perú, juan.sotomayor@upn.edu.pe

Resumen. - El presente trabajo fue elaborado con la finalidad de resolver cuatro problemas puntuales que ocurren en una empresa del sector de construcción, Vidriería El Milagro en el año 2024, la cual está ubicada en la ciudad de Lima, Perú. La investigación inició por el diagnóstico, verificando el estado actual de la empresa, en donde se determinaron las pérdidas económicas que ocasiona cada problemática. Al respecto, las problemáticas identificadas fueron las siguientes: Pérdida de pedidos y deficiente distribución de planta. Para la correcta mitigación de estas, se plantearon dos alternativas de solución, las cuales fueron aplicadas de manera respectiva a los problemas antes mencionados: Poka Yoke/Kanban y rediseño de layout. Se obtuvieron los siguientes resultados. El POKA YOKE logró aumentar el cumplimiento de pedidos a valores entre 91% a 94% y el rediseño de layout logró reducir el tiempo muerto en la búsqueda de materiales, aumentando el tiempo productivo a un 97%. Se concluye que una adecuada propuesta de solución adaptada al contexto problemático es beneficioso para la organización.

Palabras Clave: KANBAN, POKA YOKE, Rediseño de Layout, Herramientas Lean.

Resumen. - El presente trabajo fue elaborado con la finalidad de resolver cuatro problemas puntuales que ocurren en una empresa del sector de construcción, Vidriería El Milagro en el año 2024, la cual está ubicada en la ciudad de Lima, Perú. La investigación inició por el diagnóstico, verificando el estado actual de la empresa, en donde se determinaron las pérdidas económicas que ocasiona cada problemática. Al respecto, las problemáticas identificadas fueron las siguientes: Pérdida de pedidos y deficiente distribución de planta. Para la correcta mitigación de estas, se plantearon dos alternativas de solución, las cuales fueron aplicadas de manera respectiva a los problemas antes mencionados: Poka Yoke/Kanban y rediseño de layout. Se obtuvieron los siguientes resultados. El POKA YOKE logró aumentar el cumplimiento de pedidos a valores entre 91% a 94% y el rediseño de layout logró reducir el tiempo muerto en la búsqueda de materiales, aumentando el tiempo productivo a un 97%. Se concluye que una adecuada propuesta de solución adaptada al contexto problemático es beneficioso para la organización.

Palabras Clave: KANBAN, POKA YOKE, Rediseño de Layout, Herramientas Lean.

I. INTRODUCCIÓN

A. Realidad Problemática

Vidriería El Milagro es una empresa dedicada a la instalación a domicilio de vidrios, sistemas y series de ventanas corredizas, mamparas y laminados, enmarcados de imágenes, teniendo como principales clientes personas naturales dentro del distrito de lince. Se cuenta con una plantilla laboral con conocimiento en vidriería. Todos ellos están plenamente capacitados para cumplir con las tareas establecidas en la programación. La reputación de la empresa se basa en la calidad y la flexibilidad que ofrece en sus servicios, lo que ha contribuido a su crecimiento constante

No obstante, han surgido contratiempos principalmente generados por pedidos no atendidos y pérdida de eficiencia en distintas tareas.

Para poder determinar el gasto por tiempo de parada de mano de obra, se tuvo en cuenta la jornada mensual de 26 días, 55 horas de trabajo a la semana y el sueldo de los operarios que asciende a la cantidad de S/ 22 000.00. En los análisis se demostró una pérdida de S/27.72 mensual por tiempo de parada.

Se realizó un mapeado de todas las herramientas y el tiempo de búsqueda, a partir de este dato se asignó el costo asociado basándonos en el costo de hora hombre (S/550 por semana). A partir de este enfoque se definió que el costo asociado al problema asciende a los S/6,217.02. Luego de analizar el problema, se optó por escoger las soluciones: implementación de sistema ABC, modificación del LAYOUT físico de la empresa.

En cuanto a los pedidos no atendidos, se consideró, según comentarios de los trabajadores, una tasa de pérdida del 5% mensual. Entendiendo la tasa de pérdida de pedidos se realizó un mapeado de las ventas generadas en el primer trimestre del

año. Con el detalle, se procedió a elaborar 1000 simulaciones con la herramientas análisis de hipótesis de excel donde se evaluaría de manera al azar la pérdida del pedido y con esto generar un margen de costos. Para esta simulación todo aquel pedido con un valor al azar entre 0 a 100 que tenga un valor menor a 5 sería catalogado como perdido. Gracias a esta simulación se logró entender el rango por el cuál estarían los costos relacionados a la pérdida del 5% de los pedidos. Donde como mínimo podríamos perder S/2,392 y un máximo de S/2,609.

