

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Mejora de la gestión de inventarios en la Junta de Usuarios Chancay  
Lambayeque para incrementar el nivel de servicio**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Diego Martin Rojas Espinoza**

**ASESOR**

**Oscar Kelly Vásquez Gervasi**

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

**Chiclayo, 2026**

**Mejora de la gestión de inventarios en la Junta de Usuarios Chancay  
Lambayeque para incrementar el nivel de servicio**

PRESENTADA POR  
**Diego Martin Rojas Espinoza**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Cesar Ulises Cama Peláez  
PRESIDENTE

Absalon Rivasplata Sanchez  
SECRETARIO

Oscar Kelly Vásquez Gervasi  
VOCAL

Mejora de la gestión de inventarios en la Junta de Usuarios  
Chancay Lambayeque para incrementar el nivel de servicio  
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL  
AUTOR Diego Martin Rojas Espinoz

INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Estatal de Milagro</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>8</b>
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>12</b>
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>13</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>29</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>29</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>30</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>33</b>

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo proponer mejoras en la gestión de inventarios de la Junta de Usuarios Chancay Lambayeque con el propósito de mejorar el nivel de servicio. Se llevó a cabo un diagnóstico organizacional para obtener indicadores más precisos que reflejen el bajo nivel de servicio. Asimismo, se utilizó un diagrama de Ishikawa y un análisis ABC para identificar las posibles causas del problema y determinar los materiales con mayor cantidad de salidas del almacén. Luego se evaluaron tres modelos de gestión de inventarios y se seleccionó aquel que mejor se adaptaba a las características de la organización. Además, se propuso la implementación de un software de control de inventarios y la codificación de productos para facilitar la identificación rápida y precisa de los materiales tanto en el sistema como en la ubicación física del almacén. Como resultado de estas propuestas, permite reducir el quiebre de stock un 86,68% y disminuir el costo financiero debido al exceso de stock un 33%. Por último, se realizó un análisis económico que arrojó un beneficio costo de 1,39 soles.

**Palabras clave:** gestión de inventarios, nivel de servicio, modelo de revisión periódica.

### **Abstract**

The present research aims to propose improvements in the inventory management of the Board of Users Chancay Lambayeque in order to improve the level of service. An organizational diagnosis was carried out to obtain more accurate indicators that reflect the low level of service. In addition, an Ishikawa diagram and an ABC analysis were used to identify the possible causes of the problem and determine the materials with the highest number of exits from the warehouse. Then three inventory management models were evaluated and the one that best adapted to the characteristics of the organization was selected. In addition, the implementation of inventory control software and product coding was proposed to facilitate the rapid and accurate identification of materials both in the system and in the physical location of the warehouse. As a result of these proposals, it reduces stock-outs by 86.68% and reduces the financial cost due to excess stock by 33%. Finally, an economic analysis was carried out that yielded a cost benefit of 1.39 soles.

**Keywords:** Inventory management, service level, periodic review model.

## Introducción

En los últimos años, el sector de la logística ha experimentado un incremento anual aproximado del 15%, mostrando mejoras en los recursos y en los métodos requeridos para la organización de empresas y servicios. [1]. No obstante, para seguir expandiendo este sector de forma eficaz, es fundamental optimizar por completo los procesos logísticos y minimizar los costos al tiempo que se mejora el nivel de servicio. [2].

En Perú, los costos relacionados con la logística se sitúan entre los más elevados de América del Sur, representando alrededor del 35% del costo total de los productos vendidos [3]. Esta situación también repercute en el nivel de servicio, ya que alcanzar un nivel más alto implica realizar considerables esfuerzos logísticos en cada etapa de la cadena de suministro para garantizar una cobertura casi completa de la demanda. Por esta razón, diversas empresas están empezando a enfocarse en la cadena de suministro, con el objetivo de mejorar la planificación y gestión de inventarios para aumentar su competitividad. [4]

Esta investigación se enfoca en la Junta de Usuarios Chancay Lambayeque, una entidad privada con sede en Chiclayo, cuyo propósito es recolectar, transportar y repartir agua a los usuarios registrados en su lista de riego.

A lo largo de todo el año 2022, la organización ha tenido dificultades para cumplir con la demanda de distribución de agua, presentando un nivel de servicio del 85,28%. Esta cifra es considerada insatisfactoria en comparación con el estándar recomendado del 95% para una organización. En consecuencia, se evidenció que el problema radica en el retraso del mantenimiento de la infraestructura hidráulica, especialmente en los canales de riego, debido principalmente a la falta de materiales que es ocasionada por una gestión inadecuada de inventarios. Durante el mismo periodo, se registró un quiebre de stock del 14,72% por materiales no atendidos, lo que generó un costo no percibido de S/ 10 488,35. Además, se incurrieron en pérdidas de S/ 16 491,03 debido a la acumulación excesiva de productos en el almacén.

Frente a esta situación problemática, surge la interrogante: ¿Cómo mejorar la gestión de inventarios en la junta de usuarios Chancay Lambayeque para incrementar su nivel de servicio?

Por lo tanto, el objetivo general de este trabajo de investigación es mejorar la gestión de inventarios en la junta de usuarios Chancay Lambayeque para incrementar su nivel de servicio. Para lograrlo, se plantean los siguientes objetivos específicos: diagnosticar la gestión de inventarios de la junta de usuarios Chancay Lambayeque, elaborar la propuesta de las mejoras en la gestión de inventarios de la junta de usuarios Chancay Lambayeque y evaluar la viabilidad

económica-financiera de las mejoras en la gestión de inventarios de la junta de usuarios Chancay Lambayeque.

La importancia de este estudio radica en mejorar la gestión de los inventarios dentro de la organización con el fin de elevar el nivel de servicio y asegurar la entrega adecuada de agua a cada usuario. Además, se pretende reducir los gastos asociados al almacenamiento y minimizar las pérdidas económicas que experimenta la organización.

### **Revisión de literatura**

La logística se encarga de proveer los materiales necesarios para asegurar un rendimiento eficiente de las operaciones empresariales. Durante este proceso, se consideran aspectos como la demanda, el costo y el tiempo, al mismo tiempo que se evalúa el costo de mantener un nivel específico de inventario. El objetivo es lograr un equilibrio económico entre estos factores y, al mismo tiempo, reducir el riesgo de quedarse sin existencias. [5]

El proceso logístico se enfoca en obtener recursos para terceros y se subdivide en tres subprocesos. Uno de ellos es el proceso de adquisiciones, que se encarga de administrar el suministro de materiales para la empresa. Durante este proceso, se emplean métodos y herramientas que se centran en prever la demanda y mitigar el impacto de las fluctuaciones en la misma. Además, se manejan aspectos como la gestión de la cantidad de pedidos, la forma de entrega, el tiempo de espera y otros factores relevantes para el buen funcionamiento de la empresa. [6]. El segundo paso es el almacenamiento, que implica recibir, proteger, conservar y entregar los productos, según lo mencionado por Fuente *et al.* [7]. Con el fin de realizar este proceso de manera eficiente, se emplean técnicas logísticas especializadas que garantizan la recepción y entrega de productos de acuerdo con el nivel de servicio exigido por los clientes. Por otro lado, encontramos el proceso de distribución, cuyo principal objetivo, según Velázquez [8], es asegurar que los productos lleguen al cliente en óptimas condiciones, en la cantidad necesaria y dentro del plazo acordado. Finalmente, la distribución que juega un papel crucial, ya que con frecuencia conlleva costos excesivos que resultan difíciles de cuantificar debido a la naturaleza del proceso.

El inventario se refiere a todas las mercancías que una empresa tiene almacenadas, las cuales están valoradas al precio de compra. Estas mercancías pueden ser utilizadas tanto para la venta como para las actividades de producción. En el balance general de una empresa, el inventario se clasifica como un activo circulante. [9]

La gestión de inventarios se describe como el conjunto de acciones requeridas para tomar decisiones relacionadas con el manejo de los inventarios, tales como cuándo reponer las existencias y qué cantidad de productos se deben pedir. Además, se encarga de establecer las

políticas y procedimientos operativos para mantener y controlar los bienes almacenados. El sistema de inventario es responsable de realizar el pedido de los productos, recibirlos, coordinar su ubicación y dar seguimiento a todo el proceso. [10]

El nivel de servicio en la administración de inventarios es una métrica que evalúa el grado de cumplimiento de satisfacción de las órdenes de pedido de una organización en relación a la demanda, y se expresa como un porcentaje [11]. Es importante diferenciarlo de la satisfacción del cliente, la cual se fundamenta en la evaluación emocional que una persona realiza al equiparar el rendimiento recibido de un producto o servicio con sus expectativas. [12]

Padilla [13] en su investigación, aborda el problema de la empresa, que se caracteriza por ofrecer un nivel de servicio deficiente y experimentar altos niveles de quiebres de stock, llegando a alcanzar un 25%. Para abordar esta situación, se utilizó una metodología que incluyó un análisis ABC con el objetivo de identificar los productos que originan mayores ganancias para la empresa. Además, se aplicó la metodología P y se implementó el uso de códigos de barras. Como resultado de estas acciones, se logró una significativa reducción de los quiebres de stock, llegando a un porcentaje de solo 4,51%.

Paico [14] en su investigación, se examina la situación problemática dentro de la organización, la cual se refiere al incumplimiento de las políticas establecidas los procesos. Esto ha dado lugar a un nivel de servicio del 65%, la presencia de productos vencidos y una alta demanda de pedidos no atendidos, ocasionando pérdidas económicas anuales de S/.1 485 837,29. Como enfoque metodológico, se propuso la aplicación del modelo P, un Marco de Operaciones Logísticas (MOF), la redistribución del almacén y la implementación de un nuevo proceso logístico. Los resultados revelaron que a través del modelo P se pueden determinar las cantidades óptimas para realizar los pedidos, lo cual contribuyó a reducir la ruptura de stock al 78,9% y aumentar el nivel de servicio a un 93%.

Martínez [15] en su investigación, expone una serie de problemas identificados en una empresa distribuidora de lubricantes industriales. Estos problemas incluyen la falta de iluminación en el almacén y en el área de despacho, dificultades en el proceso logístico de reaprovisionamiento y en el despacho de productos, así como la presencia de productos vencidos en el almacén. Estos problemas tienen un impacto en diferentes áreas de la empresa. Para abordar esta situación, se implementaron diversas acciones, como la utilización de una matriz ABC, la reestructuración del almacén y la determinación del EOQ (Cantidad Económica de Pedido) para evitar la existencia de productos vencidos. Como resultado de estas acciones, se logró un incremento del 95% en la capacidad instalada, mejoras en las condiciones del almacén y un aumento en la rentabilidad de la empresa de 0,5 a 1,15.

