

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



IMPROVEMENT MODEL FOR REDUCING STOCK-OUTS USING INVENTORY MANAGEMENT TOOLS IN A COMMERCIAL COMPANY SPECIALIZING IN SOLAR THERMALS

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Samantha Isabel Aspajo Diaz

Código 20190170

Martha Yocklen Mendoza Moscoso

Código 20191268

Asesor

Jorge Antonio Corzo Chávez

Lima – Perú

Junio de 2025

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

Improvement Model for Reducing Stock-Outs Using Inventory Management Tools In A Commercial Company Specializing In Solar Thermals

Autor(es)

Samantha Isabel Aspajo Díaz
20190170@aloe.ulima.edu.pe
Universidad de Lima

Martha Yocklen Mendoza Moscoso
20191268@aloe.ulima.edu.pe
Universidad de Lima

Jorge Antonio Corzo Chávez
jacorzo@ulima.edu.pe
Universidad de Lima

Resumen: El objetivo del trabajo de investigación es reducir el inventario de una empresa en San Martín, Perú, que ofrece el servicio de instalación de calentadores solares térmicos. Primero, se presenta una breve descripción, los antecedentes de la organización y una evaluación de los indicadores de la empresa para encontrar el problema bajo estudio. Con esto, encontramos la brecha técnica de 31.11% durante el año 2022, la cual fue calculada con la diferencia del 47.78% de casos de desabastecimiento de inventario de la empresa estudiada en comparación con el 16.67% de una Mype comercial encontrada dentro del análisis de 40 artículos científicos. Posteriormente, se propone el diseño de la solución vinculando las causas raíz con la Clasificación ABC, el Planeamiento de Requerimientos de Materiales y la Cantidad Económica de Pedido. Estos últimos fueron analizados y se concluyó que tienen una contribución positiva para la solución del problema. A continuación, se detalla el desarrollo de la propuesta, elaborando las metodologías de validación para verificar que las herramientas propuestas sean efectivas para el proyecto de mejora mediante la capacitación de los trabajadores, la reorganización del almacén y su posterior verificación, donde se obtuvieron resultados como el aumento del 12.69% en la capacidad utilizada en el almacén, la disminución del 68.75% en casos de desabastecimientos, durante el primer mes de implementación, lo que implica la reducción de costos y, finalmente, la reducción en el tiempo promedio de ensamblaje de un kit de accesorios de 72 a 33 minutos. Finalmente, se realiza un análisis financiero que involucra la evaluación de los flujos económicos antes y después de la implementación con un presupuesto de \$982.35 para examinar la viabilidad financiera de la empresa. Con el presupuesto mencionado, se obtuvieron resultados económicos como un VAN de \$6972.95, una TIR de 187% y finalmente un B/C de 7.86. Además, se concluye que la cantidad invertida se recuperará en 0.585 años.

Palabras Clave: Termas Solares, Quiebres de Stock, MRP, EOQ, Clasificación ABC.

Abstract: The objective of the research work is to reduce the stock of a company in San Martín, Peru, that offers the installation service of solar thermal heaters. First, a brief description is presented, the background of the organization and an evaluation of the company's indicators to find the problem under study. With this we find the technical gap of 31.11% during the year 2022, which was calculated with the difference of 47.78% of stock outage cases of the company studied compared to 16.67% of a trading Mype found within the analysis of 40 articles by scientists. Subsequently, the design of the solution is proposed linking the root causes with the ABC Classification, Material Requirements Planning and Economic Order Quantity. The latter were analysed and the positive contribution to the solution of the problem was concluded. Subsequently, the development of the proposal is known in detail, developing the validation methodologies to verify that the proposed tools are effective for the improvement project through the training of workers, the reorganization of the warehouse and its subsequent verification, where results were obtained. such as the increase of 12.69% in the capacity used in the warehouse, the decrease of 68.75% in cases of stockouts, during the first month of implementation, which implies the reduction of costs and, finally, the reduction in

the average assembly time of an accessory kit from 72 to 33 minutes. Finally, a financial analysis is carried out that involves the evaluation of economic flows before and after implementation with a budget of \$982.35 to examine the financial viability of the company. With the aforementioned budget, economic results were obtained such as a NPV of \$6972.95, an IRR of 187% and finally a B/C of 7.86. Furthermore, it is concluded that the amount invested will be recovered in 0.585 years.

