

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



REDUCING CUSTOMER COMPLAINTS IN AIR CONDITIONING INSTALLATION SERVICES THROUGH LEAN AND MRP TOOLS: A CASE STUDY

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Silvana Alexandra Aguilar Cevallos

Código 20172998

Yersson Jorge Aguilar Cevallos

Código 20162785

Asesor

Juan Carlos Quiroz Flores

Lima – Perú

Octubre de 2024

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

Herramientas Lean y MRP reducen los índices de reclamaciones de clientes en una pyme de servicios de instalación de aire acondicionado

Autor(es)

Silvana Alexandra Aguilar Cevallos

20172998@aloe.ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima,
Perú

Yersson Jorge Aguilar Cevallos

20162785@aloe.ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima,
Perú

Juan Carlos Quiroz Flores

jcquiroz@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima,
Perú

Yvan Jesus Garcia-Lopez

ygarcia@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú

Resumen: En América Latina, el sector de los servicios a las empresas busca constantemente la mejora continua, mejorando el rendimiento de las operaciones y la calidad del servicio. Sin embargo, hay que garantizar la disponibilidad de la mercancía para evitar que se agoten las existencias y preservar un alto grado de satisfacción de los clientes. Por ello, la gestión de un almacén dentro de una organización de servicios es bastante complicada. De este modo, se creó un modelo de mejora para abordar las cuestiones planteadas anteriormente, combinando herramientas de Lean Service como ABC, 5S y estandarización del trabajo con un Plan de Necesidades de Material (MRP) para reducir la tasa de reclamaciones, que actualmente es del 60% debido a una gestión ineficaz de los procesos de pedido e instalación de herramientas. Tras aplicar el plan piloto y la simulación en el software Arena, se pudo evidenciar una variación significativa en la tasa de reclamaciones reduciéndola al 30%. Este artículo contribuye a la primera validación de las herramientas Lean en el sector servicios y seguirá contribuyendo a futuros gestores con procesos similares.

Palabras Clave: Gestión de almacenes; reclamos; Lean Warehousing; 5S; Clasificación ABC; Estandarización de trabajo; Planificación de necesidades de material (MRP); satisfacción del cliente; instalación de aire acondicionado.

Abstract: In Latin America, the business services sector is constantly searching for continuous improvement, improving the performance of service operations and service quality. However, merchandise availability must be guaranteed to prevent stock-outs and preserve high customer satisfaction. Because of this, managing a warehouse inside a service organization is quite tricky. In this way, a model for improvement was created to address the issues raised above, combining Lean Service tools like ABC, 5S, and standardization of work with a Material Requirements Plan (MRP) to reduce the claims rate, which is currently 60 percent due to ineffective management of the tool ordering and installation processes. After implementing the pilot plan and the simulation in the Arena software, a significant variation in the claims rate could be evidenced by reducing it to 30%. This article contributes to the first validation of Lean tools in the service sector and will continue contributing to future managers with similar processes.

