

PROPUESTA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE INVENTARIOS PARA EL ABASTECIMIENTO DE MEDICAMENTOS APLICANDO HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y LEAN HEALTHCARE EN UNA CLÍNICA DE ALTA COMPLEJIDAD EN LA CIUDAD DE POPAYÁN

PROPOSAL FOR THE EFFICIENT MANAGEMENT OF INVENTORIES FOR THE SUPPLY OF MEDICINES THROUGH THE APPLICATION OF TECHNOLOGICAL TOOLS AND LEAN HEALTHCARE IN A HIGH COMPLEXITY CLINIC IN THE CITY OF POPAYÁN



¹Helmer Paz-Orozco, ²Lina María Arciniegas Padilla

^{1,2} Corporación Universitaria Comfacauc, Colombia

Recibido: 6/9/2024 Aprobado: 10/11/2024

RESUMEN

La gestión eficiente de inventarios en instituciones de salud es un factor crítico que impacta significativamente en todos los procesos de la organización, garantizando la adecuada prestación de servicios y el suministro oportuno de los insumos requeridos para la atención del paciente. Este proyecto presenta una metodología integral para optimizar la gestión de inventarios de insumos médicos en una institución de salud de alta complejidad. El objetivo principal es implementar un sistema que permita planificar, organizar y controlar eficientemente el suministro, rotación y flujo de inventarios, minimizando el desabastecimiento, la falta de disponibilidad y los inventarios sin rotación. La metodología propuesta involucra, en primera instancia, caracterizar el proceso actual para identificar las causas raíz de las deficiencias. Posteriormente, se implementa un sistema de gestión de inventarios basado en la filosofía Lean Healthcare, incorporando herramientas visuales y señales de alerta para monitorear la disponibilidad de insumos en cada bodega. El control y seguimiento se realiza mediante un tablero de Power BI integrado con una aplicación personalizada en Power Apps para registrar los movimientos de inventario. Las implicaciones prácticas esperadas incluyen un control y visualización en tiempo real de las cantidades disponibles, la definición adecuada de la rotación de inventario, la disminución de insuficiencias y compras urgentes, así como la obtención de datos estadísticos para evaluar los resultados de la metodología Lean implementada. La originalidad radica en

Citación: Paz Orozco, H., & Arciniegas Padilla, L. M. . (2024). Propuesta para la gestión eficiente de inventarios para el abastecimiento de medicamentos aplicando herramientas tecnológicas y Lean Healthcare en una clínica de alta complejidad en la ciudad de Popayán. *Publicaciones E Investigación*, 18(2). <https://doi.org/10.22490/25394088.8439>

¹ hpaz@unicomfacauc.edu.co - 0000-0002-1270-7981

<https://doi.org/10.22490/25394088.8439>

el diseño e implementación de una arquitectura innovadora en la nube, utilizando servicios de Microsoft Azure, integrada con una aplicación personalizada en Power Apps. Esta aplicación se vincula directamente con servicios de almacenamiento y bases de datos SQL Server y MySQL en Azure, permitiendo un flujo de datos fluido. Además, se generan etiquetas identificadoras con códigos de barras y códigos QR para cada producto. Es fundamental una adecuada capacitación y compromiso del personal para garantizar la adopción exitosa de la metodología propuesta. Las limitaciones incluyen la necesidad de analizar la escalabilidad de la solución y explorar técnicas adicionales para optimizar aún más los procesos de gestión de inventarios médicos.

Palabras clave: gestión de inventarios, Lean Healthcare, integración tecnológica.

ABSTRACT

Efficient inventory management in healthcare institutions is a critical factor that significantly impacts all organizational processes, ensuring proper service delivery and timely supply of required inputs for patient care. This project presents a comprehensive methodology to optimize the management of medical supplies inventory in a high-complexity healthcare institution. The main objective is implementing a system that allows for efficient planning, organization, and control of inventory supply, rotation, and flow, minimizing shortages, lack of availability, and non-rotating inventories. The proposed methodology involves initially characterizing the current process to identify the root causes of deficiencies. Subsequently, a Lean Healthcare-based inventory management system is implemented, incorporating visual tools and alert signals to monitor the availability of supplies in each warehouse. Control and monitoring are done through a Power BI dashboard integrated with a customized Power Apps application to record inventory movements. The expected practical implications include real-time control and visualization of available quantities, proper definition of inventory rotation, reduction of shortages and urgent purchases, and obtaining statistical data to evaluate the results of the implemented Lean methodology. The originality lies in designing and implementing an innovative cloud architecture using Microsoft Azure services integrated with a customized Power Apps application. This application is directly linked to storage services and SQL Server and MySQL databases in Azure, allowing for a seamless data flow.

Additionally, identifying barcodes and QR codes are generated for each product. Adequate training and staff commitment are fundamental to successfully adopting the proposed methodology. Limitations include analyzing the solution's scalability and exploring additional techniques to optimize medical inventory management processes further.

Key words: Inventory management, Lean Healthcare, Technological integration.



1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito empresarial, una correcta gestión de inventarios juega un papel importante dado a que genera un proceso sostenible se puede lograr una reducción de costos, minimizar las pérdidas, desabastecimientos y la insatisfacción de los clientes. Resulta complejo tener el control de los métodos de gestión de inventarios cuando no se cuenta con herramientas que permitan evidenciar el estado actual del flujo de productos, dando como consecuencia errores de abastecimiento,

errores contables, entre otros. Las metodologías Lean Healthcare, enfocadas en la eliminación de desperdicios y la mejora de la eficiencia, pueden tener un impacto positivo en este sector.

Para generar soluciones o metodologías de gestión óptima de inventarios, es importante conocer cuáles son las principales causas del problema. Desconocer una aproximación de la demanda que tiene como

consecuencia sobre stock, insuficiencia y costos de almacenamiento, que nos lleva a la siguiente causa el no tener un control de los almacenes, desaprovechando espacio y falta de una trazabilidad de las entradas y salidas de productos.

La administración de los modelos de negocios conlleva a decisiones y problemas que deben resolverse de manera estratégica para la manutención exitosa de las organizaciones. Entre esas decisiones, es de gran relevancia satisfacer las necesidades de los clientes en cuanto a la calidad del producto y del servicio (Anacona Mopan & Paz Orozco, 2023)

Recordemos que una eficiencia operativa en la gestión e inventarios puede ayudar a reducir costos (Amolamatemática, 2023).