Keywords: Solar Thermals, Stock Break, MRP, EOQ, ABC Classification.

Línea de investigación IDIC – ULIMA

2. DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIOAMBIENTE:

2.1 Sostenibilidad y cambio climático

2.1.1 Energías renovables

Área y Sub-áreas de Investigación:

Operations Engineering and Management, Inventory Management & Control.

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), el ODS 7 (Energía Asequible y No Contaminante) y el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura).



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa seleccionada, una MYPE ubicada en Moyobamba, región de San Martín, dedicada a la importación, venta e instalación de termas solares, enfrenta problemas críticos de quiebre de stock en los accesorios necesarios para su instalación. Este problema genera costos adicionales, retrasos en el servicio, insatisfacción del cliente y afecta su competitividad. Es decir, las MYPES enfrentan pérdidas debido a desabastecimientos y a una mala gestión de inventarios, lo que genera escasez y descontento entre los clientes. Para abordar este problema, se propone la implementación de herramientas como la Clasificación ABC, la Planificación de Requerimientos de Material (MRP) y la Cantidad Económica de Pedido (EOQ).

La empresa de instalación de sistemas solares térmicos enfrenta un problema de desabastecimiento durante el ensamblaje, lo que lleva a los trabajadores a comprar los insumos faltantes. Se busca mejorar la situación identificando la brecha técnica, con referencia a un estudio que destaca la importancia de la organización del almacén para evitar pérdidas. La empresa estudiada presenta un 47.78% de quiebre de stock, atribuido a la falta de control de entradas y salidas (57.14%), desorganización de los almacenes (29.77%) y retrasos en el servicio (13.09%). Por tanto, el objetivo es validar la viabilidad de estas soluciones, medir su impacto en costos y tiempos, y contribuir a la sostenibilidad financiera y operativa de la empresa, asegurando un servicio de calidad y la satisfacción del cliente. Con ello, se estima que la empresa tendrá una inversión de \$981.54 en estas mejoras, la cual será recuperada en menos de un año, y generará un aumento proyectado de \$1650.94 en ingresos en los primeros ocho meses, ayudando a la empresa a recuperar su inversión rápidamente.

OBJETIVOS

Objetivo general: Reducir el quiebre de stock en el servicio de instalación de termas solares de una empresa comercializadora

Objetivos específicos:

- Elaborar los antecedentes y estado del arte del proyecto de mejora para una empresa comercializadora de termas solares analizando las causas raíz.
- Realizar el análisis y diagnóstico del problema de quiebre de stock usando herramientas de ingeniería industrial para el control de gestión de inventarios en la instalación de termas solares.
- Diseñar y desarrollar propuestas de solución para el quiebre de stock.
- Validar la solución, evaluar su viabilidad económica y su impacto en los stakeholders relevantes.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto es relevante por varios motivos que abarcan dimensiones teóricas, técnicas, económicas, sociales, ambientales y metodológicas. En primer lugar, este proyecto avanza el conocimiento en la gestión de inventarios mediante la implementación de herramientas como EOQ, MRP y Clasificación ABC, evaluando su efectividad en MYPES del sector de energías renovables. Además, las herramientas propuestas ofrecen soluciones prácticas y comprobadas para optimizar la gestión de inventarios, mejorando la eficiencia operativa de la empresa. Esto incluye el control de entradas y salidas de materiales, la clasificación estratégica de los productos y una planificación adecuada de los requerimientos de materiales, reduciendo los quiebres de stock.

