

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



INTEGRATED LEAN LOGISTICS - WAREHOUSING MODEL TO REDUCE LEAD TIME IN AN SME OF FOOD SECTOR: A RESEARCH IN PERU

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Karina Guiuliana Gamio Valdivia

Código 20163112

Daniela Steisy Canales Huaman

Código 20162910

Asesor

Juan Carlos Quiroz Flores

Lima – Perú

Noviembre de 2023

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

INTEGRATED LEAN LOGISTICS - WAREHOUSING MODEL TO REDUCE LEAD TIME IN AN SME OF FOOD SECTOR: A RESEARCH IN PERU

Autor(es)

20163112@aloe.ulima.edu.pe

20162910@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen:

La industria alimentaria representó en el 2019 el 3,2% del Producto Bruto Interno (PBI) en el Perú, además de presentar una alta empleabilidad siendo que el sector contenía el 7,4% de la Población Económicamente Activa (PEA). A causa de la crisis mundial del COVID 19 en el 2020, este sector ha sido perjudicado, en consecuencia, el PBI del sector de restaurantes y alojamiento cayó un 50,2% con respecto al año anterior. Por ello, el fortalecimiento de esta industria se considera crucial. Siendo uno de los eslabones más críticos en la gestión de la cadena de suministro de material, este problema se traduce en la entrega tardía de los pedidos a sus clientes, lo que generaría grandes pérdidas monetarias y una mala reputación. En este sentido, la presente investigación propone un modelo de mejora integral basado en la combinación de herramientas tales como las 5S de la materia prima bajo un enfoque ABC multicriterio, FEFO, MRP, Forecasting y BPM cuyo objetivo es reducir el lead time. El modelo fue validado a través de una simulación en Arena 16.1, donde se obtuvo una reducción en el tiempo de entrega y en la frecuencia de compras extras en un 7.2% y 50%.

Palabras Clave:

Lean Logistic, Lean warehousing, Lead time, sector de restaurantes y servicios de comida.

Abstract;

The food industry represented 3.2% of the Gross Domestic Product (GDP) in Peru in 2019, in addition to presenting high employability since the sector contained 7.4% of the Economically Active Population (EAP). Due to the global crisis of COVID 19 in 2020, this sector has been affected, consequently the GDP of the restaurant and accommodation sector fell by 50.2% compared to the previous year. Therefore, the strengthening of this industry is considered crucial. Being one of the most critical links in the management of the material supply chain, this problem translates into late delivery of orders to your customers, which would generate large monetary losses and a bad reputation. In this sense, the present investigation proposes a comprehensive improvement model based on the combination of tools such as the 5S of the raw material under a multi-criteria ABC approach, FEFO, MRP, Forecasting and BPM whose objective is to reduce lead time. The model was validated through a simulation in Arena 16.1, where a reduction in delivery time and in the frequency of extra purchases was obtained by 7.2% and 50%.

Keywords:

Logistic, Lean warehousing, Lead time, restaurant sector and Foodservice.

Línea de investigación IDIC – ULIMA

- 1.1 Área y Sub-áreas de Investigación:**
- **ÁREA:** Supply chain management
 - **SUB-AREA:** Creación de operaciones, planificación y logística competitivas
 - Principios lean en una cadena de suministro

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS)