De acuerdo con resultados de análisis encontrados “Las empresas gastan un promedio de 25 % a 35 % de su presupuesto en costos de inventario. Esto significa que una gestión de inventario mal optimizada puede resultar bastante costosa” (Upkeep, 2023). Estos costos se pueden ver reflejados en inventario almacenado por largos periodos de tiempos, vencimiento de productos que no rotaron y pérdidas (Duangpun, 2015). Un estudio de Statista en 2023 reveló que las pérdidas de inventario son un problema común para los comercios minoristas estadounidenses. Más del 64 % de las empresas de este sector experimentaron pérdidas anuales superiores al 1 % del valor de sus inventarios. Este problema no se limita a los comercios minoristas, sino que puede afectar a cualquier empresa que maneje inventario físico (Kuse, 2023).

Se conoce las dificultades y fallas que se presentan en la gestión de inventarios de las organizaciones, de igual modo se resalta que en la logística hospitalaria la problemática es aún mayor. A diferencia de otros modelos inventarios, en el sector salud se evidencia dificultad en la predicción de la demanda, por lo que se tiene insumos de alta rotación y otros de muy baja que son indispensables en el sector (Abu Zwaïda, 2021). La gestión de inventarios es un desafío importante para las instituciones de salud, representan una parte

significativa de sus gastos, la agencia de desarrollo tecnológico Reddi (Agencia de Desarrollo Tecnológico que tiene como objetivo la solución de desafíos empresariales a partir de conocimiento tecnológico especializado, impulsando la innovación y la competitividad) en una publicación sobre gestión de inventarios en el sector salud en el 2022 menciona que estos gastos mensuales están entre el 5 % a 10 % (Reddi, 2022). Las instituciones deben garantizar que tienen los insumos necesarios para atender a los pacientes, pero también deben evitar el exceso de inventario o la escasez (Reddi, 2022). Los principios Lean Healthcare pueden ayudar a optimizar los niveles de inventario al enfocarse en el flujo de valor para el paciente.

Por lo tanto y con respecto a la teoría y datos sobre el incorrecto control de inventarios es importante tener presente las consecuencias que conllevan un mal manejo del proceso. En este sentido, el objetivo de esta propuesta e implementación es diseñar una metodología con uso de herramientas tecnológicas y Lean Healthcare para analizar el impacto en la organización y gestión de los inventarios, logrando así responder la siguiente pregunta:

¿Qué impacto tiene la implementación de metodologías Lean Healthcare para una gestión eficiente de inventarios en las bodegas principales de una institución de alta complejidad, que no maneja una trazabilidad?

En este proyecto de aplicación se presenta la metodología propuesta para lograr los objetivos, describiendo las actividades a realizar y los resultados que se pretenden obtener.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo implementar un sistema integrado de gestión de inventarios en una clínica de alta complejidad, que permita el control en tiempo real de las existencias, la trazabilidad de los movimientos, la generación de alertas tempranas de desabastecimiento y la optimización de la rotación de inventarios, utilizando herramientas tecnológicas basadas en la nube, aplicaciones personalizadas y principios de Lean Healthcare?

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Implementar una metodología para la gestión eficiente de inventarios en las bodegas principales de una clínica de alta complejidad de la ciudad de Popayán, con herramientas tecnológicas y Lean healthcare.

2.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso actual de reposición de inventario de medicamentos y dispositivos médicos en las bodegas principales.
- Identificar y describir las causas principales que originan fallas en el control de inventarios de la

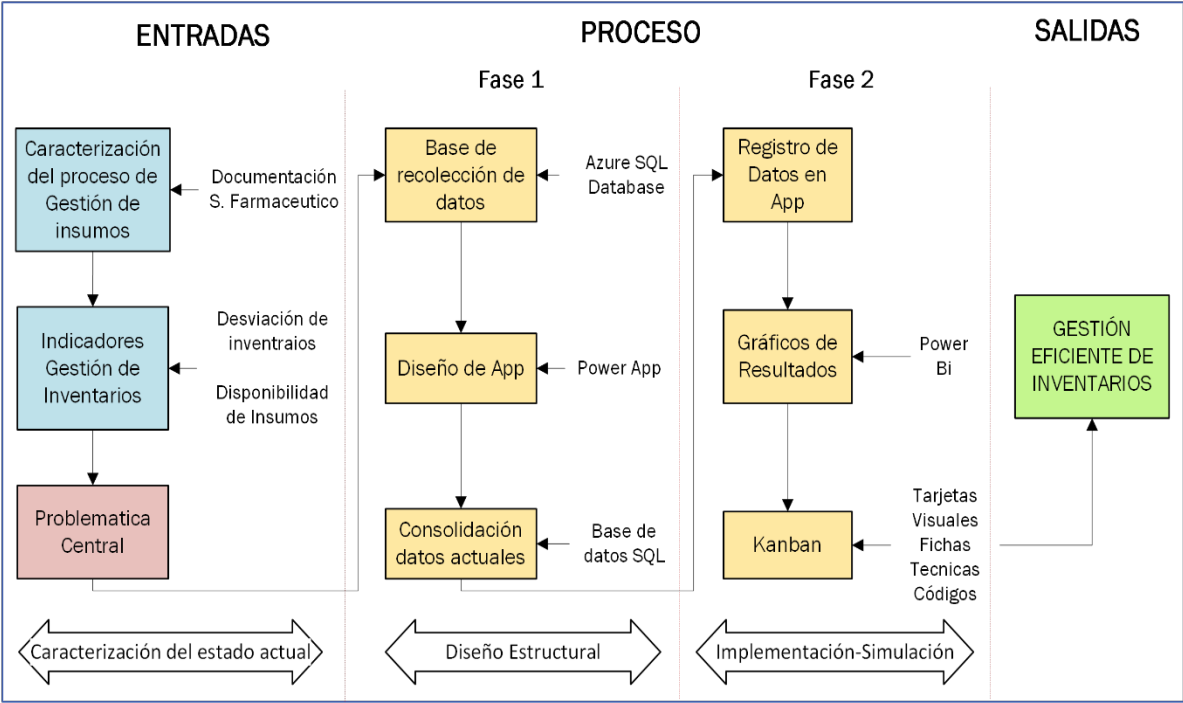
organización.