La reducción de quiebres de stock disminuirá costos operativos y mejorará la rentabilidad al garantizar la disponibilidad de materiales, fortaleciendo la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda, consolidar su posición en el mercado y mejorar la gestión de inventarios, la cual beneficiará a los clientes al garantizar un servicio más eficiente y oportuno. Esto fortalecerá la satisfacción del cliente, lo cual es fundamental para la sostenibilidad de la empresa y la generación de confianza en el mercado.

El proyecto fomenta el uso de tecnologías renovables, como las termas solares, que contribuyen a la reducción de emisiones de carbono y promueven la sostenibilidad energética. Al optimizar los procesos de instalación, también se minimizan desperdicios y se mejora la eficiencia en el uso de recursos.

Implementar un modelo de mejora basado en herramientas de gestión de inventarios, como la cantidad económica de pedido, la planificación de necesidades de materiales y el análisis ABC, permitirá a la empresa comercial especializada en energía solar térmica reducir significativamente la falta de stock, optimizando así su capacidad de respuesta ante la demanda del mercado, reduciendo gastos y mejorando la satisfacción del cliente.

HIPÓTESIS

Implementar un modelo de mejora basado en herramientas de gestión de inventarios, como la cantidad económica de pedido, la planificación de necesidades de materiales y el análisis ABC, permitirá a la empresa comercial especializada en energía solar térmica reducir significativamente la falta de stock, optimizando así su capacidad de respuesta ante la demanda del mercado, reduciendo gastos y mejorando la satisfacción del cliente.

DISEÑO METODOLÓGICO

- El tipo de mejora es aplicada puesto que la implementación de las herramientas como EOQ, MRP y clasificación ABC para mitigar el quiebre de stock será implementado en la organización. En el caso de la empresa se utilizarán indicadores que midan la reducción de sus costos y la cantidad de casos en donde se complete la instalación de las termas sin tener roturas de stock y sin la necesidad de perder tiempo comprando accesorios faltantes para el servicio. Sin embargo, como limitación se tiene la ubicación de la organización debido a que sus operaciones se realizan en el departamento de San Martín lo que dificulta su visita directa, además, no tienen claramente identificados los indicadores que ayuden a evaluar su desempeño en el mercado con el fin de buscar mejoras a lo largo del tiempo. Todo lo mencionado anteriormente, es decir, el flujo de proceso se puede visualizar tanto en la figura 1 (Diseño del Modelo Propuesto) como en la figura 2 (Flujo del diseño de la propuesta de mejora).
- El enfoque es cuantitativo, utilizando herramientas como MRP, EOQ y clasificación ABC para mejorar la gestión de inventarios.
- El alcance del presente trabajo es identificar los problemas dentro de la empresa que generan quiebres de stock, aumento de costos y demoras en el servicio al cliente. El estudio tiene un alcance descriptivo, correlacional y explicativo: descriptivo porque se identifican los problemas existentes en la organización correlacional porque se analizarán las relaciones entre las variables como el quiebre de stock y las herramientas propuestas, y explicativo porque se busca entender las causas subyacentes, como un plan de compras inadecuado y la falta de clasificación de materiales, con el fin de aplicar soluciones efectivas y mejorar la eficiencia operativa de la empresa.
- Las herramientas a utilizar son:

La primera herramienta a utilizar será fundamental para agilizar el proceso de compra y mejorar el control de las cantidades de los materiales a necesitar para poder cumplir el servicio satisfactoriamente, para ello se tomará en cuenta la herramienta MRP, la cual ayudará a tener una adecuada planificación de los insumos, componentes y materiales de la demanda que se tendrá, es decir, es un conjunto de técnicas que usa los datos de la lista de materiales, datos de inventarios y el plan maestro de producción para calcular los requerimientos de materiales. (Barrios,E., Gaviño,G. ,Vazquez, S. & Velard, J., 2021). Para empezar, se define la estructura de lo que se va a necesitar, es decir de los accesorios, para poder realizar la instalación de las termas, colocando el nombre correspondiente y luego determinar la cantidad a utilizar en un horizonte de tiempo determinado para saber cuánto se debe conseguir y poder cumplir correspondientemente con el servicio. Posteriormente, para cada accesorio o elemento identificado, definir el inventario disponible, stock de seguridad, lead time, recepciones programadas, necesidades brutas, netas y el lanzamiento de orden para organizarlo en un software y poder realizar el MRP o, de una forma más sencilla, utilizar el programa Microsoft Excel y registrar la información obtenida.

La segunda herramienta, la cual es Cantidad Económica de Pedido (EOQ) dará a conocer la cantidad y fecha adecuada para realizar los pedidos de productos a los proveedores, asimismo, prevé que todos los productos que lleguen sean de calidad impecable. (Patel, D., Shah,D. & Shah,N. , 2020). Para ello es importante conocer la demanda, el stock de seguridad mínimo, los costos de los pedidos realizados anteriormente y de almacenamiento. Además, nos permitirá mitigar el quiebre de stock y los costos que implican la falta de materiales o accesorios en los inventarios mediante el cálculo del tamaño de lote, el tener inventario disponible es importante para poder reaccionar de manera positiva a los cambios de la demanda. Para realizar adecuadamente el cálculo de la cantidad económica de pedido de los accesorios y materiales para brindar el servicio de instalación.

Por último, mediante el método de clasificación ABC se buscará que en los almacenes se ordenan y priorizan los materiales y accesorios que serán necesarios durante la instalación de las termas solares, todo ello para lograr que los productos más costos sean considerados con una mayor importancia. Pon tanto, según Abdolazimi, O., Esfandarani,M & Shishebori,D (2021), la herramienta ayudará a clasificar los elementos, es decir, controlar el inventario considerando el costo promedio por unidad, el valor de consumo anual y el tiempo de entrega, debido a que más del 60% de las empresas presentan problemas de control de inventario de stock, y más precisamente un

problema de clasificación de inventario. Para poder llevar a cabo esta herramienta será necesario obtener los datos necesarios de cada uno de los materiales y accesorios que forman parte del kit de instalación, en este caso serán las cantidades a utilizar y los costos unitarios de cada uno. Luego, se establecerán 3 rangos para poder realizar la clasificación. Finalmente, se registrará la información obtenida y se procederá a realizar el diagrama de Pareto, para con ello poder organizar el almacén según el valor de cada material

En conclusión, al aplicar las tres herramientas de mejora, a saber, MRP, EOQ y la Clasificación ABC, demostraron ser altamente efectivas en la reducción del agotamiento de inventario en la empresa. La herramienta MRP desempeñó un papel fundamental al determinar la verdadera capacidad necesaria para satisfacer todas las demandas de las instalaciones de termas solares, logrando un 76.98%, un incremento significativo con respecto al nivel anterior del 64.29%. La segunda herramienta, el EOQ, no solo ayudó a identificar y reducir la cantidad de situaciones de agotamiento de stock en el mes de septiembre, disminuyendo las del 81.25% al 12.5%, sino que también resultó crucial para calcular los costos adicionales asociados con dicho mes, lo que se tradujo en un aumento de tan solo \$ 66.73 en comparación con los \$ 439.07 previos. Por último, la Clasificación ABC se destacó como la herramienta más relevante para abordar la problemática en estudio. Esta herramienta permitió organizar eficazmente el almacén de materiales, simplificando la búsqueda de accesorios necesarios para ensamblar un kit de instalación. Se midió el tiempo necesario para localizar cada uno de estos elementos, logrando una reducción de casi el 50% en los tiempos de búsqueda, mejorando así la eficiencia de los trabajadores.