Palacio-León and Adarme-Jaimes [16] en su investigación, planteó el objetivo de mejorar la eficiencia de los costos logísticos mediante la implementación de un modelo P. Para lograrlo, en primer lugar, se realizó una identificación exhaustiva del problema con el propósito de encontrar un método de análisis que permitiera ejecutar la estrategia y la modelización necesaria. A continuación, se creó una base de datos que establecía la relación entre los clientes y proveedores, tomando en consideración los costos de transporte, la gestión de inventarios y los procedimientos de pedidos. Posteriormente, se exploraron diversas alternativas de solución, proponiendo y evaluando diferentes modelos para su implementación posterior. Como resultado de estas acciones, se consiguió una reducción en los costos de almacenamiento y se logró un grado de confianza del 85% en la planificación propuesta.

Suwa and Morita [17] resalta la importancia de que una empresa pueda satisfacer de manera óptima los requisitos de materiales para una gestión de inventario más eficiente. Esto implica mantener la cantidad exacta de productos para satisfacer los pedidos de los clientes sin tener un exceso de inventario que genere costos innecesarios, así como evitar la presencia de productos obsoletos. Con el fin de alcanzar este objetivo, se propone un nuevo modelo denominado CRP, el cual tiene como objetivo identificar un gasto constante por recurso de fabricación para reducir la posibilidad de que la demanda supere la capacidad de producción. Mediante la utilización de simulaciones por computadora, se pudo demostrar que este modelo es aplicable en un sistema de producción flexible, y al compararlo con otros modelos, se obtuvieron resultados positivos.

Susanto [18] en su investigación, resalta que el incremento de costos se debe principalmente al aumento de las existencias en el almacén. El objetivo principal del estudio fue reducir de manera más rentable el costo total de inventario de materias primas, teniendo en cuenta las necesidades de producción de la empresa. La metodología utilizada consistió en desarrollar el modelo de Cantidad de Orden Económica (EOQ, por sus siglas en inglés). Utilizando datos históricos de la demanda de productos, se calcularon los costos de mantenimiento y pedido para cada una de las materias primas, determinando el costo incremental total (TIC), el costo total (TC) y la cantidad óptima de pedido (EOQ). Los resultados de este estudio demuestran que la implementación del modelo EOQ ayudó a la empresa manufacturera de artículos especiales de madera a tener un control más eficiente sobre sus materias primas. También se determinó que es viable reducir el costo global de los inventarios mediante una estrategia económica, efectuando pedidos con un recargo mínimo y gastando únicamente lo requerido en cada etapa de adquisición y gestión de inventarios, lo que conlleva a obtener el máximo beneficio.

Contreras [19] en su artículo, aborda como el problema principal la gestión deficiente del inventario en el almacén, lo cual provoca retrasos en el cumplimiento de los requisitos de los

clientes. Esto tiene un impacto significativo en el departamento operativo, con un exceso de tiempo del 60% y un tiempo adicional del 85% por parte del personal. Además, se observa un incremento promedio del 35% en los procedimientos administrativos y una disminución del 12% en la base de clientes. La metodología empleada para abordar esta problemática consistió en aplicar el modelo P y Q con demanda incierta. Como resultado, se determinó que la cantidad ideal a solicitar era de 63 unidades cada 20 días, estableciendo un punto de reorden de 13 unidades. Además, se implementó un inventario de seguridad, lo cual permitió lograr un nivel de servicio del 90,4%. Estas acciones permitieron recuperar el 10% de los clientes perdidos y restablecer la confianza en la empresa.

Garrido and Cejas [20] en su investigación, aborda como el problema principal la gestión empírica del control de pedidos, los suministros de material y la determinación del stock de seguridad. Se empleó una metodología que involucró el análisis de diversos modelos estadísticos y matemáticos, como el Modelo EOQ, el Modelo POP, el Modelo Q y el Modelo P. El propósito fue establecer la cantidad mínima de inventario de seguridad requerida para alcanzar un nivel de servicio específico. Los hallazgos de la investigación revelaron que los inventarios desempeñan un papel crucial en el funcionamiento efectivo y confiable de un sistema administrativo en una empresa. Por lo tanto, se demostró que todos los modelos estadísticos utilizados en el estudio son herramientas valiosas y necesarias para comprender los costos de los materiales y asegurar un nivel óptimo de inventario requerido en las empresas.

Correa *et al.* [21] en su investigación resalta la importancia de adoptar tecnologías con el propósito de mejorar el desempeño, la trazabilidad y la eficiencia de las operaciones, así como reducir costos y agilizar la comunicación de información en la cadena de suministro. Este estudio demuestra el aporte de la aplicación de flujos de información en tiempo real a la administración de la cadena de suministro. Se mencionan varios sistemas de identificación importantes, como la visión, el reconocimiento óptico, el reconocimiento de voz humana, los sistemas de radiofrecuencia (RFID) y los códigos de barras. Dentro de estos sistemas, los más destacados son el RFID y el código de barras, ya que tienen la capacidad de estandarizarse. Es importante resaltar que el código de barras es el más utilizado en gran medida debido a su costo reducido.

Agüero *et al.* [22] en su investigación señala que el control de inventarios es un proceso crucial para el éxito en la administración de cualquier empresa. Mantener inventarios implica costos significativos, por lo tanto, es necesario minimizar las existencias para asegurar una producción eficiente sin comprometer el nivel de servicio al cliente. Con el fin de alcanzar este objetivo, resulta esencial contar con un proceso adecuado para la gestión de inventarios dentro

de la organización. En este artículo, se llevó a cabo una comparativa de los procedimientos utilizados en distintas instituciones de diversos países, lo cual permitió identificar aspectos clave a considerar en la gestión de inventarios. Para este estudio, se emplearon métodos teóricos como el análisis documental y la síntesis bibliográfica, así como métodos empíricos como entrevistas. Con base en los resultados obtenidos, se propuso un procedimiento que facilita una gestión eficiente de los inventarios y garantiza la integración de la empresa con su entorno.

### **Materiales y métodos**

Para lograr el primer objetivo, se llevó a cabo un análisis de la gestión de inventarios que se había implementado hasta ese momento en la organización. El objetivo principal fue identificar los problemas que han ocasionado el bajo nivel de servicio. Se examinaron diversos aspectos, tales como el entorno del almacén, el mantenimiento y los procedimientos de distribución. Para este análisis se emplearon herramientas como un diagrama de flujo y un diagrama de Ishikawa, tal como se describe en la investigación realizada por Montenegro [6]. Además, se revisó indicadores clave relacionados con los quiebres de stock, el exceso de stock y el nivel de servicio. Estos indicadores fueron utilizados para representar de manera precisa la situación actual de la variable dependiente, siguiendo el enfoque de investigación propuesto por Montero [23].

Para lograr el segundo objetivo específico, se utilizó una clasificación ABC, siguiendo la recomendación de Montero [23], para identificar los materiales con mayor número de salidas en almacén. Estos materiales fueron ordenados de manera descendente, priorizando así la investigación en los más relevantes. Luego, se aplicó el modelo de revisión periódica o conocido como Modelo P, como sugiere Hernández [24], para determinar la cantidad óptima de pedido para cada material y así eliminar tanto el exceso como la falta de stock. Además, se llevó a cabo un análisis de diferentes softwares de control de inventarios, utilizando una matriz de enfrentamiento, con el fin de seleccionar la opción más adecuada para la organización. Asimismo, se realizó mejoras en el almacén, entre las cuales se destaca la codificación de los artículos la codificación de los artículos, la cual contribuirá de manera significativa a mantener y mejorar el nivel de servicio de la organización.

Para el tercer objetivo, se realizó una evaluación económica de la propuesta considerando los costos cotizados en fuentes relevantes. De esta manera, se determinó si la propuesta fue beneficiosa para la organización, siguiendo el enfoque implementado por Astolington [25].

## **Resultados y discusión**

### **Diagnóstico de la gestión de inventarios de la junta de usuarios Chancay Lambayeque**

La Junta de Usuarios es una organización privada sin fines de lucro encargada de la distribución del agua en el sector hidráulico. Desde el 1 de enero de 2005, opera la infraestructura hidráulica. Su ubicación es en la Urb. Patazca 145, calle Juan Buendía en Chiclayo, Perú. La organización cuenta con una superficie de 840 m<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente 90 m<sup>2</sup> se destinan al auditorio y comedor, mientras que los restantes 750 m<sup>2</sup> albergan las diversas áreas, como operaciones, proyectos, mantenimiento, sistemas e informática, contabilidad y logística. Esta última se encarga de las actividades de compras, gestión y control de almacén en la organización.

Las funciones principales de la Junta de Usuarios incluyen el mantenimiento de los canales de riego existentes, garantizar el suministro de agua adecuado a cada usuario y llevar a cabo obras de desarrollo, como el revestimiento de canales y la construcción de obras de arte.

### **Descripción del sistema logístico**

#### **Productos**

##### ***Descripción del Producto***

El producto consiste en brindar servicios de suministro de agua oportunos y adecuados a los usuarios, de acuerdo con los planes y programas de distribución de agua autorizados. Para cumplir con este objetivo, la organización cuenta con Comisiones y Comités de Usuarios.

#### **Recursos del proceso**

##### ***Materia prima***

La materia prima utilizada es el agua procedente de los ríos Chotano y Conchano ubicados en la sierra, la cual se almacena en el Reservorio de Tinajones. Para regular el flujo de agua, se emplean compuertas hidráulicas que permiten el paso del volumen esperado. Además, la cantidad de agua disponible está sujeta a las precipitaciones en la sierra. En caso de escasez de lluvias, el caudal disminuye, lo que se traduce en una menor cantidad de agua disponible para su distribución a los usuarios.

##### ***Puestos de trabajo y antigüedad del personal***

Con relación a los puestos de trabajo del personal de la JUCHL, se proporciona información detallada en el anexo 1.

##### ***Maquinaria para la prestación del servicio***

En cuanto a la maquinaria utilizada para la prestación del servicio, se dispone de 6 bocatomas, 45 canales de riego y 11 estaciones de aforo, los cuales se muestran en el anexo 2.

### ***Equipos***

En cuanto a los equipos, la organización cuenta con computadoras de apoyo en las cuales se almacena la información de la organización, mostradas en el anexo 3.

### ***Suministros***

Con relación a los suministros, disponen de silicona neutra para construcción, mortero de reparación, hidrolina, anticorrosivo, grasa multiusos, cemento, impermeabilizante, tubo PVC, lubricante multiusos y barniz para el mantenimiento de la infraestructura hidráulica, los cuales se muestran en el anexo 4.

### **Descripción del proceso logístico**

#### **Proceso de abastecimiento y distribución de agua**

##### ***Toma de captación de agua***

El proceso de abastecimiento y distribución de agua comienza con las principales fuentes hídricas, que son los ríos Conchano y Chotano, los cuales aportan un caudal de 13m<sup>3</sup>/s y 30m<sup>3</sup>/s respectivamente. Además, se dispone de la bocatoma Racarumi, que desvía el agua hacia el Reservorio Tinajones. Este último es el encargado de suministrar agua a la organización.

##### ***Verificación de agua captada***

Posteriormente, es importante tener un conocimiento completo del caudal máximo captado, para ello se utilizan estaciones de aforo equipadas con limnómetro, los cuales permiten evaluar tanto el caudal como la altura del agua.

##### ***Definir la demanda a entregar***

Es necesario considerar la disponibilidad de agua captada para asegurar que la demanda sea distribuida de manera equitativa entre los diferentes grupos de usuarios.