ODS 12. PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

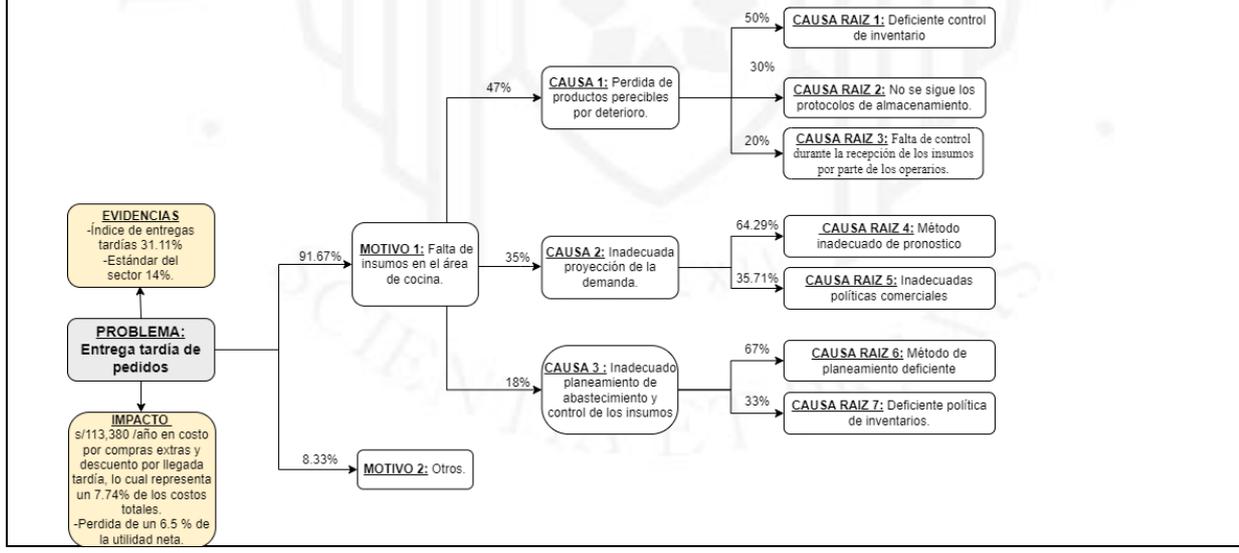
En la presente investigación se realizó un estudio a una empresa concesionaria de alimentos en Arequipa-Perú a inicios de la pandemia. Contexto en el que se vio la necesidad y el reto de velar por el uso adecuado de los recursos de la empresa, a fin de ser competitivas dentro del mercado.

Para el caso en mención se detectó que el problema con mayor incidencia era el de entregas a destiempo en sus pedidos, representando un 31.11% del total de las entregas realizadas en el año, afectando la rentabilidad de la empresa, e incrementando sus gastos en 7.74% , lo que representaba para la empresa una pérdida de 113, 380 PEN anuales, esto como resultado de malas prácticas, para ello se vio como medio de solución el uso de metodología lean en especial al uso de herramientas que ligadas al área de almacén, ya que la principal causa del problema es el mal manejo de insumos en el área en mención, 47% de impacto. Según (Caldas-Miguel et al., 2020), después de aplicar metodologías lean se logró una reducción de entregas tardías a un 14%.

A continuación, se detalla el árbol causa-raíz.

Figura 1

Diagrama del árbol, caso de estudio.



OBJETIVOS

General:

- Reducir el lead time en una PYME del sector alimentario debido a la falta de insumos en el área de cocina.

Específicos:

- Reducir la pérdida de insumos perecibles.
- Mejorar el manejo de la proyección de la demanda variable.
- Planear correctamente el abastecimiento y control de inventarios de los insumos.

JUSTIFICACIÓN

Relevancia del proyecto en términos:

- **Teórico**

Se considera una ventaja competitiva cumplir con los plazos de entrega a tiempo debido a que en la actualidad las empresas buscan cada vez más otorgar un mejor servicio al cliente generando mayor valor. (Abideen & Mohamad, 2020; Acero et al., 2020). Según estudio de (Costa et al., 2018) advierte del uso de herramientas lean como oportunidad de mejora en la utilización de recursos, especialmente de mano de obra e insumos perecederos.

- **Económicos / sociales**

A nivel mundial el sector hotelería y restaurantes, sector al cual pertenecen las empresas concesionarias de alimentos, se vio afectado en épocas de la pandemia COVID 19, pues en muchos casos sus actividades fueron suspendidas o en menor medida limitadas a delivery. (Dube et al., 2020).

Así pues, el Perú no fue la excepción, según INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática, para marzo de 2020, hubo un decremento del 42% con respecto a marzo del 2019, después de 35 meses de continuo crecimiento, siendo uno de los sectores más afectados. (Instituto Nacional de Estadística Informática [INEI], 2020). El sector Hoteles y Restaurantes está compuesto por subsectores como las concesionarias de comida las cuales se vio un crecimiento en marzo del 2021 del 28.7% con respecto al mes anterior (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021).

- **Ambientales**

En los estudios de (Del-Castillo-Monroy et al., 2020; Espinoza-Camino et al., 2020; Kaabi et al., 2018) resaltan la importancia del uso eficiente de los recursos en el sector alimentario, a través de una correcta planeación y utilización de insumos, reduciendo de esta manera los residuos y desperdicios, reduciendo su impacto, negativo, al medio ambiente.