B. Antecedentes de la Investigación

Poka Yoke/Kanban

En “Propuesta de mejora para incrementar el Nivel de Cumplimiento de entregas de un operador logístico aplicando SLP, Poka Yoke y Estudio de métodos” (Jhannise Mamani y Lady Ayala, 2023) se presenta un análisis de resultados en base a indicadores de alto valor: COK, VAN y TIR, el informe nos detalla que la implementación de esta herramienta es altamente rentable a la empresa, donde se obtiene 15% en el costo de oportunidad (COR), S/17,977.07 en el valor presente neto y 81,49% en tasa interna de retorno (TIR), con esto entendemos perfectamente que la implementación de estas iniciativas resultan rentables en corto plazo.

Rediseño Layout

Según Lee, I. G., Chung, S. H., & Yoon, S. W. (2020), “Two-stage storage assignment to minimize travel time and congestion for warehouse order picking operations” en su investigación presentan un enfoque sistemático para mejorar la eficiencia de las operaciones de preparación de pedidos en almacén. Los resultados de un estudio de caso muestran que supera otros métodos de asignación de almacenamiento en términos de eficiencia. Este enfoque integrado proporciona una solución práctica para mejorar las operaciones de preparación de pedidos en almacén.

Problemática

¿Cuál es el impacto del diseño e implementación de redistribución de planta Layout y POKA YOKE/Kanban sobre los costos de la empresa Vidriería El Milagro?

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Objetivo

Determinar el impacto del diseño e implementación de redistribución de planta Layout y POKA YOKE/Kanban sobre los costos de la empresa Vidriería El Milagro.

Hipótesis

El diseño e implementación de redistribución del Layout y POKA YOKE reduce los costos de la empresa Vidriería El Milagro.

II. MÉTODOS

La presente investigación es de ámbito Experimental, donde la unidad de estudio fue la empresa Vidriería el Milagro.

Para poder mitigar los problemas mencionados con anterioridad, se propusieron dos alternativas de solución, donde para escoger la más adecuada se ejecutó una evaluación mediante restricciones realistas de la industria, las cuales son limitaciones para identificar cuál de ellas será la más idónea para la solución del problema planteado.

TABLA 1
CUADRO COMPARATIVO PARA SOLUCIÓN PÉRDIDA DE PEDIDOS

Problema 1: Pedidos no Atendidos	POKA YOKE	Implementación de ERP
Costo de Implementación	\$ 482.08	\$ 24,515.47
Tiempo de Implementación	3.21 días hábiles	182.6 días
Accesibilidad	100%	33%
Funcionalidad	70%	100%
Usabilidad	100%	33%
Sostenibilidad	50%	100%
Promedio	80%	67%

TABLA 2
CUADRO COMPARATIVO PARA SOLUCIÓN DEFICIENTE DISTRIBUCIÓN

Problema 2: Deficiente distribución de la planta	Rediseño de Layout	Solución ABC: Priorización de MP
Costo de Implementación	\$ 680.00	\$ 707.25
Tiempo de Implementación	6 días	2 días
Accesibilidad	100%	80%
Funcionalidad	80%	60%
Usabilidad	100%	70%
Sostenibilidad	60%	70%
Promedio	85%	70%

A) Selección De Mejor Alternativa

En el proceso de selección de la mejor herramienta o alternativa para resolver diversos problemas operativos en la Vidriería El Milagro, se ha considerado una serie de restricciones, entre las cuales la económica ha sido la principal debido a su crucial importancia para la implementación efectiva. Este análisis tiene como objetivo determinar las soluciones más idóneas y adecuadas, teniendo en cuenta los costos y tiempos de implementación, así como su impacto en la eficiencia y estandarización de los procesos.

En el caso de la pérdida de pedidos, la implementación de la herramienta POKA YOKE/KANBAN se presenta como la alternativa más favorable en términos de costo. Los costos asociados a licencias, equipos y capacitación para un sistema ERP son significativamente más altos. En cuanto a los tiempos de implementación, el POKA YOKE también resulta más ventajoso. Las encuestas realizadas a los colaboradores de la empresa revelan que todos consideran más accesible la implementación de un POKA YOKE. Aunque en términos de funcionalidad y sostenibilidad el sistema ERP lidera las elecciones, la usabilidad del POKA YOKE compensa estos aspectos, convirtiéndolo en la opción principal para solucionar la problemática de los pedidos no atendidos.