##### ***Establecer turnado de riego***

Cuando un usuario solicita utilizar el agua del sistema, se le proporciona la cantidad necesaria para satisfacer las necesidades de sus cultivos. Sin embargo, en ocasiones la disponibilidad de agua captada no permite seguir este enfoque, por lo que se implementa un turnado de riego que puede variar en términos de duración, desde minutos hasta horas o días, según el tamaño del terreno agrícola del usuario.

##### ***Distribución de agua***

Una vez que se ha establecido el turnado de riego, se procede a realizar una distribución ordenada del agua.

##### ***Seguimiento del rol de riego***

Se realiza un recorrido por los canales de manera aleatoria o siguiendo un programa establecido en colaboración con la gerencia técnica. El objetivo es identificar posibles

situaciones críticas, como el uso indebido e indiscriminado del recurso hídrico disponible, las sanciones por extracciones no autorizadas de agua y la autorización y aprobación de riegos reducidos durante períodos de escasez de agua.

## **Proceso de adquisiciones y almacenamiento**

### ***Inspección visual rutinaria***

El proceso comienza cuando un técnico de campo, perteneciente a la dirección de mantenimiento y desarrollo, lleva a cabo una inspección visual de los canales de riego.

### ***Detectar fallas en el canal de riego***

Si se detecta alguna falla, el técnico de campo intervendrá para realizar las reparaciones y/o el mantenimiento correspondiente de los canales de riego. No obstante, en muchas ocasiones, no disponen de los materiales necesarios.

### ***Continuar con la inspección rutinaria***

Si no se detecta ninguna falla en la infraestructura hidráulica, se procede con la inspección de rutina.

### ***Aplicar plan de mantenimiento preventivo***

A pesar de que los canales de riego se encuentren en buenas condiciones, se implementa un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de detectar tempranamente cualquier señal de defecto y reducir el riesgo de posibles fallas.

### ***Pedido de los materiales y equipos necesarios***

En caso de detectar alguna falla, se realizan los pedidos necesarios a la dirección de logística.

### ***Comprobar inventario almacenado***

El asistente logístico verifica en el almacén si existen los materiales solicitados. Esta tarea resulta laboriosa debido al desorden en el almacén, la presencia de exceso de materiales o la falta del material requerido.

### ***Pedido de cotización al proveedor principal***

Si los materiales requeridos no se encuentran en el almacén, el especialista logístico solicita una cotización al proveedor principal de la organización. En caso de que la solicitud no sea aprobada, se realiza un pedido a otro proveedor.

### ***Creación de la orden compra***

Si se aprueba la solicitud al proveedor, el analista de compras genera la orden de compra para los materiales solicitados por el técnico de campo.

### ***Recibo de materiales***

El asistente logístico recibe los materiales solicitados, los almacena y posteriormente los distribuye a los clientes internos de la organización.

***Provisión de los materiales***

El asistente logístico realiza la entrega de los materiales solicitados por el técnico de campo.

***Reparación de la falla***

El técnico de campo procede a reparar la falla detectada en los canales de riego.

***Aplicar corrección para evitar fallas***

Una vez que se ha reparado la falla detectada, se implementan correcciones para prevenir cualquier posible defecto en el futuro.

***Informe de la actividad realizada***

El técnico de campo envía un informe al área usuaria para que esta última dé conformidad al servicio.

***Informe situacional actual***

Por último, el área usuaria realiza un informe sobre la situación actual con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en el plan de mantenimiento.

**Análisis del proceso**

Se presenta el proceso de abastecimiento y distribución de agua, así como el proceso de adquisición y almacenamiento, mediante un flujograma que se encuentra en los anexos 5 y 6, respectivamente. La información sobre el funcionamiento de estos procesos se obtuvo a través de entrevistas realizadas a diversos empleados de la organización.

**Cuadro resumen de indicadores actuales del proceso****Nivel de servicio**

El nivel de servicio refleja la capacidad de una entidad para satisfacer la demanda de sus clientes.

$$NIVEL DE SERVICIO = \frac{Demanda\ atendida}{Demanda\ total} \times 100$$

**Tabla 1. Nivel de Servicio**

Mes	Demanda total	Demanda atendida (dam <sup>3</sup> )	Demanda incumplida (dam <sup>3</sup> )	Nivel de servicio
Enero	212,69	168,23	44,46	79,10%
Febrero	165,88	137,00	28,88	82,59%
Marzo	265,96	213,19	52,77	80,16%
Abril	276,04	228,23	47,81	82,68%
Mayo	487,88	427,81	60,08	87,69%
Junio	617,31	531,69	85,62	86,13%
Julio	608,58	526,08	82,50	86,44%
Agosto	516,85	462,58	54,27	89,50%
Setiembre	373,15	339,81	33,35	91,06%
Octubre	270,42	228,69	41,73	84,57%
Noviembre	216,15	168,00	48,15	77,72%
Diciembre	181,27	143,92	37,35	79,40%
<b>Total</b>	<b>4 192,19</b>	<b>3 575,23</b>	<b>616,96</b>	<b>85,28%</b>

**Fuente: Elaboración propia. En base a la junta de usuarios**

Como se puede observar, el nivel de servicio de la organización es del 85,28%. Sin embargo, según Leenders [26], en una organización el nivel de servicio debe aproximarse al 95%. Por lo tanto, el valor obtenido en comparación con la referencia indica un nivel de servicio deficiente.

### **Quiebre de stock**

Este indicador permite medir el efecto que tendrá la mejora al reducir los materiales no atendidos debido al quiebre de stock.

$$\text{Porcentaje de quiebre de stock} = \frac{\text{Materiales no atendidos}}{\text{Total de materiales solicitados}} \times 100$$

La JUCHL no estaba brindando un servicio adecuado a sus usuarios. Para entender la magnitud del problema, se presentó en una tabla la falta de materiales esenciales para el equipo de mantenimiento, lo que impedía llevar a cabo el mantenimiento adecuado de la infraestructura hidráulica. Esto generaba una incapacidad para satisfacer la demanda de agua de los usuarios, resultando en una demanda no atendida.

**Tabla 2. Porcentaje de quiebre de stock**

Mes	Materiales solicitados	Materiales atendidos	Materiales no atendidos	% de quiebre de stock	Demanda total	Demanda atendida (dam <sup>3</sup> )	Demanda incumplida (dam <sup>3</sup> )	Pérdida económica por demanda no atendida (S/)
Enero	493	390	113	22,47%	212,69	168,23	44,46	755,85
Febrero	492	407	95	18,92%	165,88	137,00	28,88	491,04
Marzo	446	358	60	14,35%	265,96	213,19	52,77	897,08
Abril	499	413	36	8,02%	276,04	228,23	47,81	812,73
Mayo	500	439	61	12,20%	487,88	427,81	60,08	1021,31
Junio	466	402	54	11,84%	617,31	531,69	85,62	1455,46
Julio	472	409	73	15,15%	608,58	526,08	82,50	1402,50
Agosto	465	417	58	12,21%	516,85	462,58	54,27	922,58
Setiembre	441	402	43	9,66%	373,15	339,81	33,35	566,88
Octubre	511	433	88	16,89%	270,42	228,69	41,73	709,42
Noviembre	459	357	55	13,35%	216,15	168,00	48,15	818,62
Diciembre	467	371	92	19,87%	181,27	143,92	37,35	634,88
<b>Total</b>	<b>5 711</b>	<b>4 798</b>	<b>828</b>	<b>14,72%</b>	<b>4 192,19</b>	<b>3 575,23</b>	<b>616,96</b>	<b>10 488,35</b>

**Fuente:** Elaboración propia. En base a la junta de usuarios

Como resultado, se puede observar que durante todo el año 2022 hubo una falta de existencias del 14,72% en los materiales solicitados que no pudieron ser atendidos, y dado que la demanda no atendida está directamente relacionada con la falta de materiales en stock se calculó el impacto económico de esta situación utilizando el precio que cobra la Junta de Usuarios, que es de 0,017 soles por metro cúbico de agua no distribuida, lo que resultó en una pérdida de ingresos de S/ 10 488,35.

### **Productos con sobrestock**

El exceso de stock indica la cantidad de sobra de materiales almacenados. Los productos con exceso de stock se pueden visualizar en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Materiales con sobrestock**

<b>Materiales</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Tiempo en almacén (d)</b>	<b>P.U (S/)</b>	<b>Cantidad en sobrestock</b>	<b>Exceso de días</b>	<b>Monto total (S/)</b>	<b>Costo financiero</b>
Silicona neutra para Construcción Sikasil® C 280ml transparente	und	33	27,00	28	3	756	756,88
Mortero de Reparación Reforzado con Fibras SikaRep-500 x 30kg	und	34	84,90	35	4	2 971,5	2 976,12
VISTONY ATF	und	35	16,50	33	5	544,5	545,56
Hidrolina Roja 1/4gl Anticorrosivo Tekno Gris 1 Gl	und	34	52,00	35	4	1 820	1 822,83
Grasa de litio multiusos EP-2 / 453 gramos Vistony	und	34	14,90	29	4	432,1	432,77
Cemento Sol Portland Tipo I 42.5 kg	und	33	30,00	30	3	900	901,05
Sikatop-107 Seal Blanco x 4,5kg	und	35	78,90	23	5	1 814,7	1 818,23
Tubo PVC 4" SP	und	33	32,00	24	3	768	768,89
WD-40 AFLOJATODO LUBRICANTE MULTIUSOS 1 GALÓN	und	33	182,90	23	3	4 206,7	4 211,60
Barniz Doble Acción 1 galón Tekno	und	34	93,90	24	4	2 253,6	2 257,10
<b>Total</b>						<b>S/ 16 491,03</b>	

**Fuente: Elaboración propia**

Considerando que la política del almacén es de 30 días, se puede observar que el costo financiero asciende a S/ 16 491,03, lo cual representa la cantidad de dinero que la organización está perdiendo debido a la gran cantidad de productos almacenados.

### **Tiempo de búsqueda**

Este indicador proporciona información sobre la duración con la que se encuentra un material en el almacén.

**Tabla 4. Exceso de tiempo de búsqueda de los materiales**

Mes	Materiales buscados	Tiempo promedio de búsqueda (min)	Tiempo total (min)	Trabajo diario (min)	Días perdidos	Costo MO diario (S/)	Costo perdido total (S/)
Enero	493	2,17	1 069,81	480	2,23	44,23	98,58
Febrero	492	2,17	1 067,64	480	2,22	44,23	98,38
Marzo	446	2,17	967,82	480	2,02	44,23	89,18
Abril	499	2,17	1 082,83	480	2,26	44,23	99,78
Mayo	500	2,17	1 085,00	480	2,26	44,23	99,98
Junio	466	2,17	1 011,22	480	2,11	44,23	93,18
Julio	472	2,17	1 024,24	480	2,13	44,23	94,38
Agosto	465	2,17	1 009,05	480	2,10	44,23	92,98
Setiembre	441	2,17	956,97	480	1,99	44,23	88,18
Octubre	511	2,17	1 108,87	480	2,31	44,23	102,18
Noviembre	459	2,17	996,03	480	2,08	44,23	91,78
Diciembre	467	2,17	1 013,39	480	2,11	44,23	93,38
<b>Total</b>	<b>5 711</b>		<b>12 392,87</b>		<b>25,82</b>		<b>1 141,97</b>

Fuente: Elaboración propia

Como resultado, se puede observar que el tiempo total de búsqueda de los materiales es de 12 392,87 minutos al año, lo que genera costos por tiempo de demora de S/1 141,97.