Demostrando la viabilidad de la propuesta / Identificar y explicar la potencial contribución de la propuesta a al menos un objetivo de desarrollo sostenible.

La finalidad de este artículo es proponer un modelo integrado de gestión del área de almacén para atenuar el tiempo de entrega de productos. Lo cual en consecuencia permitirá aumentar el nivel de satisfacción de sus comensales. Asimismo, de la reducción de costos innecesarios por la adquisición de materiales, las buenas prácticas relacionadas con los insumos reducirían los residuos sólidos mitigando el impacto negativo en el ambiente, buscando un consumo responsable.

Por otro lado, la búsqueda de la mejor continua impulsará mediante la capacitación de los colaboradores desarrollando e incrementando sus habilidades y aptitudes. Lo cual impulsará el trabajo decente entre los miembros de la empresa, además traerá un crecimiento económico que beneficiará a ambas partes

- **Técnicos**

Por lo que las herramientas que se proponen en la investigación son las siguientes: 5S bajo un enfoque ABC multicriterio, FEFO (First Expires, First Out), MRP (Material Requirement Planning), Forecasting y BPM (Business Process Management).

MRP: El autor (Alvarado et al., 2019) que implementó MRP logró una reducción del 56% en el costo de materiales, puesto que no hubo más sobrecostos por compras de última hora o exceso en las cantidades compradas.

ABC: En el caso del artículo de (Abhishek & Pratap, 2020) en el cual tras haber utilizado la herramienta ABC se reduce el tiempo de espera en 5.7 minutos.

FEFO: En el caso de estudio de (Espinoza-Camino et al., 2020) se pudo observar que después de haber implementado FEFO se observó que la cantidad de insumos vencidos se redujo en un 100%. Además, al implementar la herramienta se redujo la demora del proceso de envío hasta en un 19% así como también se redujo el tiempo del proceso de envío del estudio de caso de 5,55 horas a 5,10 horas.

5S: En los casos de estudio de (Indrawati et al., 2018; Retamozo-Falcon et al., 2019) aplicaron la herramienta 5S como una herramienta que permite estandarizar, ordenar el área de almacén facilitando de esta manera la gestión de materiales y consiguiendo una eficiencia entre un rango aproximado de 58% y 67% porcentajes.

BPM: Al aplicar el BPM desarrollado por (Retamozo-Falcon et al., 2019) obtuvo como resultado el incremento en la eficiencia del proceso en la eficiencia del proceso en un 15.47%.

Forecasting: Según (Barbosa et al., 2015) afirma que para las empresas de alimentos y bebidas el ajuste de la producción y las existencias es un desafío debido a la característica perecible de estas últimas, para el necesario identificar el modelo que se adapta al contexto de las empresas de alimentos a fin de lograr una mejor planificación de corto y mediano plazo se utilizó el método de pronóstico suavización exponencial simple reduciendo el error en 5%.

HIPÓTESIS (Si aplica)

La aplicación de un modelo de mejora integral basado en las herramientas de Lean Logistics – Warehouse tales como las 5S bajo un enfoque ABC multicriterio, FEFO, MRP, Forecasting y BPM reducirán el Lead Time en las pymes del sector alimentario.

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo: Aplicada

En la presente investigación hizo uso de los conocimientos teóricos, con la finalidad de resolver un problema y mejorar la situación inicial.

Enfoque: Cuantitativo

Para realizar la validación de la hipótesis se hizo se recopiló datos y se puso a prueba el modelo integral propuesto.

Alcance: Causal

Técnicas e instrumentos:

- 5S.
- ABC multicriterio.
- FEFO (First Expires, First Out).
- MRP (Material Requirement Planning).
- Forecasting.
- BPM (Business Process Management).

Etapas del desarrollo de la investigación:

- **Diagnóstico.** - Se recolectó información de la situación actual y se realizó un diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto con el problema más repetitivo para luego plasmarlo en un Árbol de Problema, dando como resultado que el principal problema detectado fue alto índice de retrasos en las entregas de pedidos.
- **Intervención.** - Con la información anterior se propusieron 6 herramientas, con la finalidad de solucionar las causas raíz detectadas.