- Evaluar los resultados e impacto obtenidos después de implementar la metodología propuesta para el mejoramiento del control de inventarios.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Figura 1 muestra una metodología estructurada en dos fases que se llevaron a cabo para la implementación de la propuesta, con el objetivo de garantizar un proceso ordenado y sistemático. A continuación, se describen los métodos y procedimientos propuestos para cada una de estas fases:

Fig. 1. Diagrama de flujo de la metodología propuesta.



3.1 Caracterización del estado actual:

En la primera etapa se caracteriza el estado actual del proceso de gestión de inventarios, identificando el proceso (Anexo 1. Caracterización del proceso) e indicadores clave para la gestión de inventarios (figuras 2 y 3) y determinando la problemática central descrita en el planteamiento del problema.

Acorde con la revisión de datos históricos, se obtuvieron los indicadores del proceso actual de gestión de inventarios, los cuales son fundamentales para la identificación de la problemática abordada. Se analizó el indicador de desviación de inventario (1), cuya meta institucional es del 100 %, lo cual implica que el objetivo es poder identificar la cantidad

de productos que no presentan diferencias físicas respecto al sistema, buscando maximizar este indicador. Asimismo, se evaluó el indicador de compras de urgencia (2), el cual tiene una meta institucional

del 8 %, cuyo propósito es identificar la cantidad de solicitudes de urgencia realizadas en un periodo de tiempo determinado, con el objetivo de minimizar este indicador.

Fig. 2. Datos desviación de inventario.

(1)

$$\text{Desviación de Inventario} = \frac{\text{No. de productos contados que NO presentan desviación respecto al sistema}}{\text{No. Total de productos presentes en Sistema}}$$

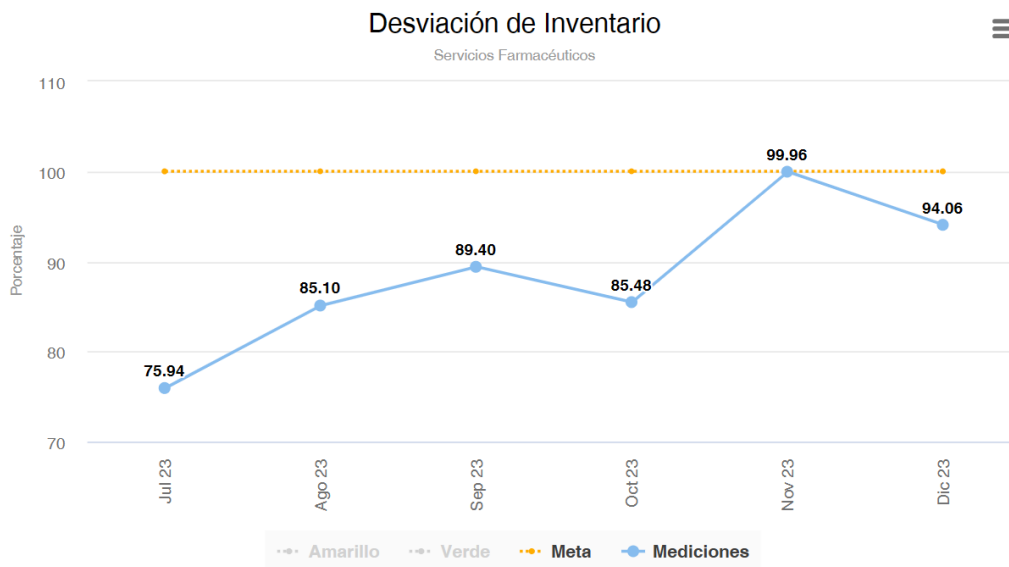
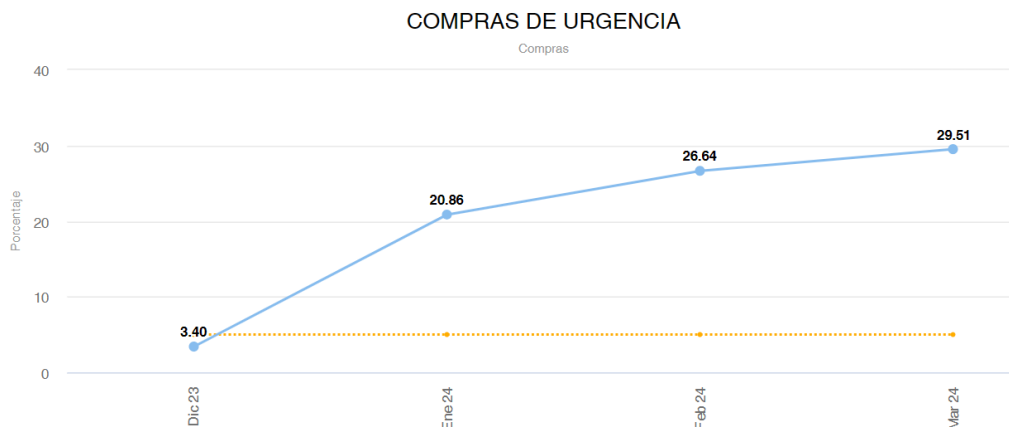


Fig. 3. Porcentaje compras de urgencia por mes.

(2)

$$\text{Compras de urgencia} = \frac{\text{No. Total de compras de urgencias realizadas al mes}}{\text{No. Total de solicitudes al mes}}$$



Propuesta para la gestión eficiente de inventarios para el abastecimiento de medicamentos aplicando herramientas tecnológicas y Lean Healthcare en una clínica de alta complejidad en la ciudad de Popayán.