Para abordar el problema de la deficiente distribución de planta, se optó por la solución del rediseño de layout. Esta opción se considera óptima al evaluar costos y tiempos. Aunque las diferencias en tiempos y costos entre las soluciones disponibles no son marcadamente significativas, la solución 1 (Rediseño de Layout) destaca en la comparativa. El enfoque en la distribución o inventario ABC prioriza las materias primas más utilizadas para facilitar el acceso durante la producción, reduciendo así el tiempo en búsquedas. Sin embargo, esta solución no es tan eficiente como el rediseño del layout, ya que priorizar solo las materias primas más utilizadas no garantiza la disponibilidad de todos los insumos necesarios para el producto final. Al reorganizar el layout, se puede clasificar todas las materias primas, facilitando el conocimiento y acceso a la ubicación de cada una.

B) Diseño De Mejora

POKA YOKE/KANBAN

Pre-Implementación

- 1) Reunión con el dueño
- 2) Inicio de programa de capacitación
- 3) Explicación del problema
- 4) Explicación de la solución
- 5) Explicación de futuros pasos
- 6) Certificación Interna del personal

Implementación

- 1) Periodo de pruebas

Post Implementación

- 1) Seguimiento de efectividad continuo mediante el análisis de KPI's



Fig. 1

Actividades de Pre-Implementación, Implementación y Post Implementación del Poka Yoke / Kanban

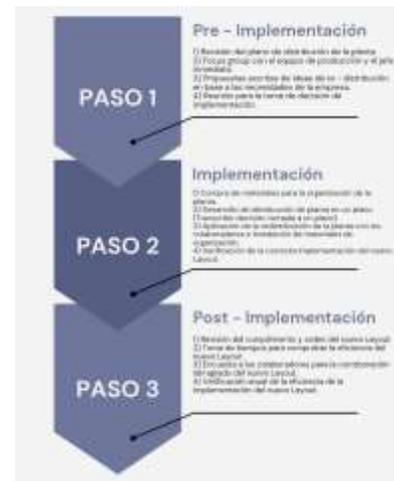


Fig. 2

Actividades de Pre-Implementación, Implementación y Post Implementación del Nuevo Layout

REDISEÑO LAYOUT

Pre-Implementación

- 1) Revisión del plano de distribución de la planta.
- 2) Focus group con el equipo de producción y el jefe inmediato.
- 3) Propuestas escritas de ideas de re - distribución en base a las necesidades de la empresa
- 4) Reunión para la toma de decisión de implementación.

Implementación

- 1) Compra de materiales para la organización de la planta.
- 2) Desarrollo de distribución de planta en un plano (Transcribir decisión tomada a un plano).
- 3) Aplicación de la redistribución de la planta con los colaboradores e instalación de materiales de organización.
- 4) Verificación de la correcta implementación del nuevo Layout.

Post Implementación

- 1) Revisión del cumplimiento y orden del nuevo Layout.
- 2) Toma de tiempos para comprobar la eficiencia del nuevo Layout.
- 3) Encuesta a los colaboradores para la corroboración del agrado del nuevo Layout.
- 4) Verificación anual de la eficiencia de la implementación del nuevo Layout.

C) FORMULACIÓN DE INDICADORES

Pérdida de Productos

Se consolidó como indicador para nuestra propuesta de solución el porcentaje cumplimiento de entregas. Según, Indicadores de la Gestión Logística (2023). “Número y porcentaje de pedidos de compras generadas sin retraso, o sin necesidad de información adicional” https://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/ind_logistica.pdf pág 34. (párrafo 1), el estándar de este indicador debe ubicarse entre el 90 al 100%. Con una fórmula de: $\text{Pedidos Atendidos Correctamente} / \text{Total de Pedidos} * 100\%$

Deficiente Distribución de Planta

Se consolidó como indicador para nuestra propuesta de solución tiempos muertos entre procesos, donde según Lee, Chung, & Yoon (2020) en Optimizing plant layout to reduce the Time Medio de Búsqueda (TMB) significantly improves operational efficiency and minimizes downtime in order-picking operations. El valor estándar del indicador debe alcanzar un 89%.