### Identificación de problemas en el sistema de logístico y sus causas

#### Análisis y evaluación de la información del proceso

A continuación, se realizó un diagrama de Ishikawa para comprender las causas del bajo nivel de servicio que experimenta la organización.

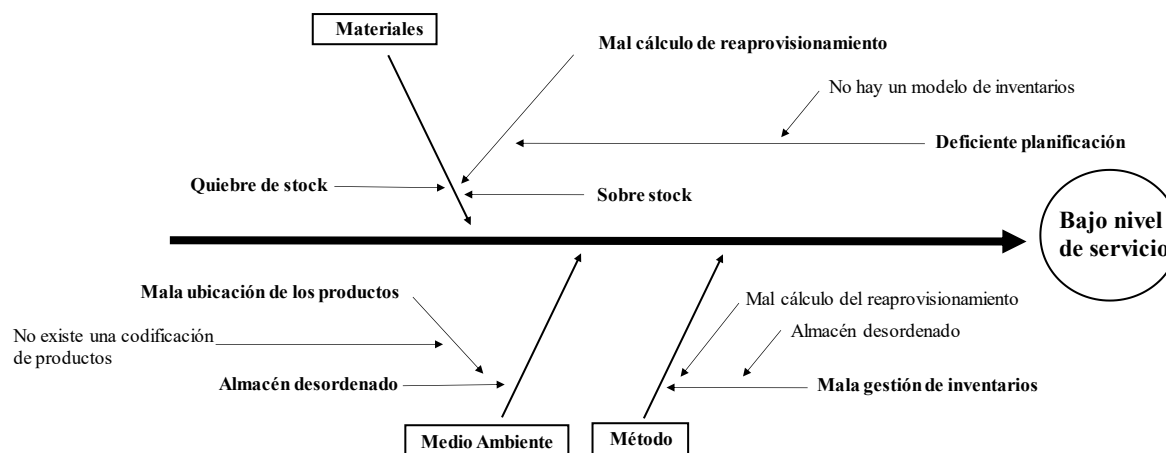


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

### **Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación**

Se elaboró una matriz de operacionalización que sirve de guía para orientar la investigación y planificar de forma preliminar su ejecución. Dicha matriz se encuentra adjunta en el anexo 7.

#### **Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema Logístico**

- **Problema Principal:**

El problema principal es el bajo nivel de servicio, el cual se debe al retraso en el mantenimiento de la infraestructura hidráulica, específicamente los canales de riego. Esta situación se debe principalmente a la falta de materiales, causada por una gestión inadecuada del inventario. En otras palabras, cuando se requieren dichos materiales, la organización no los tiene disponibles en el almacén, lo que provoca retrasos en el mantenimiento de los canales de riego y, como resultado, se incumple con la distribución de agua demandada.

- **Causas:**

**Causa 1. Sobrestock:** En ocasiones, la organización opta por mantener un exceso de inventario para asegurar la disponibilidad de materiales. Sin embargo, esto conlleva una pérdida económica debido a la cantidad de dinero guardado en productos almacenados innecesariamente.

**Causa 2. Quiebre de stock:** Se debe a que el tiempo de entrega del proveedor al cliente interno para los materiales es de 3 días, lo que impide una adquisición rápida de los materiales necesarios por parte del personal de la organización.

**Causa 3. Almacén desordenado:** La organización presenta un problema de desorden en su almacén, ya que los materiales no están ubicados en sus respectivos lugares designados. Como resultado, el personal encargado del almacén enfrenta dificultades al intentar localizar los materiales cuando se necesitan, lo que resulta en una mayor duración de búsqueda y un retraso en el proceso de despacho.

### **Desarrollo de Propuesta de Mejoras en el Sistema Logístico**

#### **Mejora 1. Aplicación de un modelo de gestión de inventarios**

##### **Clasificación ABC**

En primer lugar, se decidió llevar a cabo un análisis ABC para determinar cuáles eran los materiales con mayor número de salidas en el almacén. En la tabla 5 se mostró que, de los 10 materiales evaluados, 7 pertenecían al grupo A, lo que equivalía al 72% del total de materiales con mayor número de salidas en el almacén. En el grupo B se encontraban la hidrolina roja y el tubo PVC, que representaban el 19% del número de materiales con mayor número de salidas. Por último, en el grupo C figuraba la grasa multiusos, que correspondía al 9% del total de materiales con mayor número de salidas en el almacén.

**Tabla 5. Clasificación ABC**

<b>Materiales</b>	<b>Demanda</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>Clasificación</b>
Anticorrosivo Tekno 1gl	633	11,08%	11%	A
Cemento Sol T-I 42.5kg	616	10,79%	22%	
Mortero SikaRep-500 30kg	606	10,61%	32%	
Silicona Sikasil C 280ml TR	596	10,44%	43%	
WD-40 Lub. 1gl	579	10,14%	53%	
Sikatop-107 4.5kg	558	9,77%	63%	
Barniz Tekno 1gl	548	9,60%	72%	
Hidrolina Roja Vistony 1/4gl	533	9,33%	82%	B
Tubo PVC 4" SP	525	9,19%	91%	C
Grasa Litio EP-2 Vistony 453g	517	9,05%	100%	
<b>Total</b>	<b>5 711</b>	<b>100%</b>		

**Fuente: Elaboración propia**

Como segundo paso, se empleó la demanda histórica (anexo 8) para realizar una proyección de cada material, utilizando un programa adicional de Excel denominado Crystal Ball. En este software, se modelaron las predicciones evaluando diferentes modelos de proyección de manera simultánea. Para seleccionar el método más adecuado, se consideró el error porcentual medio absoluto (MAPE) como medida de error, asegurándose de que no excediera el 10%. Esto indicó que los pronósticos no presentaban un margen de error relevante, como se muestra en el anexo 9.

**Tabla 6. Demanda proyectada de los materiales de almacén**

<b>Materiales</b>	<b>Silicona Sikasil C 280ml TR</b>	<b>Mortero SikaRep-500 30kg</b>	<b>Hidrolina Roja Vistony 1/4gl</b>	<b>Anticorrosivo Tekno 1gl</b>	<b>Grasa Litio EP-2 Vistony 453g</b>	<b>Cemento Sol T-I 42.5kg</b>	<b>Sikatop-107 4.5kg</b>	<b>Tubo PVC 4" SP</b>	<b>WD-40 Lub. 1gl</b>	<b>Barniz Tekno 1gl</b>
Enero	48	55	43	60	39	58	56	45	52	37
Febrero	50	57	23	63	41	57	39	47	54	49
Marzo	48	58	40	60	43	55	46	18	52	30
Abril	52	56	43	61	55	27	49	47	53	50
Mayo	53	56	47	59	18	54	51	46	53	59
Junio	61	34	49	32	49	57	49	47	44	29
Julio	47	56	46	60	47	58	19	48	53	51
Agosto	55	45	63	32	49	30	47	47	34	52
Setiembre	56	27	41	60	37	59	46	28	54	43
Octubre	56	55	43	33	48	59	47	48	55	53
Noviembre	54	58	42	52	47	59	46	47	24	42
Diciembre	21	47	44	62	36	45	47	48	55	53

**Fuente: Elaboración propia**

Asimismo, se decidió calcular el coeficiente de variabilidad para determinar la probabilidad de demanda de los materiales y asignar el modelo adecuado según su comportamiento probabilístico o determinístico. Si el coeficiente obtenido era menor al 20%, se utilizaba un modelo determinístico; en caso contrario, se optaba por un modelo probabilístico, como señala Palacios [27].

**Tabla 7. Coeficiente de variación de los materiales con clasificación A**

<b>N°</b>	<b>Materiales</b>	<b>CV</b>
1	Anticorrosivo Tekno 1gl	0,2099
2	Cemento Sol T-I 42.5kg	0,2004
	Mortero	
3	SikaRep-500 30kg	0,2047
	Silicona	
4	Sikasil C 280ml TR	0,2054
5	WD-40 Lub. 1gl	0,2073
6	Sikatop-107 4.5kg	0,2014
7	Barniz Tekno 1gl	0,2093

**Fuente: Elaboración propia**

Como resultado, el coeficiente de variabilidad de los materiales superó el 20%, lo que indicó que se trataba de materiales con demanda probabilística. Por lo tanto, se optó por utilizar modelos que consideraran esta demanda probabilística. En consecuencia, se revisó el cuadro comparativo de modelos de gestión de inventarios y sus características, mostrado en el anexo 10, donde se determinó que los modelos de revisión periódica, continua y de período único eran adecuados para este tipo de demanda. Con esta información, se empleó el método AHP para elegir el modelo más apropiado para la organización considerando los siguientes criterios: disponibilidad del inventario crítico, capacidad para aumentar el nivel de servicio, respuestas ante emergencias y facilidad de implementación en la estructura actual, como se muestra en el anexo 11. Las comparaciones se realizaron utilizando la escala fundamental de Saaty, asignando las puntuaciones según la importancia relativa entre criterios y el desempeño esperado de cada modelo frente a estos. Posteriormente se calcularon los pesos relativos y la razón de consistencia de las matrices, obteniéndose valores aceptables según los umbrales establecidos; la escala utilizada y los criterios de consistencia del método se muestran en los anexos 12 y 13, respectivamente. Finalmente, mediante la síntesis de prioridades se determinó que el modelo P

presenta la mayor prioridad global, por lo que se selecciona como la alternativa más adecuada para su implementación en la organización, descartándose los modelos Q y U; las matrices de evaluación y cálculos detallados se presentan en el anexo 14.

### Cálculo del Modelo P

Se llevó a cabo un análisis de los 7 materiales con mayor rotación en el almacén dentro del grupo A, basándose en la clasificación ABC previamente elaborada. Además, se establecieron varios parámetros en consulta con el encargado del almacén y el gerente de logística, con el fin de definir el intervalo de revisión en el almacén. Estos parámetros se detallan en los anexos 15 y 16. Asimismo, se optó por iniciar la simulación del modelo con un inventario inicial de cero, es decir, sin ninguna unidad disponible, dado que se trataba de una simulación del modelo.