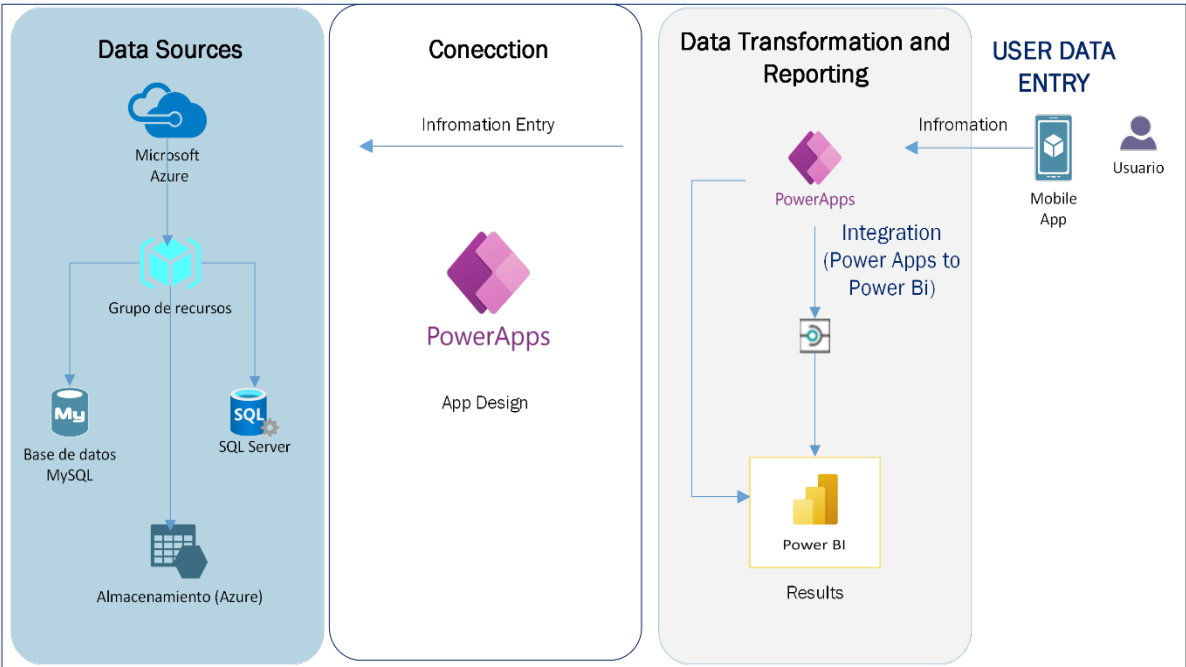
3.2 Proceso:

3.2.1 Diseño estructural: Fase 1

En la fase de diseño estructural, se implementó una arquitectura sólida en la nube utilizando los

servicios de Microsoft Azure. En la Figura 4 se muestra la arquitectura diseñada y de conexión que se llevó a cabo para la construcción de la base de datos, app y visualización de datos.

Fig. 4. Arquitectura de conexión Microsoft Azure.



En la implementación se incluyó:

- Datos de recursos: se crea un SQL server para la conexión y la base de datos en donde se resguarda

la información desde la app y las bases iniciales que se migraron de datos actuales del estado del inventario de acuerdo a la Figura 5.

Fig. 5. Recursos creados en Microsoft Azure.

Recursos

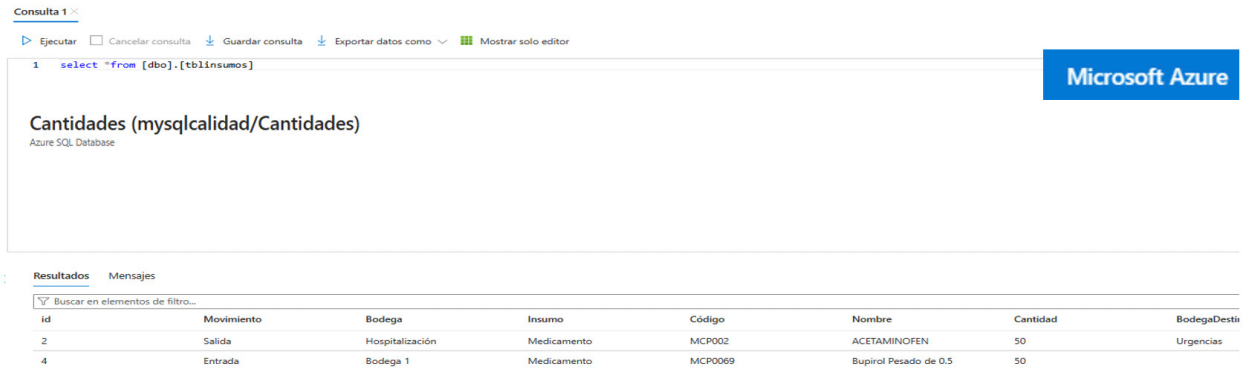
Reciente Favorito

Nombre	Tipo
 trazabilidad	Cuenta de almacenamiento
 Cantidades	Azure SQL Database
 Datos	Grupo de recursos
 mysqlcalidad	SQL Server

Propuesta para la gestión eficiente de inventarios para el abastecimiento de medicamentos aplicando herramientas tecnológicas y Lean Healthcare en una clínica de alta complejidad en la ciudad de Popayán.

- Almacenamiento en Azure: se aprovisionó un servicio de almacenamiento en la nube de Azure (Figura 6), el cual permite almacenar y gestionar de manera segura grandes volúmenes de datos, en esta base se almacenan principalmente las imágenes que se agreguen desde la app (Figura 7).

Fig. 6. Base de datos en Microsoft Azure.



Consulta 1

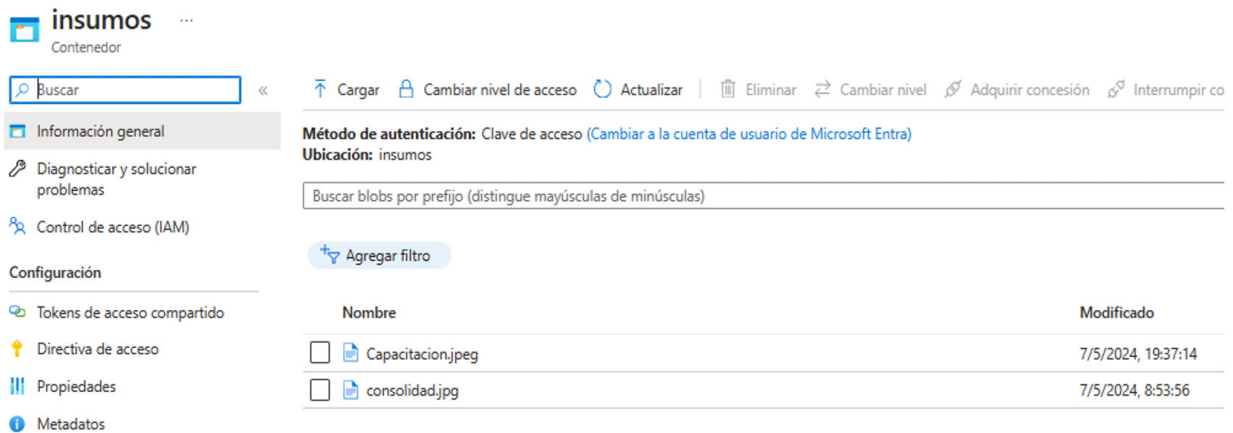
Ejecutar Cancelar consulta Guardar consulta Exportar datos como Mostrar solo editor