III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras la implementación de estas estrategias, demostrando su impacto positivo en la operatividad y productividad de Vidriería El Milagro. A través de una detallada evaluación y análisis, se evidencia cómo la aplicación de Poka Yoke/Kanban y la Redistribución del Layout contribuyen significativamente a la resolución de los problemas identificados, promoviendo un entorno de trabajo más eficiente y alineado con los objetivos de calidad total y mejora continua.

POKA YOKE/KANBAN

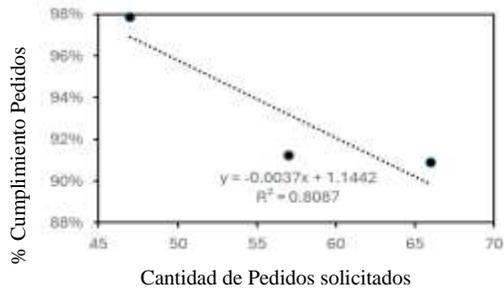


Fig. 3

Resultados de Análisis de Correlación para la metodología Poka Yoke

Al observar un R^2 por encima al 60% podemos definir una alta correlación.

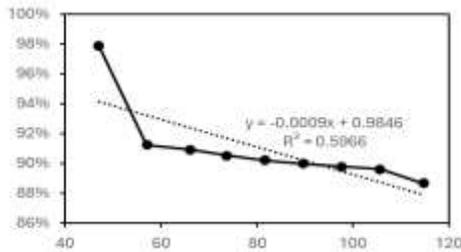


Fig. 4

Simulación de datos en próximos 6 meses

En el gráfico evidenciamos que la proyección a 6 meses apunta que conforme incrementa la cantidad de pedidos la tasa de cumplimiento disminuye.

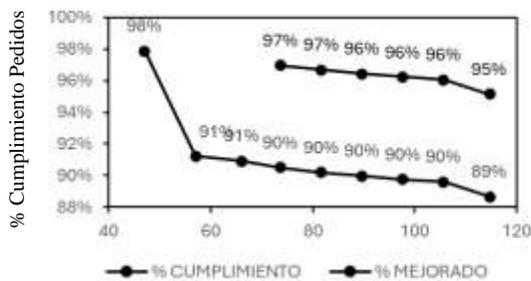


Fig. 5

Simulación POKA YOKE/ KANBAN aplicando indicadores

La implementación de la metodología Poka Yoke/Kanban en Vidriería El Milagro resultó en una notable mejora en el cumplimiento de pedidos, incrementando los valores del 91% al 94% de efectividad. Este incremento se debe a la reducción de errores en los procesos y la mejora en la eficiencia de la

entrega de pedidos, lo cual es consistente con la literatura que destaca la eficacia de Poka Yoke para prevenir errores en procesos industriales. La proyección a seis meses, basada en una regresión lineal, indicó que la aplicación de esta metodología podría mantener el cumplimiento de entregas por encima del 90%.

Redistribución Layout

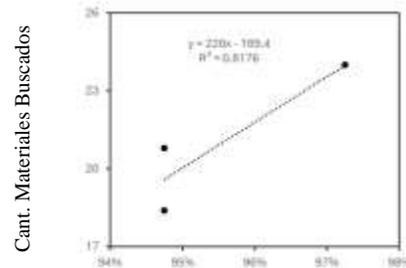


Fig. 6

Resultados de Análisis de Correlación para la metodología Layout

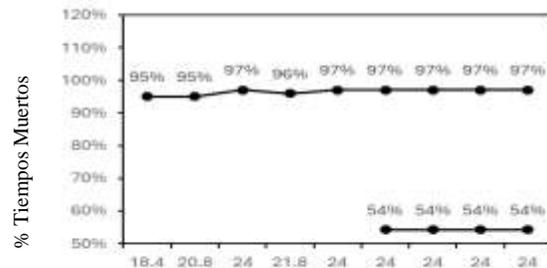


Fig. 7

Resultados de Análisis de Correlación para la metodología Layout

La Redistribución del Layout de la planta en Vidriería El Milagro demostró ser una solución efectiva para reducir los tiempos muertos y mejorar la eficiencia operativa. Se observó una disminución significativa del tiempo muerto en la búsqueda de materiales, lo cual incrementó el tiempo productivo al 97%. Esta mejora en la eficiencia se atribuye a la optimización del flujo de trabajo y la minimización de movimientos innecesarios dentro de la planta. Los datos históricos y las simulaciones realizadas mostraron que la redistribución del layout permite una secuencia operativa más coherente y fluida, lo que se traduce en una mayor productividad y reducción de costos operativos.