**Tabla 8. Aplicación del Modelo P para los productos con mayor número de salida de almacén**

Materiales	Unidad de medida	Demanda diaria (d)	Periodo de revisión (T)	Lead time (L)	Stock actual (I)	Desviación estándar de la demanda: $\sigma$ (T+L)	Nivel de servicio esperado (N)	Número de desviaciones estándar para un N específico (Z)	Desviación estándar ( $\sigma d$ )	Cantidad para solicitar (Q)
Anticorrosivo Tekno 1gl	und	1,89	15	3	0	53,66	95%	1,64	12,65	122
Cemento Sol T-I 42.5kg	und	1,84	15	3	0	48,49	95%	1,64	11,43	113
Mortero SikaRep-500 30kg	und	1,80	7	3	0	32,37	95%	1,64	10,24	72
Silicona Sikasil C 280ml TR	und	1,79	15	3	0	42,52	95%	1,64	10,02	102
WD-40 Lub. 1gl	und	1,74	7	3	0	31,06	95%	1,64	9,82	69
Sikatop-107 4.5kg	und	1,61	15	3	0	38,71	95%	1,64	9,12	93
Barniz Tekno 1gl	und	1,63	30	3	0	54,85	95%	1,64	9,55	144

**Fuente: Elaboración propia**

Se estableció la cantidad requerida para solicitar de cada uno de los materiales con mayor rotación en el almacén de la organización. Durante la revisión del inventario, si se comprobaba que la cantidad disponible era menor que la cantidad calculada, se procederá a realizar el pedido correspondiente.

## Mejora 2. Implementación de un software para gestión de inventarios

Con el fin de optimizar la gestión de inventarios en la organización Junta de Usuarios Chancay Lambayeque, se propuso implementar un software que permitiera registrar y controlar de manera precisa las operaciones de entrada y salida del almacén, para atender de forma eficiente las necesidades internas de la demanda. Para elegir la opción más adecuada, se elaboró una matriz de comparación, como se muestra en el anexo 17. Finalmente, la evaluación se realizó mediante una matriz de ponderación, en la que se consideraron los pesos obtenidos de la matriz de comparación y se calificó la relevancia de los modelos de gestión en relación con los criterios establecidos previamente, utilizando una escala de calificación que se detalla en el anexo 18. Los resultados de la calificación de cada software se presentaron en la tabla 9.

**Tabla 9. Matriz de ponderación para la selección del software**

Nº	Criterios	Peso Ponderado	Software Zoho		EZOfficeInventory		Rightcontrol	
			Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
1	Información en la nube	17%	4	0,67	4	0,67	3	0,50
2	Control total de los productos	17%	4	0,67	4	0,67	3	0,50
3	Tener alertas de stock	14%	4	0,57	4	0,57	2	0,29
4	Permitir la gestión de entradas y salidas	12%	4	0,48	4	0,48	3	0,36
5	Crear informes personalizados	12%	3	0,36	4	0,48	2	0,24
6	Fácil manejo	15%	3	0,46	4	0,62	3	0,46
7	Nivel aplicación	13%	4	0,52	4	0,52	3	0,39
<b>Total</b>		<b>100,00%</b>	<b>3,73</b>		<b>4,00</b>		<b>2,74</b>	

**Fuente: Elaboración propia**

El análisis de la matriz revela que el software EZOfficeInventory resulta más adecuado, ya que obtuvo la puntuación más alta con relación a los criterios evaluados. Este software brinda una solución fácil para administrar activos y controlar el inventario. Proporciona una supervisión completa del ciclo de vida de los activos, lo que facilita la generación de órdenes de compra, la facturación y la gestión eficiente de proveedores. Además, ofrece la opción de personalizar etiquetas y utiliza una aplicación móvil que agiliza el escaneo de códigos de barras y códigos QR. [28]

### Cotización

Se llevó a cabo una evaluación comparativa de cotizaciones entre dos plataformas con el objetivo de elegir aquella que se ajuste mejor a las necesidades de la organización. Se

consideraron diferentes aspectos importantes para la adquisición del programa, como el precio total, soporte técnico, actualizaciones de software y mantenimiento, reputación de la plataforma, asistencia en activación y las garantías y políticas de devolución. A continuación, se presenta la comparación detallada de estos aspectos para facilitar la posterior elección del software.

**Tabla 10. Comparación de cotizaciones**

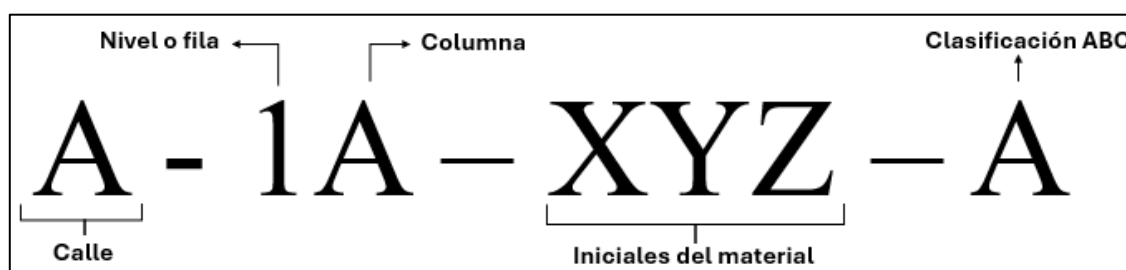
Crterios	Página oficial	Capterra
Precio total	S/ 152,00	S/ 152,00
Soporte Técnico	Incluye	Incluye
Actualizaciones de software y mantenimiento	Incluye	Incluye
Reputación de la plataforma	Muy alta	Excelente
Asistencia en activación	No incluye	Incluye
Garantías y políticas de devolución	15 días de prueba	30 días de prueba

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla muestra que se ha tomado la decisión de adquirir el software a través de la plataforma Capterra debido a que cuenta con asistencia en la activación y una mayor garantía y política de devolución con respecto a la página oficial. En cuanto al análisis financiero, se tendrá en cuenta un precio mensual de 152 soles, lo que representa una inversión anual de 1 824 soles.

### **Mejora 3. Formato de codificación alfanumérica para los materiales en almacén**

Tras analizar la situación actual de la gestión de inventarios en la JUCHL, se detectaron retrasos significativos en la localización de materiales en el almacén. Para solucionar este inconveniente, se propuso implementar un sistema de codificación alfanumérica, con el propósito de establecer criterios claros para asignar códigos a los productos. Esta codificación facilita la identificación y clasificación de los materiales, lo que, a su vez, mejora la eficiencia en los procesos de búsqueda, almacenamiento y despacho.



**Figura 2. Formato de codificación alfanumérica para los materiales almacenados**

Fuente: Elaboración propia

Después de seleccionar el tipo de codificación, se lleva a cabo la etiquetación de los materiales utilizando el código de barras, que es el método más utilizado en los almacenes. En

este caso, el software propuesto en la segunda mejora tiene la capacidad de reconocer el código de barras y convertirlo al formato de codificación alfanumérica establecido. Esta funcionalidad brinda una mayor precisión y control sobre el inventario, evitando confusiones y reduciendo los errores asociados a la gestión del almacén.

### **Nuevos Indicadores del Procesos**

#### **Nivel de servicio**

Montenegro [6], indica que, al implementar un modelo de reaprovisionamiento en la gestión de inventarios, se obtuvo una tasa de incremento de 1,12 en el nivel de servicio. Como resultado, el nuevo nivel de servicio de la Junta de Usuarios es del 95,52%.

#### **Productos no atendidos por Quiebre De Stock**

Astolington [25], señala que al aplicar el modelo P en la gestión de inventarios para su mejora, se consiguió una disminución del 86,68% en la ruptura de stock. Como consecuencia, el nuevo costo por falta de stock de la Junta de Usuarios es de S/ 1 397,05.

#### **Productos con Sobrestock**

Talledo [29], indica que al aplicar el modelo P para mejorar la administración de inventarios, se logró una disminución del 33% en el costo financiero de los productos almacenados. Como resultado, el nuevo costo financiero es de S/ 11 048,99.

#### **Tiempos de búsqueda**

De acuerdo con Fuentes [30], al introducir un formato de codificación alfanumérica para los materiales almacenados, se consiguió una disminución del 72,35% en el tiempo empleado en la búsqueda. Como resultado, el nuevo costo relacionado con el tiempo de demora es de S/ 315,76.

### **Comparación de Indicadores**

Después de analizar los resultados obtenidos, se procedió a realizar una comparación entre los valores de los indicadores actuales y los propuestos en el estudio.

**Tabla 11. Comparación de indicadores**

<b>Indicador</b>	<b>Sin la mejora</b>	<b>Con la mejora</b>	<b>Ahorro</b>
Nivel de servicio	85.28%	95.52%	
Costo por quiebre de stock	S/ 10,488.35	S/ 1,397.05	S/ 9,091.30
Costo financiero por sobre stock	S/ 16,491.03	S/ 11,048.99	S/ 5,442.04
Tiempo de búsqueda	S/ 1,141.97	S/ 315.76	S/ 826.22
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 15,359.56</b>

**Fuente: Elaboración propia**

### Evaluar el análisis económico

Se llevó a cabo un análisis de beneficio y costo para un período de 5 años, en el cual se observó que, por cada unidad monetaria invertida, la organización recibe un retorno de S/ 0,39. Esto evidencia que la propuesta es financieramente viable. A continuación, se proporciona una descripción detallada del flujo de caja.

**Tabla 12. Flujo de caja**

ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos		S/ 15,359.56	S/ 15,359.56	S/ 15,359.56	S/ 15,359.56	S/ 15,359.56
Elaboracion de modelo P	S/ 1,502.50					
Codificación de Productos	S/ 525.00					
Capacitación de software	S/ 2,850.00					
Softwarer EZOfficeInventory	S/ 1,824.00	S/ 1,824.00	S/ 1,824.00	S/ 1,824.00	S/ 1,824.00	S/ 1,824.00
Depreciación Laptop	S/ 7,098.00	S/ 887.25	S/ 887.25	S/ 887.25	S/ 887.25	S/ 887.25
Útiles de oficina	S/ 1,140.00	S/ 1,140.00	S/ 1,140.00	S/ 1,140.00	S/ 1,140.00	S/ 1,140.00
Papel Bond A4	S/ 825.00	S/ 825.00	S/ 825.00	S/ 825.00	S/ 825.00	S/ 825.00
<b>Utilidad antes de impuestos</b>		<b>S/ 10,683.31</b>	<b>S/ 10,683.31</b>	<b>S/ 10,683.31</b>	<b>S/ 10,683.31</b>	<b>S/ 10,683.31</b>
Impuestos (29.5%)		S/ 3,151.57	S/ 3,151.57	S/ 3,151.57	S/ 3,151.57	S/ 3,151.57
<b>Utilidad despues de impuestos</b>		<b>S/ 7,531.73</b>	<b>S/ 7,531.73</b>	<b>S/ 7,531.73</b>	<b>S/ 7,531.73</b>	<b>S/ 7,531.73</b>
<b>Inversión</b>	<b>S/ 15,764.50</b>					
<b>FNE</b>	<b>-S/ 15,764.50</b>	<b>S/ 8,418.98</b>	<b>S/ 8,418.98</b>	<b>S/ 8,418.98</b>	<b>S/ 8,418.98</b>	<b>S/ 8,418.98</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13. Beneficio costo de la propuesta**