Figura 1. Diseño del Modelo Propuesto

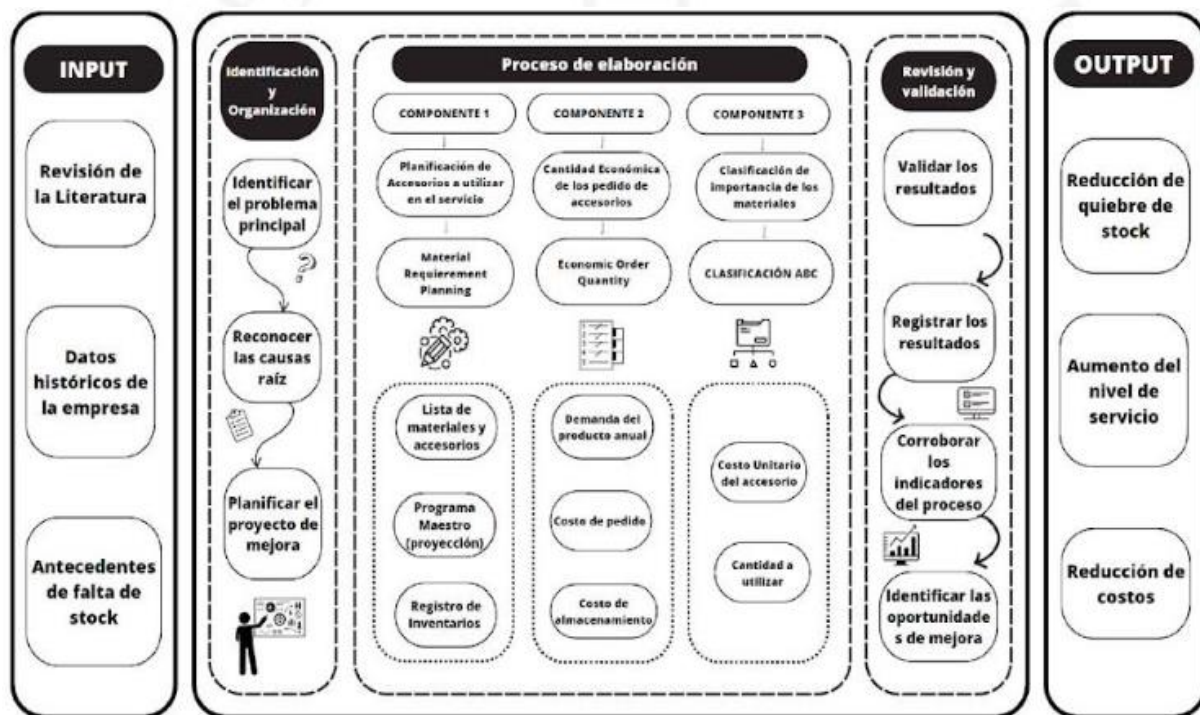