| |
|--|
| <p>Keywords: Warehouse management; claims; Lean Warehousing; 5S; ABC classification; Standardization Work; Material Requirements Planning (MRP); customer satisfaction; air conditioning installation.</p> |
| <p>Línea de investigación IDIC – ULIMA: (5) - Productividad y Empleo</p> |
| <p>Área y Sub-áreas de Investigación: (1) - Diseño y medición del trabajo.</p> |
| <p>Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS): (8) - Trabajo decente y crecimiento económico</p> |
| <p style="text-align: center;">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</p> <p>El impacto actual del caso de estudio es de S/.87300 soles por el índice de satisfacción del cliente por los servicios realizados por Refriperu el cual representa el 24.75% de la utilidad neta por servicios durante los 6 meses de estudio. Este impacto es causado por los reclamos de los clientes por los servicios brindados por la empresa.</p> <p>Durante el año 2022, la empresa obtuvo un índice de satisfacción del cliente, calculado a través del número de quejas por los servicios brindados, por debajo del sector con una diferencia de 13%. (INEI, 2019)</p> <p>En la empresa, no se encontró un almacén que cuente con una clasificación de materiales de acuerdo con su nivel de importancia, también se observó que tampoco se mantiene limpio ni organizado, las herramientas no tienen un lugar específico de ubicación. Al no tener una clasificación siempre se presentan problemas de faltantes de materiales. Tampoco cuenta un plan de requerimiento específico de materiales. Asimismo, no tiene estandarizado los procesos haciendo que la eficiencia de los operarios sea baja. Todas las causas presentadas anteriormente generar un alto índice de reclamos de los clientes.</p> |
| <p>OBJETIVOS</p> <p>Se tuvo como objetivo principal disminuir el alto índice de reclamos por servicio brindado, el cual refleja la problemática del sector sobre una limitada capacidad de servicios completos por una mala gestión del proceso de pedido de herramientas y por ende de instalación, ocasionando un alto índice de reclamos por servicio brindado. En este sentido, para solucionar los problemas descritos se desarrolló un modelo de mejora combinando las herramientas de Lean Warehousing como ABC, Jidoka, Estandarización de Trabajo, además de un Plan de Requerimiento de Materiales (MRP).</p> |
| <p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>En Perú, el sector de servicios a empresas representa el 1,69% del PIB nacional y es el principal generador de empleo. A pesar de un aumento del 3,4% en el subsector de servicios prestados a empresas, el cierre de mayo de 2020 mostró una caída del 40,84%, destacando la necesidad de apoyo para superar desafíos. La gestión de almacenes es crucial para el correcto proceso de servicio, especialmente para equilibrar existencias y mantener bienes en buen estado. Problemas como elevados plazos de entrega, mal funcionamiento del proceso de servicio y escasa cooperación son evidentes debido a la falta de adaptación en el sector. Investigaciones previas indican que herramientas como Lean Service y BPM han optimizado la gestión de almacenes en el sector de distribución, mejorando la precisión de inventario, registros de ubicación, cobertura, tiempo de ciclo y productividad. La disponibilidad de existencias es esencial para evitar agotamientos y mantener la satisfacción del cliente, lo que complica la gestión de almacenes en organizaciones de servicios. Un estudio de caso ilustra los problemas derivados de una gestión inadecuada del proceso de pedido e instalación, resultando en un alto índice de reclamaciones por servicios. Se propone un modelo de mejora que combina técnicas de Lean Service, como ABC, Jidoka y Estandarización del Trabajo, junto con un Plan de Necesidades de Material (MRP).</p> |
| <p>HIPÓTESIS (Si aplica)</p> |

La aplicación de herramientas Lean y MRP reducirá los índices de reclamaciones de clientes en una pyme de servicios de instalación de aire acondicionado

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo: Aplicada

La presente investigación fue de tipo aplicada, debido a que está orientada a lograr la mejora de la entrega de los pedidos mediante la implementación de un modelo de operaciones basado en herramientas Lean.

Enfoque: Cuantitativo

El enfoque es cuantitativo debido a que se busca evaluar, comparar e interpretar los datos obtenidos en su fase de pre-test (diagnóstico) y posterior a la implementación (validación), analizar el comportamiento del mismo grupo (proceso) en la etapa post-test.

Alcance: Causal

El alcance es causal porque el objetivo es conocer el efecto que producen la implementación de las herramientas Lean en el índice de pedidos perfectos de la empresa en estudio.