1 select * from [dbo].[tblInsumos]

Cantidades (mysqlcalidad/Cantidades)
Azure SQL Database

Id	Movimiento	Bodega	Insumo	Código	Nombre	Cantidad	BodegaDesti
2	Salida	Hospitalización	Medicamento	MCP002	ACETAMINOFEN	50	Urgencias
4	Entrada	Bodega 1	Medicamento	MCP0069	Bupirrol Pesado de 0.5	50	

Fig. 7. Almacenamiento de imágenes.



insumos Contenedor

Buscar

Cargar Cambiar nivel de acceso Actualizar Eliminar Cambiar nivel Adquirir concesión Interrumpir co

Método de autenticación: Clave de acceso (Cambiar a la cuenta de usuario de Microsoft Entra)
Ubicación: insumos

Buscar blobs por prefijo (distingue mayúsculas de minúsculas)

Agregar filtro

Nombre	Modificado
Capacitacion.jpeg	7/5/2024, 19:37:14
consolidad.jpg	7/5/2024, 8:53:56

Al contar con la conexión y las bases de datos y almacenamiento se diseñó una aplicación personalizada en Power Apps para la gestión eficiente de inventarios. Esta herramienta low-code de Microsoft permitió crear una interfaz intuitiva adaptada a las necesidades específicas del servicio. Toda la información de los movimientos de inventario se debe registrar en la app.

La aplicación se integró directamente con los servicios de Azure implementados, estableciendo conexiones seguras con el almacenamiento y las bases de datos

SQL Server y MySQL. Esto permitió que la aplicación accediera, almacenara y procesara los datos de inventarios de manera fluida y en tiempo real.

3.2.2 Implementación-Simulación: Fase 2

Esta arquitectura en la nube, implementada en Microsoft Azure, junto con la integración con Power Apps, sentó las bases sólidas y escalables para la gestión eficiente de inventarios en el marco del proyecto, creando una aplicación que permite el registro de cada

movimiento y tener a la mano los resultados de disponibilidad de inventarios desde Power Bi.

Dentro de la Fase 2 del proceso, se implementa el uso de tarjetas Kanban para la gestión eficiente de inventarios en las bodegas. Se diseñan tarjetas visuales, las cuales pueden ser accedidas mediante la lectura de códigos QR. Al escanear estos códigos, el usuario es redirigido a la ficha técnica de cada insumo, donde encuentra información detallada como características, presentación farmacéutica, temperatura, ubicaciones, entre otros datos.

Adicionalmente, para mejorar la organización en las bodegas de las farmacias, se implementan tarjetas Kanban que permiten la clasificación y ordenamiento de los insumos farmacéuticos con mayor rotación. Cada mueble y caja cuentan con tarjetas asignadas que indican el producto almacenado y su capacidad establecida. Cuando la cantidad de un insumo en la tarjeta Kanban disminuye por debajo del 50 % del total, se activa la señal desde los gráficos y los auxiliares también pueden evidenciarlo en sus revisiones diarias y proseguir a reabastecer dicha caja y mantener los medicamentos disponibles a la capacidad establecida, evitando desabastecimientos y tiempos prolongados en realizar la búsqueda en otras bodegas. Esto también permite liberar espacio en otras bodegas de almacenamiento.

En la Figura 15 se presenta el diseño de las tarjetas Kanban creadas para la organización de los insumos en la bodega principal de la farmacia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La combinación de servicios como el almacenamiento en Azure, las bases de datos relacionales SQL Server y MySQL, junto con el diseño de una aplicación personalizada en Power Apps, permitió establecer un sistema robusto, escalable y adaptado a las necesidades específicas de gestión de inventarios.

A continuación, se muestran capturas de pantalla que ilustran el proceso de registro y gestión de movimientos en el sistema actual. La Figura 8 muestra la interfaz para visualizar los movimientos registrados, donde se pueden apreciar detalles como el insumo, el tipo de movimiento, la bodega, imagen registrada y la cantidad. La Figura 9 presenta la pantalla de registro de movimientos, donde se ingresan los datos necesarios para documentar cada transacción, en esta interfaz, los registros de movimiento, bodega e insumos tiene listados desplegables y el código está directamente relacionado con el nombre. Finalmente, la Figura 10 exhibe el detalle de un movimiento específico, proporcionando información más detallada sobre los artículos involucrados, las cantidades, usuario quien registró y fecha (datos registrados automáticamente por la app) y otras especificaciones relevantes.

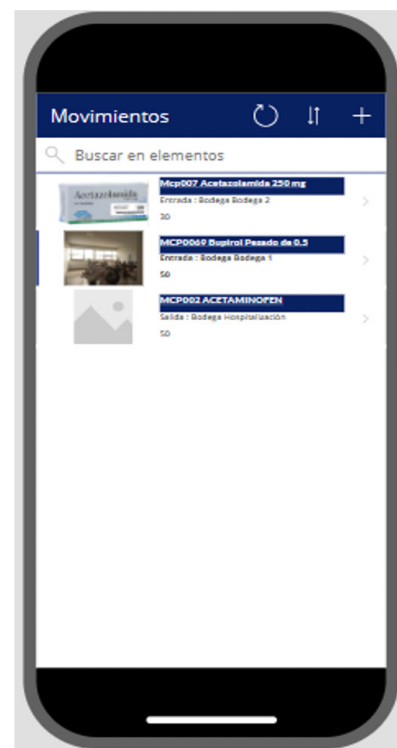


Fig. 8. Movimientos

Propuesta para la gestión eficiente de inventarios para el abastecimiento de medicamentos aplicando herramientas tecnológicas y Lean Healthcare en una clínica de alta complejidad en la ciudad de Popayán.