Para el desarrollo de la herramienta ABC multicriterio se establecieron criterios de clasificación de los insumos con el objetivo de reubicarlos y optimizar el área del almacén. Por otro lado, para el despliegue de la herramienta FEFO se propuso la implementación de tarjetas semáforo de color rojo, verde y amarillo las cuales cada color representa un rango de tiempo de vida útil de cada insumo. A continuación, para el despliegue de la metodología 5S, se detectó que el área de almacén es la que tiene mayor incidencia en desorden y deterioro de materiales por lo que se planteó desarrollar la herramienta en una macro en Excel de monitoreo dividida en 5 pestañas.

A la vez, se propuso implementar un plan maestro de producción para desarrollar la herramienta MRP y fichas técnicas de los insumos requeridos por cada platillo. Seguidamente, se utilizó el método de Suavizamiento Exponencial Simple para el desarrollo de la herramienta Forecasting, en el software Minitab.

Por último, se planteó utilizar la herramienta BPM para la descripción del proceso empresarial que se estaba llevando antes de las mejoras planteadas. Luego, el proceso se dividió en subprocesos para facilitar la comprensión del funcionamiento del negocio. Con lo cual, se permitió analizar y proponer mejoras detallando la forma de realizar las actividades, procesos y funciones correspondiente a las relaciones comerciales cliente-proveedor.

- **Implementación.** – Para la validación de esta investigación, se realizó una prueba piloto en los meses de mayo, junio y julio del año 2021, con una muestra de servicios prestados a un cliente en particular. Con respecto al desarrollo de la herramienta "ABC" se rediseñó el almacén de materiales. Por otro lado, para el despliegue de la herramienta FEFO se usó una macro en Excel que contiene 3 hojas relacionadas entre sí. La función de la primera hoja es registrar la cantidad y fecha de insumos adquiridos y la segunda registrar la cantidad de insumos requeridos en el área de cocina. Por último, la tercera hoja cada vez que se ejecute la macro se actualizará adicionando y disminuyendo las cantidades en la hoja 1 y hoja 2 obteniendo de este modo los saldos pendientes a utilizar. Así mismo, se utilizó tarjetas semáforo, siendo el color rojo indicador de insumos, cuya vida útil sea menor a dos semanas, mientras que las de color amarillo entre 2 a 4 semanas y las de color verde en un rango de 5 a 7 semanas. Este sistema de señalización se actualiza semanalmente a través de un registro de movimiento del almacén que es un soporte para la toma de decisiones en la compra de insumos. A continuación, se implementó la herramienta 5S mediante una macro de monitoreo dividida en 5 pestañas, en las cuales se encuentra lista de verificación y evaluarán entre un rango de 1 a 4, siendo 1 mala, 2 regular, 3 buena, 4 muy bien. Cada elemento que compone la herramienta, los cuales fueron promediados juntos, esta herramienta lo desarrolló el encargado del almacén, cada semana.

Por otro lado, para la implementación del modelo de Suavizamiento Exponencial Simple, luego que se recopilarán los valores de las demandas históricas de los últimos 12 meses en Minitap mediante el método de suavizado se obtuvieron las proyecciones de ventas futuras. Finalmente, para la ejecución de las órdenes de compra resultantes, se implementó la herramienta MRP, teniendo como pasos previos la estandarización de recetas y la determinación de la demanda.

Continuará...

Figura 2

Modelo de mejora propuesto.