Técnicas e instrumentos:

- Clasificación ABC
- 5S
- Estandarización de trabajo
- Planificación de necesidades de material (MRP)

Etapas del desarrollo de la investigación:

En la figura 1.1, se muestra el desarrollo de nuestra investigación empezó con la búsqueda de información básica de la empresa mediante una entrevista con el jefe directo que está a cargo de los almacenes de la empresa. Con la información recolectada y la visita a la empresa, se hizo el proceso de diagnóstico con un VSM, Pareto y posteriormente armar el árbol de problemas para luego identificar qué herramientas Lean usar para cumplir con los objetivos y resolver o mitigar el problema de la empresa. En este caso de estudio, este problema era el alto índice de reclamos por servicio brindado. Luego de tener planificado qué hacer con ayuda de las herramientas y estudios previos de casos similares, se procede a realizar una auditoría inicial 5S para validar datos reales y ser comparada a futuro con la mejora implementada (en este caso, solo pilotos). Una vez ya se tenga la data del escenario sin mejoras, como la del escenario después de aplicar el piloto, estos son recopilados en un Excel e ingresadas para una simulación en el software Arena. Con los resultados, se valida que la propuesta de mejora es factible tanto al aplicar el piloto, como de manera estadística por el software Arena, pues se hizo una comparación de escenarios. Finalmente, con los indicadores, los altos mandos de la empresa pueden tomar las decisiones correspondientes.

Figura 1.1

Flujograma del método



NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Agradecimientos a nuestros padres, por confiar en nosotros y habernos dado la oportunidad de estudiar en una de las mejores universidades del país y a nuestros profesores que por su tutela logramos obtener este logro.

REFERENCIAS

- Abhishek P.G., & Pratap, M. (2020). Achieving Lean Warehousing Through Value Stream Mapping. *South Asian Journal of Business and Management Cases*, 9(3), 387–401. <https://doi.org/10.1177/2277977920958551>
- Ambrosio-Flores, K. L., Lazo-de-la-Vega-Baca, M., Quiroz-Flores, J. C., & Cabrera-Gil-Grados, E. (2022). Warehouse management model integrating BPM-Lean Warehousing to increase order fulfillment in SME distribution companies. 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), 17–24. <https://doi.org/10.1109/IESTEC54539.2022.00012>
- BCR. (Abril de 2020). BCR. Obtained of <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2020/notade-estudios-28-2020.pdf>
- Balavarca Garro, R. I. de L. Á., & Lindo Córdova, C. N. (2022, mayo 11). Modelo de gestión de inventarios basado en Lean Warehousing para incrementar los pedidos perfectos en empresas confiteras de Lima. Repositorio Academico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/658540/Balavarca_GR.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Bellido Mantilla, R., Parihuaman Arivilca, L., Aparicio, V., & Nunura, C. (2021). Modelo De Optimización De Gestión De Inventarios Basado En Las Metodologías 5S Y DDMRP En Pymes Comerciales. Proceedings of the 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Prospective and Trends in Technology and Skills for Sustainable Social Development” “Leveraging Emerging Technologies to Construct the Future.” <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.499>
- Chase, R., Jacobs, R., y Aquilano, N. (2017). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*. McGraw Hill Educación
- Comercio, E. (30 de Julio de 2020). El Comercio. Obtained of <https://elcomercio.pe/economia/peru/inei-sector-servicios-prestados-aempresas-cayo-4084-en-mayo-nndc-noticia/>
- Dave, B. (2017). Business process management – a construction case study. *Construction Innovation*, 17(1), 50–67. <https://doi.org/10.1108/CI-10-2015-0055>
- David. (2017). Estandarización de trabajos: Qué es, cómo se implementa y sus beneficios. *Lean Manufacturing 10*. <https://leanmanufacturing10.com/estandarizacion-trabajos-se-implementa-beneficios>
- E. Ramos, TJ Pettit, M. Flanigan, L. Romero y K. Huayta, “Modelo de gestión de inventario basado en cadena de suministro ajustada para aumentar el nivel de servicio en un distribuidor del sector automotriz”, *Int. J. Gestión de la cadena de suministro*, vol. 9, núm. 2, págs. 113 a 131, 2020
- Guillen, K., Umasi, K., Quispe, G., & Raymundo, C. (2018). LEAN model for optimizing plastic bag production in small and medium sized companies in the plastics sector. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 11(11), 1713– 1734
- INEI. (2019). INEI. Obtained of <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/sector-servicios-prestados-aempresas-crecio-396-en-abril-2019-y-acumulo-comportamiento-positivopor-vigesimo-cuarto-mes-continuo-11629/> [3]
- Lopez-Uchuya, K., Zamudio-Guido, V., & Altamirano Flores, E. (2022). Lean Manufacturing and MRP to streamline the production of metal structures in the construction industry. Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and