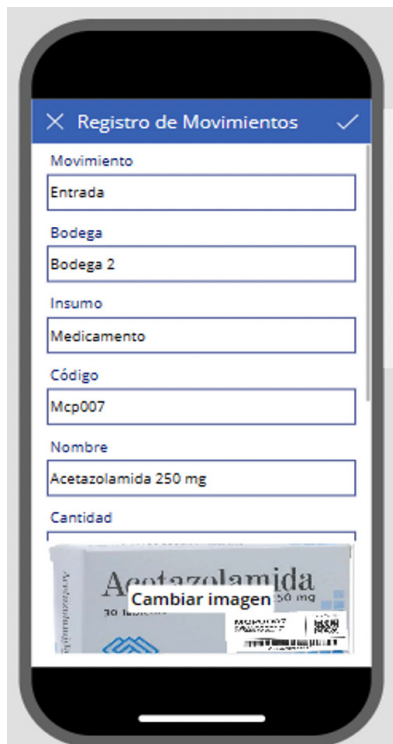


Fig. 9. Registro de movimientos

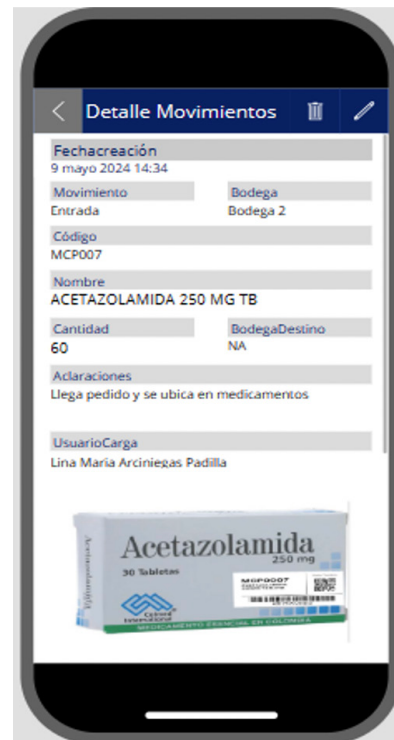
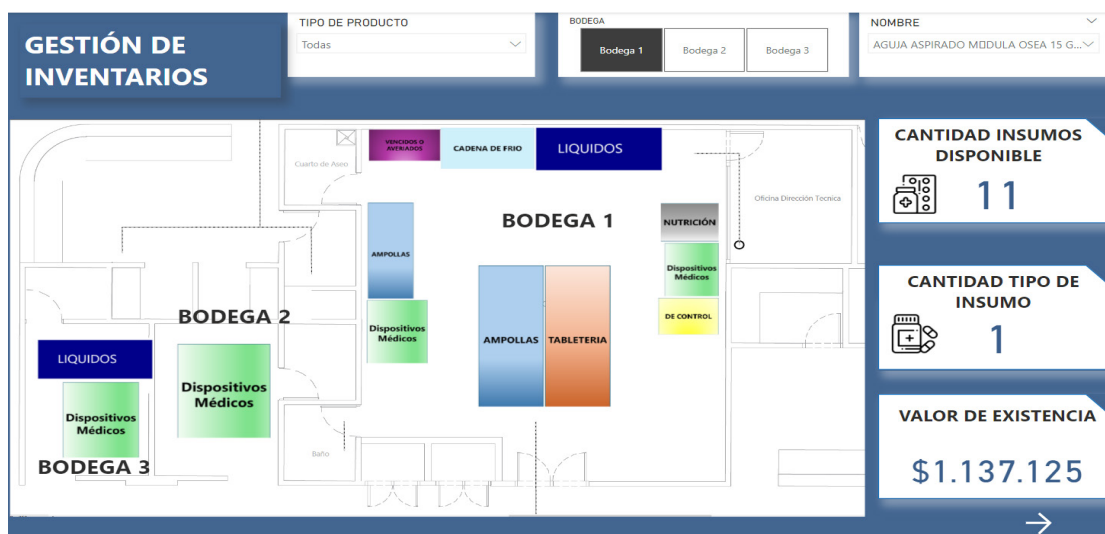


Fig. 10. Detalle movimientos registrados.

Al realizar lo registros en la App, los datos se compilan en la base de datos de Microsoft Azure y en Power

Bi, en donde se grafican los resultados y se obtienen los siguientes tableros (figuras 11-12).

Fig. 11. Ubicación de insumos y datos macro de los resultados.



Con los datos recopilados se obtienen los siguientes resultados.

Propuesta para la gestión eficiente de inventarios para el abastecimiento de medicamentos aplicando herramientas tecnológicas y Lean Healthcare en una clínica de alta complejidad en la ciudad de Popayán.

Fig. 12. Indicadores de gestión de inventarios.



Se logar evidenciar los movimientos realizados en cada bodega, identificando la disponibilidad actual de cada insumo y la rotación en un rango de tiempo.

Para una identificación de los insumos se crean etiquetas en donde se identifica el código y nombre del producto, así como se muestra en la Figura 13.

Fig. 13. Etiqueta identificador de cada producto.



El tipo de código de barras empleado es el Code 39 que integra tanto letras como números. En la etiqueta adicionalmente se identifica un código QR que

permite conocer la ficha técnica de cada producto, en la Figura 14 muestra el diseño para las fichas que tendrán los insumos.

Fig. 14. Ficha técnica del producto.



Como resultado del diseño de tarjetas Kanban, se implementa en cada mueble o línea de división, para los productos con mayor rotación, una tarjeta donde se puede identificar la cantidad máxima por cada caja o división, los datos generales del medicamento, su ubicación y la rotación diaria, así como se muestra en la Figura 15 estas etiquetas se encontrarán adhesivas a cada almacenamiento. Esto conlleva a una organización y reabastecimiento continuo del almacén. El auxiliar de cada farmacia debe evidenciar que las cantidades en las cajas o líneas no este menos del 50 % de lo que la tarjeta menciona, cuando se disminuya la cantidad se debe reabastecer la caja así se logra también liberar espacio en las otras bodegas.

Fig. 15. Tarjeta Kanban – Insumos.