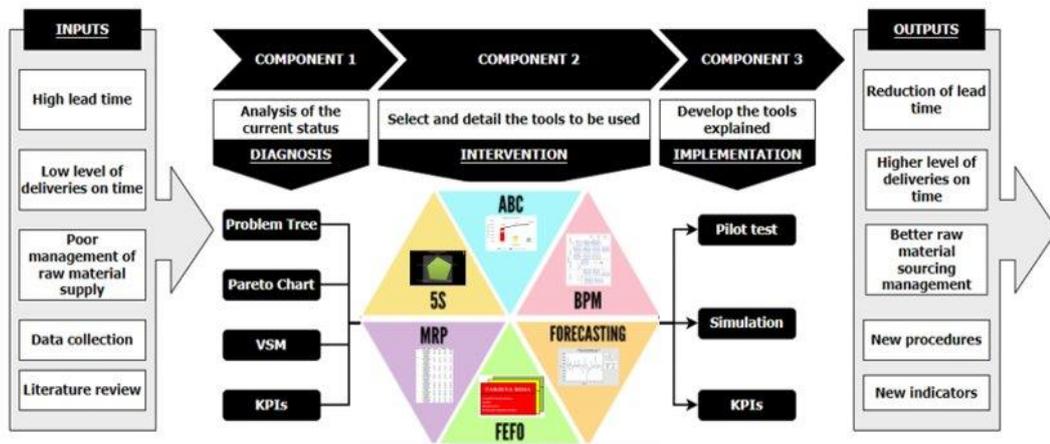


Tabla 1

Tabla de indicadores

Indicador	Formula	Función
On time delivery (OTD)	$\frac{\text{Pedidos Entregados a Tiempo}}{\text{Total de Pedidos Entregados}} \times 100$	Analiza la proporción de pedidos recibidos a tiempo con respecto al número de pedidos entregados que se realizaron en total.
Auditoria 5S	$\sum \text{Puntuación resultante de la macro}$	Cuantifica el grado de cumplimiento de cada componente de 5s sumando los resultados obtenidos por cada uno de ellos.
Cantidad de Stock de Insumos Vencidos	$\sum \text{Insumos Vencidos}$	Cuantificar la suma total de insumos vencidos para analizar si se está dando una prioridad de uso a los insumos comprados más antiguos.
Quiebre de Stock	$\frac{\text{Cantidad de Insumos no Suministrados}}{\text{Cantidad de Insumos Requeridos}}$	Registrar la relación entre la cantidad de insumos no suministrados y la cantidad de insumos requeridos al mes.
% Error promedio medio absoluto MAPE	$100 \times \frac{ Demanda real - Pronóstico de la demanda }{Demanda real}$	Determina el porcentaje de diferencia entre el pronóstico y la demanda real respecto a la demanda real y el pronóstico obtenido del método de suavizamiento exponencial simple de un mes en particular.

Continuará...

Indicador	Formula	Función
Time Set Up	$\frac{IST - FST}{IST} \times 100$	Permite calcular el porcentaje de mejora respecto al tiempo de la situación inicial (IST) y al tiempo total de la situación final (FST) sobre el IST. Este indicador se utilizará para medir la mejora del Lead time de la empresa.
Eficiencia	$Efficiency = \frac{Vt - V(t - 1)}{Vt} \times 100$	A fin de medir el funcionamiento del proceso de compras de insumos se utilizará el KPI de eficiencia. Siendo que en la siguiente ecuación Vt es el tiempo del proceso mejorado (a ser) mientras que V (t-1) es el tiempo del proceso actual.
NOTAS (AGRADECIMIENTOS)		
<p>Karina Gamio: Agradezco a Dios y a mi familia por darme la oportunidad de desarrollarme académica y profesionalmente en algo que me apasiona como es la Ingeniería Industrial, esta investigación se la dedico especialmente a mis abuelos, a mis madres y a mi hermano, quienes siempre me apoyan en todo lo que emprendo.</p> <p>Daniela Canales: Agradecer a Dios, a mi familia y amistades de la universidad por haberme brindado su apoyo incondicional en las buenas y en las malas en mi vida universitaria. No fue sencillo culminar esta etapa, pero se pudo lograr gracias a la suma de esfuerzos de cada uno de ustedes. Papá gracias por transmitirme tu perseverancia en los estudios, mamá gracias impulsarme a ser disciplinada, hermano gracias por transmitirme tu conocimiento cuando se me complicaban las materias, tía Beatriz gracias por la cochera y finalmente Jacky, Mario, Dari y David agradezco haberlos conocido y haber pasado momentos inolvidables con ustedes.</p>		
REFERENCIAS		
<p>Abhishek, P. G., & Pratap, M. (2020). Achieving Lean Warehousing Through Value Stream Mapping. <i>South Asian Journal of Business and Management Cases</i>. https://doi.org/10.1177/2277977920958551</p> <p>Abideen, A. Z., & Mohamad, F. B. (2020). Supply chain lead time reduction in a pharmaceutical production warehouse – a case study. <i>International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing</i>, 14(1), 61–88. https://doi.org/10.1108/IJPHM-02-2019-0005</p> <p>Acero, R., Torralba, M., Pérez-Moya, R., & Pozo, J. A. (2020). Value stream analysis in military logistics: The improvement in order processing procedure. <i>Applied Sciences (Switzerland)</i>, 10(1). https://doi.org/10.3390/app10010106</p> <p>Alvarado, L., Santos, J., Quiroz, J., & Alvarez, J. (2019). A multi-criteria operational approach for maximizing key-processes performance in a construction SME Peruvian company Un enfoque operacional de criterios múltiples para maximizar el rendimiento de los procesos clave en una empresa peruana de construcción . <i>Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities</i>, July 2019, 24–26.</p>		