B/C	1,39
-----	------

Fuente: Elaboración propia

### Discusión

En el análisis de la situación actual de la organización Junta de Usuarios Chancay Lambayeque, se determinó que el nivel de servicio era del 85,28%, el cual se incrementó al 95,32%. Este indicador representa el cumplimiento de las órdenes de pedidos tanto de clientes internos como externos, como mencionado por Zapata [11] en su investigación. Estos resultados fueron comparados con los obtenidos por Astolington [25], quien demostró un incremento del nivel de servicio del 87,19% al 95% mediante la mejora en la gestión de inventarios, logrando así un nivel óptimo y la reducción de pérdidas económicas. Para este estudio, que busca aumentar el nivel de servicio a través de una gestión de inventarios mejorada, se implementó el modelo P y un software de gestión de inventarios, similar a lo realizado por Paico [14] en su investigación. Paico utilizó un modelo de gestión de inventarios para mantener un nivel adecuado de inventario y un programa de inventario para mejorar el control de los

productos. Según los resultados, se logró reducir la rotura de stock en un 86,68% en comparación con la investigación de Padilla [13], quien redujo la rotura de stock del 25,19% al 4,51%. Además, se redujo el costo financiero por exceso de stock a S/ 11 048,99 en comparación con los resultados obtenidos por Arbulú [31], quien redujo su costo financiero en un 59% mediante la implementación de un programa de control de inventarios y la codificación de productos. Asimismo, se logró disminuir el costo por tiempo de búsqueda en un 72,35% en comparación con los resultados de Fuentes [30], quien, mediante la implementación de un formato de codificación alfanumérica, logró una reducción del 37,84%. Después de obtener los nuevos indicadores, se realizó un cálculo de costo-beneficio que arrojó un valor de S/ 1,39, lo que implica que por cada sol invertido se obtiene un beneficio de S/ 0,39. Esta cifra se compara con la información proporcionada por Talledo [29], quien señala que una propuesta es rentable si el costo-beneficio es mayor a 1.

### **Conclusiones**

Se planteó la mejora de la gestión de inventarios en la organización a través de la implementación del modelo P, la adopción de un software y la codificación de productos. Como resultado, la propuesta tiene el potencial de incrementar en 12% en el nivel de servicio.

Se analizó la situación actual de la organización y se encontró que la rotura de stock era del 14,72%, lo que implicaba un costo no percibido de S/ 10 488,35. Además, se identificó un exceso de stock de S/ 16 491,03 debido a un almacenamiento excesivo de productos, así como un costo de tiempo de búsqueda de S/ 1 141,97.

Se elaboró propuestas de mejora que incluyeron la implementación de un modelo de reaprovisionamiento para determinar la cantidad óptima de pedidos de materiales por parte de la organización. Además, se introdujo un programa de gestión de inventarios y se llevó a cabo la codificación de productos para asegurar una correcta implementación de las mejoras propuestas. Estas acciones contribuyen en una reducción del 86,68% en los quiebres de stock y en una disminución de los costos no percibidos en S/ 9 091,30. Además, el costo financiero asociado al exceso de stock se permite reducir de S/ 16 491,03 a S/ 11 048,99 y el costo de tiempo de búsqueda de S/ 1 141,97 a S/ 315,76.

Se realizó una evaluación económica de las propuestas planteadas, y los resultados mostraron que cada sol invertido generaba un beneficio de S/ 0,39.

### **Recomendaciones**

Se recomienda para investigaciones futuras el empleo de modelos de simulación de inventarios basados en redes neuronales con el objetivo de mejorar la gestión del almacén. Estos

modelos ofrecen pronósticos de demanda más exactos, lo que contribuye a reducir los casos de quiebre de stock.

Se recomienda llevar a cabo un análisis de otros métodos y herramientas logísticas que puedan mejorar la gestión de inventarios y complementar las mejoras propuestas.

## Referencias

- [1] Logística 360, «Issuu,» 18 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://bit.ly/35YesoA>. [Último acceso: 23 Setiembre 2022].
- [2] Adecco, «Adecco,» 4 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3O0PBkV>. [Último acceso: 23 Setiembre 2022].
- [3] H. Mayorga, «Logística 360,» 18 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3rcvPck>. [Último acceso: 23 Setiembre 2022].
- [4] Logistec, «Logistec,» 5 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3fiPi8k>. [Último acceso: 23 Setiembre 2022].
- [5] R. Carro Paz y D. González Gómez, «Logística empresarial,» Mar del Plata, 2013.
- [6] J. J. J. Montenegro Vera, «Propuesta de mejora del proceso logístico y comercial para aumentar el nivel de servicio en la empresa Sipán Distribuciones SAC,» Chiclayo, 2019.
- [7] D. de la Fuente, N. García, A. Gómez y J. Puente, Organización de la producción en ingenierías, Oviedo: Universidad de Oviedo, 2006.
- [8] E. Velázquez Velázquez, Canales de distribución y logística, México: Red Tercer Milenio SC, 2012.
- [9] D. Muzquiz Beltrán, «Administración de inventarios y almacenes,» 2013.
- [10] B. Salazar López, «Ingeniería industrial online,» 2016. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3LCD5HA>. [Último acceso: 2022 Setiembre 23].
- [11] J. Zapata, Fundamentos de la gestión de inventarios, Medellín: Centro Editorial Esumer, 2014.
- [12] P. Kotler, Dirección de mercadotecnia: Análisis, planeación, implementación y control, ESAN, 2001.
- [13] M. F. Padilla Velasquez, «Gestión de inventarios en la distribuidora de productos de consumo masivo SAC para disminuir los quiebres de stock,» Chiclayo, 2021.

- [14] S. D. M. Paico Monteza, «Mejora de la gestión de inventarios para minimizar las pérdidas económicas en el almacén de la Clínica del Pacífico de Chiclayo,» Chiclayo, 2021.
- [15] G. Martínez Curbelo, Y. Palmero Berberena y L. González Dueñas, «Mejora en las condiciones de almacenamiento del almacén de insumos de la empresa Transcupet, UEB Centro,» *Revista Universidad y sociedad* 9.2, vol. 9, n° 2, pp. 76-82, 2017.
- [16] O. Palacio-León y W. Adarme-Jaimes, «Coordination of inventory: A case study of city logistics,» *Dyna*, vol. 81, n° 186, pp. 295-303, 2014.
- [17] H. Suwa y D. Morita, «Stability-based Short-term Capacity Requirement Planning under Uncertainty,» *Procedia CIRP*, vol. 19, pp. 123-128, 2014.
- [18] R. Susanto, «Raw material inventory control analysis with economic order quantity method,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 407, n° 1, 2018.
- [19] A. Contreras Juárez, «Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción,» *Revista Ingeniería Industrial*, vol. 17, n° 1, pp. 5-22, 2018.
- [20] I. Y. Garrido Bayas y M. Cejas Martínez, «Inventory Management as a strategic factor in business administration,» *Revista Negotium*, vol. 12, n° 37, 2017.
- [21] A. Correa Espinal, C. E. Álvarez López y R. A. Gómez Montoya, «Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro,» *Estudios gerenciales*, vol. 26, n° 116, pp. 115-141, 2010.
- [22] L. Agüero Zardón, I. Urquiola Garcia y E. Martínez Delgado, «Propuesta de procedimiento para la gestión de inventarios,» *Técnica Administrativa*, vol. 15, n° 66, 2016.
- [23] C. A. Montero Ortega, «Propuesta de mejora de la gestión logística en la empresa Corporación Yahiro SAC para mejorar el cumplimiento de los plazos de entrega,» Chiclayo, 2019.
- [24] W. D. Hernandez Velasquez, «Propuesta de mejora de gestión de inventarios en la empresa confecciones LAURA'S EIRL para la reducción de pedidos no atendidos,» Chiclayo, 2019.
- [25] K. G. Astolingon Diaz, «Propuesta de mejora de la gestión de inventarios para incrementar el nivel de servicio en la empresa Multiservicios Astolingon SAC,» Chiclayo, 2022.

- [26] M. Leenders y J. Fraser, *Administración de compras*, México, 2012.
- [27] L. Palacios García, L. Flores Miranda, R. Álvarez Vargas, A. Contreras Juárez, D. Sánchez Partida y J. L. Martínez Flores, «Gestión de inventario a través de push & pull e inventario manejado por el proveedor,» DYNA management, Puebla, 2015.
- [28] Getapp, «Getapp,» 2016 Noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3LOcWWN>. [Último acceso: 10 Mayo 2023].
- [29] A. P. Talledo Barreto, «Propuesta de mejora de la gestión de inventarios en la empresa Optimus Motor SAC para minimizar los ingresos no percibidos,» Chiclayo, 2020.
- [30] M. S. Fuentes Mundaca, «Gestión de almacén para reducir los costos logísticos de productos de importación en una empresa constructora e inmobiliaria de la ciudad de Chiclayo, 2020,» Chiclayo, 2021.
- [31] L. G. Arbulu Vasquez, «Propuesta de mejora en la gestión de inventarios e una distribuidora de productos de consumo masivo para reducir costos operativos,» Chiclayo, 2021.
- [32] S. Homkhampad, K. Piewthongngam y S. Pathumnakul, «Feed Logistics Management for a Vertically Integrated Swine Company,» de *Conferencia internacional IEEE sobre ingeniería industrial y gestión de ingeniería*, Hong Kong, China, 2019.
- [33] Capterra, «Capterra,» 26 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3HWNmh0>. [Último acceso: 10 Mayo 2023].
- [34] Mecalux, «Mecalux,» 5 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://bit.ly/44PKQTK>. [Último acceso: 10 Mayo 2023].
- [35] EZOfficeInventory, «EZOfficeInventory,» 12 Diciembre 2012. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3Mj8roH>. [Último acceso: 11 Mayo 2023].