BODEGA	TARJETA KANBAN- INSUMOS	UBICACIÓN
PRINCIPAL		CENTRO-MUEBLE 2- NIVEL 3
Nombre	Acetaminofen 1g/100 ml Ampolla	
Código	MCP0004	
Cantidad por caja/linea	20	
Demanda diaria	13	
Tipo de insumo: Medicamento Ampollas		

5. CONCLUSIONES

Se implementó una metodología estructurada en 4 fases para la gestión eficiente de inventarios, la cual incluyó la investigación del proceso actual para la identificación de la problemática, diseño e implementación de una arquitectura sólida en la nube utilizando servicios de Microsoft Azure, integrada con una aplicación personalizada en Power Apps.

Esta solución tecnológica resultó altamente efectiva, al brindar trazabilidad, control visual y seguimiento detallado de la rotación de productos, permitiendo identificar oportunamente situaciones de desabastecimiento, sobre stock y sostenibilidad del inventario, contribuyendo a la eficiencia operativa y reducción de costos.

Se realizó una caracterización del proceso actual de reposición de inventario, identificando los indicadores clave de desviación de inventario y compras de urgencia. Esta caracterización fue fundamental para el reconocimiento de la problemática central y el planteamiento de soluciones efectivas basadas en herramientas tecnológicas y metodologías lean.

Se determinaron las causas principales de las fallas en el control de inventarios, las cuales radicaban en la falta de trazabilidad, control visual y seguimiento de la rotación de productos en cada bodega farmacéutica. Estas causas fueron abordadas eficazmente mediante la implementación de la metodología propuesta y la solución tecnológica desarrollada.

La implementación de la metodología propuesta, que involucró el diseño e integración de una aplicación personalizada en Power Apps con los servicios en la nube de Azure, permitió establecer un sistema robusto y adaptado para la gestión de inventarios. Esta solución facilitó el registro de movimientos, la trazabilidad de productos mediante etiquetas identificadoras, y la visualización de indicadores clave en Power BI, contribuyendo a la evaluación y mejora de los resultados obtenidos en términos de eficiencia y control de inventarios. Al contar con la información actualizada por cada movimiento y un mayor control, se espera lograr un aumento en el indicador de desviación de inventario, el cual debe estar en el rango de 98 % - 100 %. Con los nuevos resultados consolidados de rotación de cada insumo, se pueden lograr hacer análisis de los datos y definir los periodos y cantidades de compras, logrando así una disminución del 30 % al 9 % en compras de urgencias.

La implementación de las tarjetas Kanban para los productos de mayor rotación tiene como objetivo principal reducir la no disponibilidad de insumos en los servicios de las farmacias. Según las proyecciones, se espera disminuir esta tasa de 0.5 % a 0.2 %, lo que representa una mejora significativa en la disponibilidad de medicamentos.

Sin un control adecuado de las cantidades en el almacén y sin un sistema de reabastecimiento oportuno, se han presentado situaciones en las que no se cuenta con la disponibilidad suficiente de los insumos. En estos casos, es necesario solicitar traslados desde las bodegas principales, lo cual genera retrasos y tiempos adicionales en la movilización del personal. Además, al no conocer con precisión las cantidades requeridas, se pueden presentar dos problemas: pedir menos de lo que la demanda indica, o pedir más de lo que la capacidad de la caja permite. En el primer caso, se requiere realizar una nueva solicitud de traslado, generando más tiempos de espera y movimientos innecesarios.

Con la implementación de las tarjetas Kanban, se propone realizar un solo reabastecimiento cuando sea necesario, basado en los datos de demanda diaria y cuando el nivel de la caja esté al 50 % o menos de lo establecido. De esta manera, se optimiza el proceso de reabastecimiento, se reduce la probabilidad de desabastecimiento y se mejora la disponibilidad de los insumos.

Al ser un proyecto progresivo, es fundamental llevar a cabo un seguimiento continuo y revisiones periódicas de su implementación. Estas evaluaciones son importantes para identificar áreas de mejora y realizar los ajustes necesarios que permitan optimizar aún más el proceso. La recopilación de información robusta permitirá realizar análisis profundos y detallados. Esta metodología iterativa de monitoreo, análisis y ajuste puede garantizar que el sistema mejore continuamente, adaptándose a las necesidades y maximizando los resultados positivos en el manejo de los suministros médicos en las instalaciones farmacéuticas.

REFERENCIAS

- Abu Zwaïda, T. (2021). Optimization of inventory management to prevent drug shortages in the Hospital Supply Chain, *Applied Sciences*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/app11062726>
- Afnaria, Tulus, Mawengkang, H., & Wiryanto. (2020). An Optimization Model for Hospitals Inventory Management in Pharmaceutical Supply Chain. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(3), 324-332..
- Aguirre Lasprilla, S. (2015). Parametrización y evaluación de política de inventario (s,Q) en hospitales: un caso de estudio en la ciudad de Barranquilla. *Prospectiva*, 13(1), 99-105. <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250641010.pdf>
- Amolamatemática. (26 de abril de 2023). Gestión de inventarios: cómo reducir costos y mejorar la eficiencia: https://amolamatematica.com/gestion-de-inventarios-como-reducir-costos-y-mejorar-la-eficiencia/?expand_article=1&expand_article=1
- Anacona Mopan, Y., & Paz Orozco, H. (2023). Optimización de la distribución en planta con formulación QAP y simulación de eventos discretos. *Informador Técnico*, 13-28. <https://doi.org/10.23850/22565035.4814>
- Belhadi, A. S. (2018). Lean production in SMEs: literature review and reflection on future challenges. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 368-382. <https://doi.org/10.1080/21681015>
- Biel M., G. K. (2022). A Crisis in the Health System and Quality of Healthcare in Economically Developed Countries. *Int J Environ Res Public Health*, 21.
- Bittencourt, L. S. (2024). Lean healthcare project in a pharmaceutical supply center: the context of primary healthcare. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(1), 153-176. <https://doi.org/10.1108>
- Bohórquez, X. (2021). Tecnología en la gestión logística hospitalaria de los centros clínicos de la ciudad de Valledupar. *Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología*, 8(1). <http://recitiumt.iutm.edu.ve/index.php/recitiumt/article/view/218>
- Capdevilla. (junio 7 de 2023). Como gestionar y llevar a cabo un inventario en un centro de salud. *Deusto Salud*. <https://www.deustosalud.com/blog/gestion-sanitaria/gestionar-llevar-cabo-inventario-centro-salud>
- Palomar-Fernández, C. & Álvarez-Díaz, A. (2020). El servicio de farmacia frente a la logística de adquisición de medicamentos. *Farmacia Hospitalaria*, 4.
- Duangpun, K. (2015). Developing inventory management in hospital. 4(1), 17-20. <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/ibc-190470>
- Florián, M. I., & Arciniegas, O. D. (2018). *Logística hospitalaria: una revisión bibliográfica*. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediiis/article/view/2075/2336>

Propuesta para la gestión eficiente de inventarios para el abastecimiento de medicamentos aplicando herramientas tecnológicas y Lean Healthcare en una clínica de alta complejidad en la ciudad de Popayán.