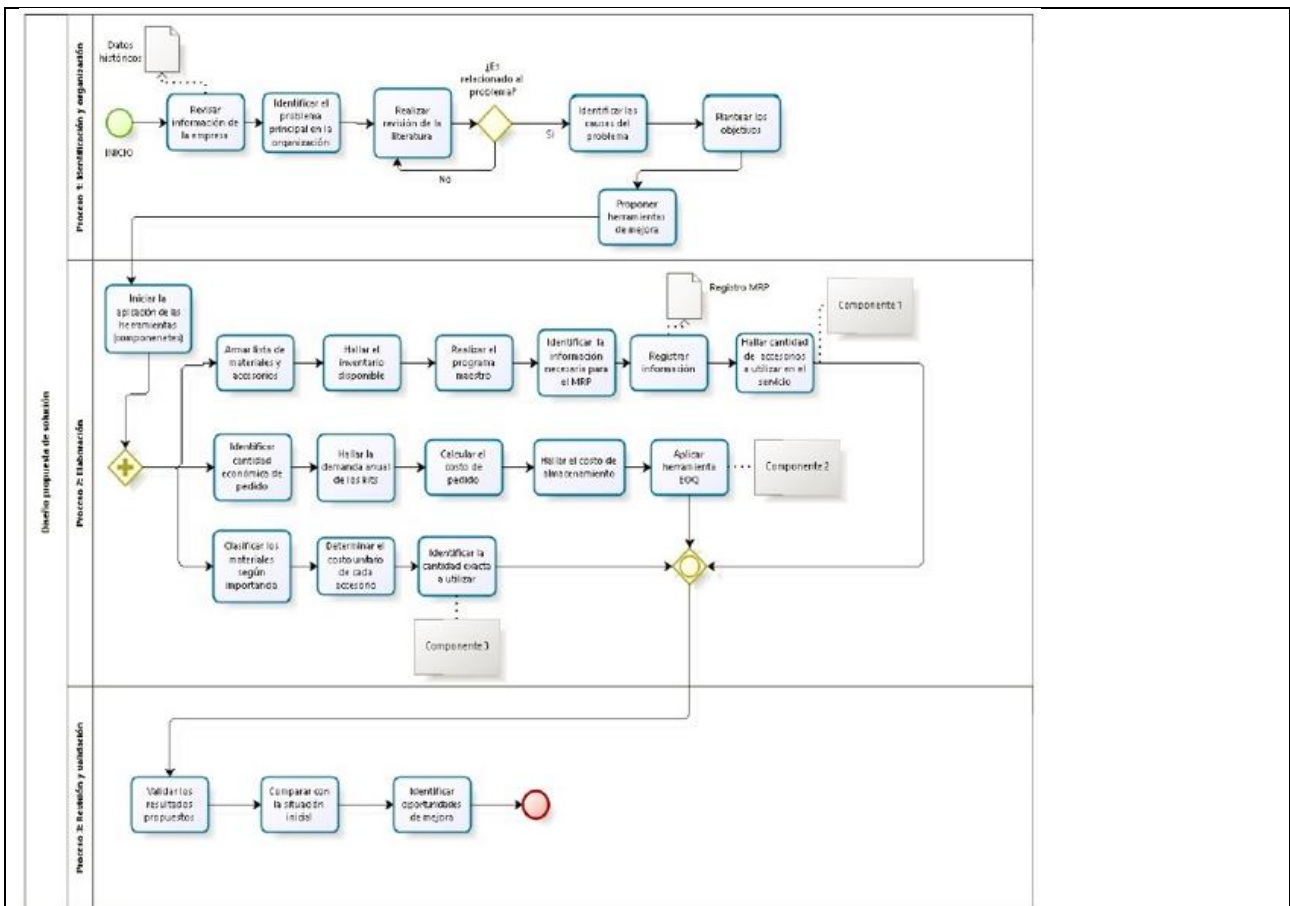