## Anexos

### Anexo 1: Puestos de trabajo y antigüedad del personal de la JUCHL

Personal	Cantidad	Mano de obra calificada	Periodo de trabajo
Presidente	1	Sí	1 año
Gerente general	1	Sí	3 años
Administrador general	1	Sí	1 año
Contador general	1	Sí	1 año
Director de operaciones	1	Sí	2 años
Director de desarrollo	1	Sí	1 año
Director de mantenimiento	1	Sí	1 año
Especialista logístico	1	Sí	2 años
Asistente logístico	1	Sí	0.5 años
Sectorista	2	Sí	1 año
Analista de compras	1	Sí	1 años
Cadista	1	Sí	1 años
Topógrafo	2	Sí	1 años
Portamiras	3	No	1 años
Técnico de campo	5	Sí	2 años
Operador de maquinaria pesada	4	Sí	2 años
Supervisor de equipos	1	Sí	1.5 años
Personal de limpieza	4	No	3 años

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 2: Maquinaria para la prestación de servicio





**Anexo 3: Equipos de la JUCHL**

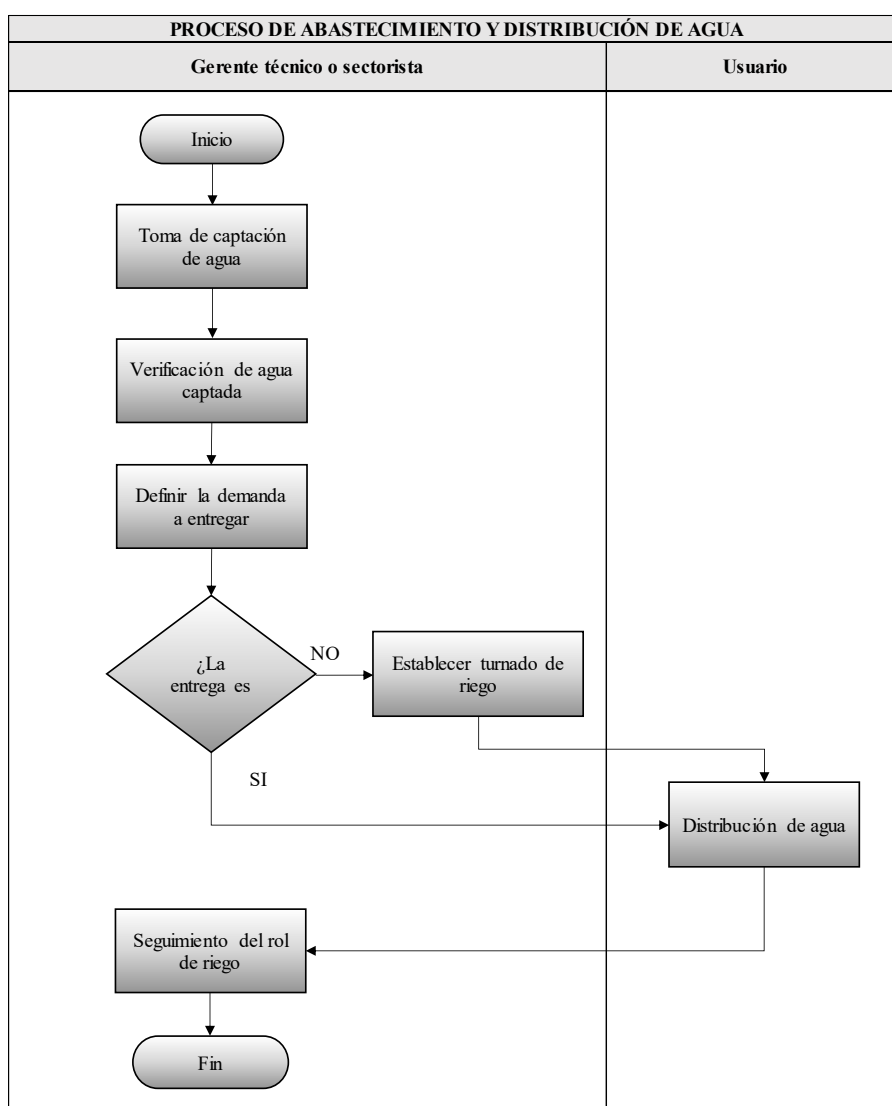


**Anexo 4: Materiales de almacén**

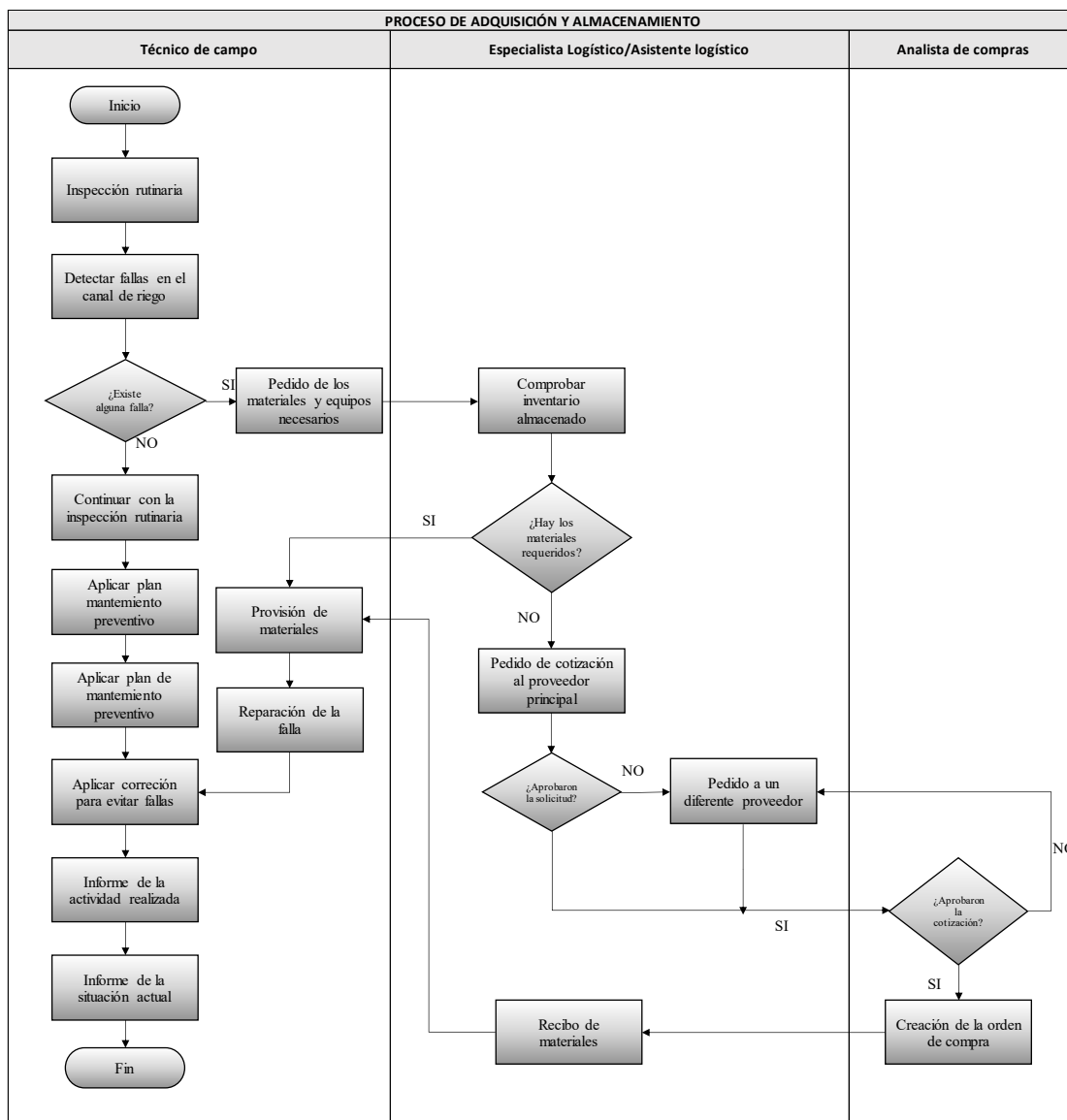




### Anexo 5: Flujoograma del proceso de abastecimiento y distribución de agua



### Anexo 6: Flujograma del proceso de adquisición y almacenamiento



**Anexo 7: Matriz de operacionalización de variables**

PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGIA	TÉCNICAS/ HERRAMIENTAS	LOGRO	INDICADOR
Bajo nivel de servicio	Sobrestock	Modelo de gestión de inventario	Modelo P	Incrementar el nivel de servicio	$\Delta NS = \frac{NS2 - NS1}{NS1}$
		Implementación de un software para gestión de inventarios	Programa de gestión de inventarios	Eliminar el sobrestock	$\Delta SS = \frac{SS2 - SS1}{SS1}$
	Quiebre de stock	Mejora del almacén	Formato de codificación para los productos almacenados	Eliminar quiebres de stock	$\Delta QS = \frac{QS2 - QS1}{QS1}$

**Anexo 8: Demanda histórica de los materiales de almacén**

Materiales	Silicona Sikasil C 280ml TR	Mortero SikaRep -500 30kg	Hidrolina Roja Vistony 1/4gl	Anticorrosivo Tekno 1gl	Grasa Litio EP-2 Viston y 453g	Cemento Sol T-1 42.5kg	Sikatop -107 4.5kg	Tubo PVC 4" SP	WD -40 Lub .1gl	Barniz Tekno 1gl
Enero	48	55	43	60	39	58	56	45	52	37
Febrero	52	58	27	65	43	55	37	49	56	50
Marzo	45	62	41	55	47	53	42	20	49	32
Abril	55	50	48	62	54	30	54	46	51	49
Mayo	49	57	53	58	22	49	56	44	54	58
Junio	61	34	46	37	51	62	48	52	45	30
Julio	47	59	38	53	46	58	23	47	50	51
Agosto	56	42	64	36	50	33	49	48	33	54
Setiembre	54	31	39	59	35	55	46	31	52	39
Octubre	58	53	47	34	49	60	52	46	57	55
Noviembre	50	60	42	51	43	57	44	48	24	40
Diciembre	21	45	45	63	38	46	51	49	56	53

**Anexo 9: Porcentaje de error MAPE**

<b>Materiales</b>	<b>MAPE</b>
Silicona Sikasil C 280ml TR	3.42%
Mortero SikaRep-500 30kg	4.88%
Hidrolina Roja Vistony 1/4gl	7.00%
Anticorrosivo Tekno 1gl	5.13%
Grasa Litio EP-2 Vistony 453g	5.30%
Cemento Sol T-I 42.5kg	4.95%
Sikatop-107 4.5kg	6.56%
Tubo PVC 4" SP	4.40%
WD-40 Lub. 1gl	2.99%
Barniz Tekno 1gl	3.16%

### Anexo 10: Características de los modelos de gestión de inventarios

Método	Objetivo	Demanda
Lote Por Lote	Produce o compra exactamente lo demandado reduciendo al mínimo los costos de mantenimiento e inventario	Determinística
Modelo de revisión continua (Q)	Se basa en realizar un pedido cuando el nivel de inventario alcanza un punto de reorden específico y se utiliza la desviación estándar para calcular el inventario de seguridad necesario para evitar rupturas.	Probabilística
Modelo de revisión periódica (P)	Revisa los niveles de inventario a intervalos fijos. Ideal para productos con demanda variable y costos de revisión bajos.	Probabilística
Algoritmo de Silver – Meal (SM)	Minimiza el costo total a lo largo de un horizonte de planificación, considerando variaciones en la demanda.	Determinística
Costo unitario mínimo (CUM)	Busca minimizar el costo unitario total, considerando costos de producción y almacenamiento.	Determinística
Algoritmo de Wagner – Whitin (WW)	Utiliza programación dinámica para encontrar la solución óptima. Ideal para patrones de demanda complejos.	Determinística
Modelo U	Son modelos que se utilizan para situaciones en las que solo se hace un pedido (generalmente aplicable a productos perecederos o de corta vida)	Probabilística

### Anexo 11: Criterios para la selección del modelo de gestión de inventario

<b>Disponibilidad del inventario crítico</b>	Asegura que las herramientas clave para el mantenimiento, como lubricantes industriales, aceites, hidrolina, y grasa grafitada, estén siempre disponibles. Dado que estos productos son esenciales para la operación de la empresa, este criterio mide qué tan bien cada modelo garantiza que no haya quiebres de stock de estos productos.
<b>Capacidad para incrementar el nivel de servicio</b>	Evalúa la capacidad de cada modelo para proporcionar un nivel de servicio alto, garantizando que el recurso hídrico sea distribuido equitativamente a los usuarios sin interrupciones debido a la falta de mantenimiento de los canales por falta de herramientas.
<b>Respuestas a emergencias</b>	Dado que el mantenimiento de los canales de riego puede requerir acciones rápidas, este criterio mide qué tan bien cada modelo permite la adquisición rápida de herramientas críticas en caso de una emergencia o una falla repentina en el sistema.
<b>Facilidad de implementación en la estructura actual</b>	Dado que el mantenimiento de los canales de riego puede requerir acciones rápidas, este criterio mide qué tan bien cada modelo permite la adquisición rápida de herramientas. Considera qué tan fácilmente el modelo se adapta a la actual estructura de gestión de inventarios de la empresa, minimizando la resistencia al cambio por parte del personal y la necesidad de capacitación adicional.