- García, M. I. (2021). *Optimización de la gestión del stock en farmacia hospitalaria*. Universidad de Sevilla.
- Garzón Quiroga, J. A. (2019). Logística hospitalaria: caso de estudio de la demanda de una sala de urgencias frente a la disponibilidad de servicios. *Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación- SENA Sistemas de Biblioteca*, 140.
- González, A. (2020). Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva. *Revista Chilena de Ingeniería*, 28(1). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052020000100133
- Gurumurthy, A. N. (2021). Application of a hybrid selective inventory control technique in a hospital: a precursor for inventory reduction through lean thinking. *The TQM Journal*, 33. <https://doi.org/10.1108>
- Healthnology News. (21 de abril 2021). Tecnologías que mejoran las cadenas de suministro en los hospitales. *Healthnology News*. <https://www.healthnology.es/tecnologias-que-mejoran-las-cadenas-de-suministro-en-los-hospitales/>
- Henrique, D. B. (2020). A systematic literature review of empirical research. *Lean and Six Sigma in healthcare*, 31(3), 429-449. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1429259>
- Henriquez, A. (29 de mayo de 2021). logística hospitalaria: estrategia clave frente a la pandemia Covid-19. *Tendencia Logística*. <https://tendencialogistica.com/logistica-hospitalaria-estrategia-clave-frente-la-pandemia-covid-19/>
- Hernández, A. (21 de octubre de 2021). Administración de los inventarios en el sector salud. *Salud Diario*. <https://www.saludiarrio.com/administracion-de-los-inventarios-en-el-sector-salud/>
- Honda, A. C. (2022). Applying Lean healthcare in a non-profit hospital in Brazil. *The service robot revolution*, 16, 231-245. <https://doi.org/10.4337/9781800375659.00026>
- Kuse, M. (12 de diciembre de 2023). Pérdida de inventario – Causas, consecuencias y consejos. *MRP Easy*. <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/perdida-de-inventario/>
- Michele Follen, L. F. (2018). Lean Management in Obstetrics and Gynecology: Application in the Ambulatory Clinic Pre- and Post-Kaizen. *Open Journal of Obstetrics and Gynecology*, 8(14). <https://doi.org/10.4236/ojog.2018.814161>
- Moreira, C. D. (5 de julio de 2023). *Inventarios con tecnología de código de barras para control de insumos médicos entregados en consignación a hospitales*. Deltech SMS. <https://smsecuador.ec/inventarios-con-tecnologia-de-codigo-de-barras-para-control-de-insumos-medicos-entregados-en-consignacion-a-hospitales/>
- Mousavi Isfahani, H. T. (2019). Features and Results of Conducted Studies Using a Lean Management Approach in Emergency Department in Hospital: A Systematic Review. *Bulletin of Emergency and Trauma*, 7(1), 9-20. <https://doi.org/10.29252/beat-070102>
- Núñez, M. I., & Sandoval, O. (2019). Logística hospitalaria: una revisión bibliográfica. *Revista de Investigación e Innovación en Salud*, 02, 38-49. <https://doi.org/10.23850/rediis.v2i0.2075>
- Praveen Prakash, A. J. (2020). Lean Management: Review of Lean Consciousness for the Clinical Laboratory. *Annals of Pathology and Laboratory Medicine*, 7(12). <https://doi.org/10.21276/APALM.2934>
- Quero, J. H. (01 de octubre de 2020). La transformación de los hospitales durante la pandemia de COVID-19. *La conversación*. <http://theconversation.com/la-transformacion-de-los-hospitales-durante-la-pandemia-de-covid-19-147107>
- Radnor, Z. J. (2012). Lean in healthcare: The unfilled promise? *Social Science & Medicine*, 74(3), 364-371. <https://doi.org/10.1016>
- Reddi. (9 de marzo de 2022). Gestión de inventarios en el sector de salud. *Reddi - Conectamos la innovación tecnológica con el mundo empresarial*. <https://reddicolombia.com/gestion-de-inventarios-en-el-sector-de-salud/>
- Sara Marcelino, T. M. (2023). Decision Support System for the Application of Lean Healthcare in Stock Management in Health Facilities. *IEEE Xplore*7(1). <https://ieeexplore.ieee.org/document/9682338>
- Sharma, P. (2023). Cloud Computing for Supply Chain Management and Warehouse Automation: A Case Study of Azure Cloud. *International Journal of Smart Sensor and Adhoc Network*, 3(4), 1-13.
- SKU Logistics. (21 de noviembre de 2023). Logística hospitalaria: la clave dentro de un sistema de salud eficiente. *Logistics*. <https://skulogistics.com/logistica-hospitalaria-clave-sistema-salud/>
- Teiler, J. S. (2021). Optimización de procesos relacionados con la gestión del inventario de una farmacia hospitalaria mediante el uso de la metodología Lean Six Sigma. *Revista de la OFIL*, 31(1). <https://dx.doi.org/10.4321/s1699-714x20210001000013>
- Tic y Salud Digital-El Hospital. (8 de agosto de 2022). *Logística inteligente para inventario en hospitales*. <https://www.elhospital.com/es/noticias/logistica-inteligente-para-inventario-en-hospitales>
- Upkeep. (Diciembre 2023). ¿Cuál es el verdadero costo de una gestión de inventario mal optimizada? <https://upkeep.com/es/learning/poorly-optimized-inventory-management/>