Figura 2. Flujo del diseño de la propuesta de mejora



NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a todas las personas que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis. A nuestras familias, por su constante amor, comprensión y apoyo incondicional. Gracias por brindarnos la motivación, fuerza necesaria para continuar y no rendirnos en los momentos más difíciles, los cuales fueron clave para el desarrollo de este trabajo.

Este trabajo es el resultado de un esfuerzo colectivo y, por ello, se lo dedicamos a todas las personas que hicieron posible que llegara hasta aquí.

REFERENCIAS

Abdolazimi, O., Esfandarani, M.S. & Shishebori, D. (2021). Design of a supply chain network for determining the optimal number of items at the inventory groups based on ABC analysis: a comparison of exact and meta-heuristic methods. *Neural Comput & Applic* 33, 6641–6656.

Barquero, W. (2022). Análisis de Prisma como Metodología para Revisión Sistemática: una Aproximación General. *Revista Saúde em Redes*, 339- 360.

Barrios,E., Gaviño,G. ,Vazquez, S. & Velardr, J (2021). Procedimiento matemático, orientado a la simulación en Flexsim, mediante un sistema de enseñanza de planificación de requerimietno de materiales (MRP). 42,409-421.

Camacho,R., Macassi,I & Palomino,J (2022). Increasing the service level in an industrial supplier company using the Winters Forecasting Method, Lean Warehouse and BPM.Proceedings of the

LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology.
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.729>

Carrion, I., Castrejón, A., Gonzales, W., Leiva, D., Mostacero, Z. & Quispe, L (2022). Impact of the MRP technique on the Inventory Management of the Rosmery Bakery in the City of Cajamarca. Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology.

Del Carpio, C., López, H., Rodríguez, S. & Viacava, G. (2020). Inventory Planning and Management in the Automotive After-Sales Supply Chain. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.17818>.

Farmacawaty, D; Basri, M; Adiutama, A; Widjaja, F & Rachmania, I. (2020). Mejora del nivel de inventario en empresa de farmacia Uso del modelo EOQ probabilístico y el inventario de dos escalones: Un caso de estudio. The Asian Journal of Technology Management; Bandung. <https://www.proquest.com/docview/2540832102/DF153687BA754CADPQ/4>

Fenice Energy. (2024). How solar water heaters work: Design, components, and benefits. Fenice Energy Blog. <https://blog.feniceenergy.com/how-solar-water-heaters-work-design-components-and-benefits/>

Geesol Energy. (2024). Solar water heaters. Geesol Energy. <https://geesolenergy.com/solar-water-heaters/>

Heshmati, A., Khezro, M. & Khodaei, M. (2021). The role of R&D in the effectiveness of renewable energy determinants: A spatial econometric analysis. 99. Fusil, D; Nava, N & Ochoa, R (2020). Comprensión epistemológica del tesista sobre investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas. Orbis: revista de Ciencias Humanas, 13-22.

ISO 50001 Gestión de la energía. (s.f). Normas ISO. <https://www.normas-iso.com/iso-50001/>

Payless Water Heaters. (2023). The importance of proper water heater installation. <https://paylesswaterheaters.com/tank-water-heaters/the-importance-of-proper-water-heater-installation/>

Rajagopal, P; Tedjamulja, A; Tendulkar, A & Vaz, A (2020). Order frequency as a variable to determine slow moving D items in ABC inventory categorization. International Journal of Supply Chain Management, 9(2), 36-43.

Siregar, I; Rizkya, I; Sari, R & Syahputri, K. (2020). Inventory Optimization in the Cigarette Industry. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering; Bristol Tomo 851, N.o 1. H

SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR. Fundamentos para dimensionamiento eficiente de colectores solares de placa plana (CPP). (2021). INACAL. 1a Edición.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=33056>

SISTEMAS DE COLECTORES SOLARES. Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares de placa plana (CPP). (2021). INACAL.
<https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=33065>

Tratado de Libre Comercio entre el Perú y China. (s.f). Acuerdos comerciales del Perú.
https://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/En_Vigencia/China/inicio.html

ANEXOS.

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Improvement Model for Reducing Stock-Outs Using Inventory Management Tools In A Commercial Company Specializing In Solar Thermals
- **Autores:** Samantha Isabel Aspajo Díaz, Martha Yocklen Mendoza Moscoso
- **Co autor(es):** Jorge Antonio Corzo Chávez

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** International Conference on Mechanics and Industrial Engineering
- **Organizador:** International Conference on Mechanics and Industrial Engineering
- **Sede:** España
- **Año:** 2024
- **Pp:** 22-24
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.11159/icmie24.108>

9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.




Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Small Matches (less than 15 words)

Exclusions

- ▶ 3 Excluded Sources
- ▶ 3 Excluded Matches

Top Sources

- 7%  Internet sources
- 2%  Publications
- 7%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.