Technology: “Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions.” <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.749>

- Miclo, R., Lauras, M., Fontanili, F., Lamothe, J., & Melnyk, S. A. (2019). Demand Driven MRP: assessment of a new approach to materials management. *International Journal of Production Research*, 57(1), 166–181. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1464230>
- Naranjo-Mantilla, M., Llorens Cervera, S., & Tenesaca, G. (2022). ABC Inventory Control System Based on an Office Automation Tool (pp. 662–666). https://doi.org/10.1007/978-3-031-19679-9_84
- Nunez-Castaneda, Y., Moreno-Samanamud, M., Shinno-Huamani, M., Maradiegue-Tuesta, F., & Alvarez-Merino, J. (2019). Improvement of Warehouses of Distribution Companies through Lean Warehouse and an Allocation Algorithm. 2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), 473–478. <https://doi.org/10.1109/IESTEC46403.2019.00091>
- Pérez Mata, C. E., & Romero Dessens, L. F. (2022). Implementation of an inventory management system to improve the material flow of expanded polystyrene (EPS) products. Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: “Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions.” <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.554>
- Serna-Ampuero, M. A., Arias-Navarro, M., & Quiroz-Flores, J. C. (2022). Inventory Management Model under the Lean Warehousing Approach to Reduce the Rate of Returns in SME Distributors. Proceedings of the 8th International Conference on Industrial and Business Engineering, 103–108. <https://doi.org/10.1145/3568834.3568894>
- Silva, A., Roodbergen, K. J., Coelho, L. C., & Darvish, M. (2022). Estimating optimal ABC zone sizes in manual warehouses. *International Journal of Production Economics*, 252, 108579. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108579>
- Suárez-Barraza, M. F., & Ramis-Pujol, J. (2010a). Implementation of Lean-Kaizen in the human resource service process. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(3), 388–410. <https://doi.org/10.1108/17410381011024359>
- Velasquez-Costa, J. (2022). Impact of the 5S methodology in the optimization of resources in metalworking companies. Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: “Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions.” <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.594>
- Villacrez Zelada, A. S., & Liñer Hernández, J. S. (2022). Propuesta de modelo de gestión de inventarios y almacén para incrementar el nivel de servicio utilizando herramientas de Lean Warehousing en una pyme comercializadora. Edu.pe. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/660204/Villacrez_ZA.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Yimsri, B., Watanapa, A., & Wiyaratn, W. (2022). Flexible applications of MRP based prototyping software for production planning and diversified raw material inventory management. 2022 4th International Conference on Management Science and Industrial Engineering (MSIE), 293–301. <https://doi.org/10.1145/3535782.3535821>

ANEXO. Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Reducing Customer Complaints in Air Conditioning Installation Services through Lean and MRP Tools: A Case Study
- **Autores:** Silvana Alexandra Aguilar Cevallos, Yersson Jorge Aguilar Cevallos
- **Co autor(es):** Juan Carlos Quiroz Flores, Yvan Jesús Garcia-Lopez

Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** Conference on Production Systems and Logistics (CPSL)
- **Volumen:** 2023
- **Número:** 2
- **Año:** 2023
- **Pp:** 14 hojas
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.15488/15319>

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 5th Conference on Production Systems and Logistics
- **Organizador:** CPSL
- **Sede:** Sudáfrica
- **Año:** 2023
- **Pp:** 14 hojas
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.15488/15319>

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.