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.39>

- Barbosa, N. P., Christo, E. S., & Costa, K. A. (2015). Demand forecasting for production planning in a food company. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10(16), 7137–7141.
- Caldas-Miguel, J., Carvallo-Munar, E., Leon-Chavarri, C., Raymundo, C., Mamani-Macedo, N., & Dominguez, F. (2020). Purchasing and Quality Management Lean Manufacturing Model for the Optimization of Delivery Times in SMEs in the Food Sector. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1209 AISC, 478–485. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50791-6_61
- Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Fredendall, L. D., & Gómez Paredes, F. J. (2018). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science and Technology*, 82, 122–133. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.002>
- Del-Castillo-Monroy, C. X., Caldas-Rivera, L. N., Maradiegue, F., Raymundo, C., & Dominguez, F. (2020). Modelo Lean Logistics de planificación de abastecimiento bajo el enfoque del ISO 22000 para la reducción de la variabilidad operativa en MYPES del sector alimenticio. In *CISCI 2020 - Decima Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, Decimo Septimo Simposium Iberoamericano en Educacion, Cibernética e Informática - Memorias* (Vol. 1, pp. 46–52).
- Dube, K., Nhamo, G., & Chikodzi, D. (2020). COVID-19 cripples global restaurant and hospitality industry. *Current Issues in Tourism*, 0(0), 1–4. <https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1773416>
- Espinoza-Camino, P., Macassi-Jaurequi, I., Raymundo-Ibañez, C., & Dominguez, F. (2020). Warehouse management model using FEFO, 5s, and chaotic storage to improve product loading times in small- and medium-sized non-metallic mining companies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 796(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012012>
- Indrawati, S., Miranda, S., & Bryan Pratama, A. (2018). Model of Warehouse Performance Measurement Based on Sustainable Warehouse Design. *Proceedings - 2018 4th International Conference on Science and Technology, ICST 2018*, 1, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICSTC.2018.8528712>
- Instituto Nacional de Estadística Informática [INEI]. (2020). *Informe Técnico Producción Nacional Mayo 2020*. 61. www.inei.gob.pe
- Kaabi, H., Jabeur, K., & Ladhari, T. (2018). A genetic algorithm-based classification approach for multicriteria ABC analysis. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 17(6), 1805–1837. <https://doi.org/10.1142/S0219622018500475>
- Retamozo-Falcon, G., Silva, J., & Mauricio, D. (2019). Modelo para la mejora de procesos mediante técnicas Lean y BPM en PYMES. *Proceedings of the 2019 IEEE 26th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2019*, 1–4.

ANEXO. Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Integrated Lean Logistics - Warehousing model to reduce Lead Time in an SME of food sector: A research in Peru
- **Autores:** Daniela Steisy Canales Huaman y Karina Gamio Valdivia
- **Co autor(es):** Juan Carlos Quiroz Flores, Martín Collao Díaz y Alberto Flores Pérez

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** The 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management (IEIM 2022)
- **Organizador:** IEIM
- **Sede:** Barcelona, España
- **Año:** 2022
- **Pp:** 12 páginas
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3524338.3524366>



Paper ACM

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	9%	8%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Ma. Janice J. Gumasing, Frankern Luis S. Malabuyoc, Madeline Anne Patrice C. Sy, Ma. Daniella M. Sobrevilla, Maryam G. Irene. "COVID-19 Risk Level Assessment: A Case of Food Sector Employees", 2022 The 9th International Conference on Industrial Engineering and Applications (Europe), 2022 Publicación	3%
2	Submitted to University of Huddersfield Trabajo del estudiante	1%
3	www.semanticscholar.org Fuente de Internet	1%
4	Kevin Luis Ambrosio-Flores, Maria Lazo-de-la-Vega-Baca, Juan Carlos Quiroz-Flores, Ezilda Cabrera-Gil-Grados. "Warehouse management model integrating BPM-Lean Warehousing to increase order fulfillment in SME distribution companies", 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), 2022 Publicación	1%