### Anexo 12: Escala Fundamental de Saaty

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicación
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio.
3	Moderadamente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro.
5	Fuertemente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro.
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro	Un elemento domina fuertemente. Su dominación está probada en práctica.
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible.

### Anexo 13: Consistencia de las matrices

Tabla De Consistencia Aleatoria										
Tamaño de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria	0	0	0.58	0.9	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

Tamaño matriz	% Máximo CR
3	5%
4	9%
5	10%

### Anexo 14: Matrices AHP para los modelos de gestión de inventarios

Criterio: Disponibilidad del inventario crítico									
	Modelo P	Modelo U	Modelo Q	Matriz Normalizada	Wi	AW	AW/Wi		
<b>Modelo P</b>	1	3	1/3	0.23	0.33	0.22	0.26	0.79	3.03
<b>Modelo U</b>	1/3	1	1/5	0.08	0.11	0.13	0.11	0.32	3.01
<b>Modelo Q</b>	3	5	1	0.69	0.56	0.65	0.63	1.95	3.07
<b>SUMA</b>	4.33	9.00	1.53						

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \frac{AW}{Wi}}{n}$$

$$\lambda_{max} = \frac{(3.03 + 3.01 + 3.07)}{3} = 3.04$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{3.04 - 3}{3 - 1} = 0.02$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CR = \frac{0.02}{0.58} = 3.34\%$$

Criterio: Capacidad para incrementar el nivel de servicio									
	Modelo P	Modelo U	Modelo Q	Matriz Normalizada	Wi	AW	AW/Wi		
<b>Modelo P</b>	1	9	3	0.69	0.69	0.69	0.69	2.08	3.00
<b>Modelo U</b>	1/9	1	1/3	0.08	0.08	0.08	0.08	0.23	3.00
<b>Modelo Q</b>	1/3	3	1	0.23	0.23	0.23	0.23	0.69	3.00
<b>SUMA</b>	1.44	13.00	4.33						

$$\lambda_{max} = \frac{(3 + 3 + 3)}{3} = 3$$

$$CI = \frac{3 - 3}{3 - 1} = 0$$

$$CR = \frac{0}{0.58} = 0\%$$

<b>Criterio: Respuestas a emergencias</b>									
	<b>Modelo P</b>	<b>Modelo U</b>	<b>Modelo Q</b>	<b>Matriz Normalizada</b>			<b>Wi</b>	<b>AW</b>	<b>AW/Wi</b>
<b>Modelo P</b>	1	3	1/3	0.23	0.27	0.23	0.24	0.73	3.01
<b>Modelo U</b>	1/3	1	1/7	0.08	0.09	0.10	0.09	0.26	3.00
<b>Modelo Q</b>	3	7	1	0.69	0.64	0.68	0.67	2.02	3.01
<b>SUMA</b>	4.33	11.00	1.48						

$$\lambda_{max} = \frac{(3.01 + 3 + 3.01)}{3} = 3.01$$

$$CI = \frac{3.01 - 3}{3 - 1} = 0.004$$

$$CR = \frac{0.004}{0.58} = 0.61\%$$

<b>Criterio: Facilidad de implementación en la estructura actual</b>									
	<b>Modelo P</b>	<b>Modelo U</b>	<b>Modelo Q</b>	<b>Matriz Normalizada</b>			<b>Wi</b>	<b>AW</b>	<b>AW/Wi</b>
<b>Modelo P</b>	1	3	5	0.65	0.69	0.56	0.63	1.95	3.07
<b>Modelo U</b>	1/3	1	3	0.22	0.23	0.33	0.26	0.79	3.03
<b>Modelo Q</b>	1/5	1/3	1	0.13	0.08	0.11	0.11	0.32	3.01
<b>SUMA</b>	1.53	4.33	9.00						

$$\lambda_{max} = \frac{(3.07 + 3.03 + 3.01)}{3} = 3.04$$

$$CI = \frac{3.04 - 3}{3 - 1} = 0.02$$

$$CR = \frac{0.02}{0.58} = 3.34\%$$

<b>Matriz de comparación por pares - CRITERIOS</b>											
	<b>DIC</b>	<b>CINS</b>	<b>RE</b>	<b>FIEA</b>	<b>Matriz normalizada</b>				<b>Wi</b>	<b>AW</b>	<b>AW/Wi</b>
<b>DIC</b>	1	1/7	3	1/3	0.09	0.09	0.19	0.07	0.11	0.44	4.07
<b>CINS</b>	7	1	9	3	0.62	0.63	0.56	0.64	0.61	2.56	4.18
<b>RE</b>	1/3	1/9	1	1/3	0.03	0.07	0.06	0.07	0.06	0.24	4.04
<b>FIEA</b>	3	1/3	3	1	0.26	0.21	0.19	0.21	0.22	0.93	4.23
<b>SUMA</b>	11.33	1.59	16.00	4.67							

$$\lambda_{max} = \frac{(4.07 + 4.18 + 4.04 + 4.23)}{4} = 4.13$$

$$CI = \frac{4.13 - 4}{4 - 1} = 0.04$$

$$CR = \frac{0.04}{0.9} = 4.81\%$$

	DIC	CINS	RE	FIEA	Total
<b>Modelo P</b>	0.26	0.69	0.24	0.63	0.61
<b>Modelo U</b>	0.11	0.08	0.09	0.26	0.12
<b>Modelo Q</b>	0.63	0.23	0.67	0.11	0.27
<b>Ponderación</b>	0.11	0.61	0.06	0.22	

### Anexo 15: Evaluación para determinar el periodo de revisión

Parámetro	Criterio	Puntuación
Precio unitario	> S/100	5
	> S/50 - < S/100	3
	< S/500	1
Frecuencia de uso	Uso diario	5
	Uso regular	3
	Uso esporádico	1
Criticidad para la operación	Herramienta esencial	5
	Herramienta importante	3
	Herramienta auxiliar	1

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 16: Puntaje total de cada material para determinar el periodo de revisión

Materiales	1er param.	2do param.	3er param.	Puntaje total	Días de revisión
Silicona Sikasil C 280ml TR	1	3	3	7	15
Mortero SikaRep-500 30kg	3	5	5	13	7
Hidrolina Roja Vistony 1/4gl	1	5	5	11	7
Anticorrosivo Tekno 1gl	3	3	3	9	15
Grasa Litio EP-2 Vistony 453g	1	5	5	11	7
Cemento Sol T-I 42.5kg	1	3	3	7	15
Sikatop-107 4.5kg	3	3	3	9	15
Tubo PVC 4" SP	1	1	3	5	30
WD-40 Lub. 1gl	5	3	3	11	7
Barniz Tekno 1gl	3	1	1	5	30

Puntaje total	Días de revisión
1 - 5 puntos	Cada 30 días
6 - 10 puntos	Cada 15 días
11 a más puntos	Cada 7 días

**Anexo 17: Matriz de enfrentamiento de criterios para elección de software**

Criterios	Información en la nube	Control total de los productos	Alertas de stock	Gestión de entradas y salidas	Creación de informes personalizados	Facilidad de manejo	Nivel de aplicación	Total	Peso ponderado
Información en la nube		3	3	3	2	2	1	14	16.67%
Control total de los productos	1		3	3	3	2	2	14	16.67%
Alertas de stock	1	1		3	3	2	2	12	14.29%
Gestión de entradas y salidas	1	1	1		3	2	2	10	11.90%
Creación de informes personalizados	2	1	1	1		2	3	10	11.90%
Facilidad de manejo	2	2	2	2	2		3	13	15.48%
Nivel de aplicación	3	2	2	2	1	1		11	13.10%
<b>TOTAL</b>								<b>84</b>	

Escala de importancia	
Condición	Valor
Mayor importancia	3
Menor importancia	2
Igual importancia	1

**Anexo 18: Escala de calificación para la matriz de ponderación**

Escala de calificación	
Condición	Valor
Deficiente	1
Regular	2
Bueno	3
Excelente	4

**Anexo 19: Cotizaciones del software**

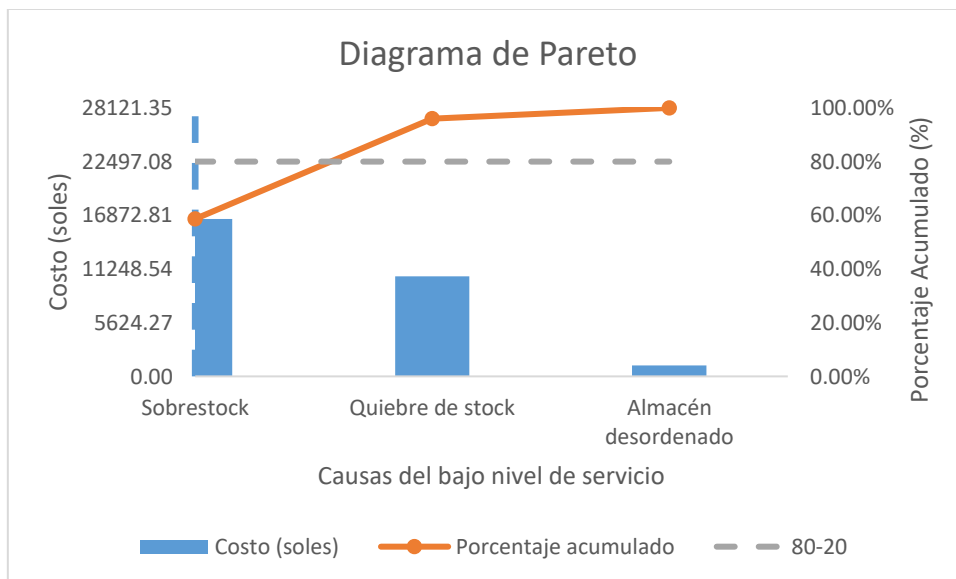
**EZOfficeInventory**  
 ★ 4.6 (1,534) 

**PEN 152.00**  
mes

**BÁSICO**  
 Pequeños equipos que comienzan a realizar el seguimiento de activos

**S/152.00**  
 por mes  
 Para 250 artículos , usuarios ilimitados\*

**Anexo 20: Diagrama de Pareto de las causas del bajo nivel de servicio**



**Anexo 21: Localización geográfica de la organización**