Evaluación Económica

Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INGRESOS							
Layout	-	S/ 2,802					
Poka Yoke	-	S/ 4,255	S/ 4,255	S/ 3,647	S/ 3,647	S/ 3,647	S/ 3,647
Total de Ingresos	0	S/ 7,057	S/ 7,057	S/ 7,096	S/ 6,947	S/ 6,804	S/ 6,449
EGRESOS							
Diseño	S/ 716.55						
Implementación	S/ 437.35						
Capacitación	S/ 20.63						
Total de Egresos	S/ 1,174.53	S/ 0					
SALDO	-S/ 1,174.53	S/ 7,057	S/ 7,769	S/ 7,096	S/ 6,947	S/ 6,804	-S/ 6,449

Fig. 8
Flujo de caja propuestas Poka Yoke y Layout

Tabla 3
Resultados de Indicadores Económicos

INDICADOR	RESULTADO
TIR	6.08
VAN	35,829.47
TOTAL EGRESOS	1,140.10
EGRESOS + INVERSIÓN	1,140.10
B/C	32.43

Como resultados de la evaluación económica evidenciamos un TIR de 6.08, lo que indicaría que nuestra propuesta de solución es rentable y positiva. El VAN sería de 35,829.47 considerando una tasa de 3.02%, la cual es equivalente a la tasa de inflación comunicada por el BCRP. Finalmente, en el indicador de costo beneficio observamos un resultado de 32.43; por lo que, se comprendería que por cada sol invertido en las propuestas de solución planteadas obtendríamos 32.43 soles de retorno.

POKA YOKE/KANBAN

La implementación de la metodología Poka Yoke/Kanban en Vidriería El Milagro ha demostrado ser una estrategia económicamente viable y altamente efectiva. El análisis de costos reveló que esta metodología requiere una inversión inicial significativamente menor en comparación con la implementación de un sistema ERP, principalmente debido a los costos reducidos en licencias, equipos y capacitación. El costo total de implementación del sistema Poka Yoke/Kanban ascendió a S/.550, cubriendo los gastos de formación del personal y la adquisición de materiales necesarios.

Además, el retorno de la inversión se observó en el corto plazo, ya que el cumplimiento de pedidos aumentó del 91% al 94%, lo que implicó una mejora en la eficiencia y una reducción en las pérdidas por pedidos no atendidos. La metodología Poka Yoke/Kanban no solo optimizó los procesos

internos y redujo errores, sino que también mejoró la satisfacción del cliente, contribuyendo así a un incremento en los ingresos y una mejor posición competitiva en el mercado.

Redistribución de Layout

La redistribución del layout de la planta se llevó a cabo con el objetivo de reducir los tiempos muertos y mejorar la eficiencia operativa. Basado en el antecedente proporcionado por Tanaya (2020), que señala una reducción del 42.82% en tiempos muertos al aplicar un rediseño de layout, se proyectaron resultados similares para Vidriería El Milagro. La inversión inicial para la redistribución del layout fue de S/.680.00, que incluyó costos de asesoría, adquisición de materiales y capacitación del personal.

Los resultados económicos fueron significativos. La reducción de tiempos muertos se tradujo en un aumento del tiempo productivo al 97%, permitiendo un uso más eficiente de los recursos y una mejora en el flujo de trabajo. La optimización del layout contribuyó a una disminución de los costos operativos, ya que los empleados pasaron menos tiempo buscando materiales y más tiempo en actividades productivas. Este cambio resultó en un ahorro de S/2,281.30 en costos operativos semanales, demostrando la eficacia y rentabilidad de la redistribución del layout.

IV. CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

CONCLUSIONES

Resultados del Poka Yoke/Kanban:

La implementación de Poka Yoke resultó en un alto cumplimiento de pedidos (91% a 94%), demostrando cómo la aplicación de estos sistemas puede contribuir significativamente a la reducción de errores y mejora en la entrega de pedidos. Esto es consistente con la literatura que destaca la eficacia de Poka Yoke para prevenir errores en procesos industriales.

Rediseño de Layout:

El rediseño de layout redujo el tiempo muerto en la búsqueda de materiales y aumentó el tiempo productivo a 97%. Este resultado apoya la teoría de que un diseño eficiente de la planta puede contribuir a la mejora general de la eficiencia operativa y la reducción de costos, al minimizar los movimientos innecesarios y optimizar el flujo de trabajo.

DISCUSIONES

Resultados del Poka Yoke/Kanban:

La implementación de Poka Yoke/Kanban, resulta una propuesta de solución rápida y eficiente para el equipo y permitirá reducir los errores del personal a bajo costo y de manera dinámica. Sin embargo, sería recomendable que esta herramienta sea evaluada de manera constantemente para asegurar el cumplimiento y capacitación del personal y corroborar si cumplirá con las necesidades de la empresa frente a una posible ampliación de personal y/o espacio de trabajo.

Rediseño de Layout:

El rediseño de layout consiguió reducir los tiempos muertos del personal y con eso incrementar el tiempo productivo; consideramos un éxito el nuevo modelo, a su vez, pese a los buenos resultados observados recomendamos hacer un seguimiento de los indicadores establecidos, con esto asegurar que los resultados se apliquen a un periodo mayor de tiempo y en caso la empresa genere nuevas necesidades o adquiera nuevos espacios volver a hacer el estudio y definir un nuevo modelo de layout que satisfaga sus necesidades y acompañe a la empresa a obtener resultados similares de eficiencia o mejores.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Agradecemos al equipo de la empresa Vidrieria El Milagro por permitirnos acceder a la información de ventas, realizar investigaciones en el establecimiento y presentarles nuestras propuestas. Al mismo tiempo, agradecemos a Dios por permitirnos contribuir a la investigación y darnos la fuerza para el desarrollo. A nuestras familias, por siempre brindarnos su apoyo incondicional en nuestra educación.

REFERENCIAS

- [1] Admeli, M. Q. J., & Diana, A. P. L. (2023, 16 noviembre). Propuesta de mejora para incrementar el Nivel de Cumplimiento de entregas de un operador logístico aplicando SLP, Poka Yoke y Estudio de métodos. <http://hdl.handle.net/10757/672364>
- [2] Alvarado, Melissa et al (2015) Análisis y mejora de los procesos de preparación de pedidos y despacho del canal de distribución mayoristas de una empresa de consumo masivo aplicando la metodología lean logistics. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8058>
- [3] Añorga González, Bach., A. P., Becerra Iparraguirre, Bach., A. J., González Velásquez, Bach., S. E., Patiño Botton, Bach., D., Vereau Grados, Bach., M., & Castillo Cabrera, Mg., R. (2021). DISEÑO DE UN SISTEMA ABC, ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS CON SISTEMA DE INCENTIVOS, CELDAS DE MANUFACTURA, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y KARDEX PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN UNA EMPRESA DE DERIVADOS LÁCTEOS. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología Innovación*, 8(1). <https://doi.org/10.26495/icti.v8i1.1547>
- [4] Aquije García, M. R., Guillen Chávez, G. R., & Sandoval Solis, G. G. A. (2020). Rediseño del layout y de los procesos de almacenamiento, recepción y despachos en la empresa TASA. <https://hdl.handle.net/11354/2857>
- [5] Aguilar, J., & Berrospi, J. (2021). Implementación de células de manufactura para mejorar la productividad en la empresa de confección textil Coco Company, Lima 2021. (Tesis de titulación). Repositorio de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77521>
- [6] Erick, R. U. A. (2023, 17 noviembre). Modelo de mejora para disminuir el índice de pedidos no conformes en una empresa distribuidora mediante Herramientas Lean Service. <http://hdl.handle.net/10757/671347>
- [7] Farro, L. G., & Sandoval, L. A. (2020). Aplicación de celdas de manufactura en el proceso de confecciones de la línea A de jeans, para incrementar la productividad de la mano de obra en la empresa Brooklyn S.R.L. (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/26022>
- [8] Lee, I. G., Chung, S. H., & Yoon, S. W. (2020). Two-stage storage assignment to minimize travel time and congestion for warehouse order picking operations. *Computers & industrial engineering*, 139, 106129. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106129>
- [9] Van Geest, M., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). Design of a reference architecture for developing smart warehouses in industry 4.0. *Computers in industry*, 124, 103343. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103343>
- [10] Kovács, G., & Kot, S. (2017). Facility layout redesign for efficiency improvement and cost reduction. *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 16(1). <https://doi.org/10.17512/jamcm.2017.1.06>
- [11] Kitriastika, V., Tanaya, P. I., & Indrayadi, Y. (2013). A Redesign Layout to Increase Productivity of a Company. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/handle/11617/3304>