

# Análisis y propuesta de mejora en el sistema logístico de una empresa comercializadora de equipos de tratamiento de agua

Analysis and proposal for improvement in the logistics system of a water treatment equipment trading company

K. Yupari Leiva, Ingeniero, J. Rau Álvarez, Magíster

Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, kyupari@pucp.edu.pe, jrau@pucp.edu.pe

*Abstract– Markets are constantly growing, customers have been evolving in their purchases, they are no longer looking only for brands, but also for speed, quality, and comfort. It is vital to have a strategy and logistics system, since otherwise high costs are incurred to cover the demand, up to 30% of the sales volume of a company.*

*The company under study supplies water treatment equipment to its customers, but inefficiently. For this reason, the present study aimed to provide improvements in the logistics system of a trading company by making use of tools such as the decision matrix to objectively corroborate the importance of the macro-process to be analyzed. Subsequently, information was collected through the collaboration and brainstorming of expert personnel in the company under study to process it, develop the Vester matrix and problem tree. Based on each of the root causes diagnosed in the problem tree, the problems were analyzed in greater detail. The main findings of the analysis made it possible to identify opportunities for improvement in communication and staff training, and policies in inventories, the preparation of demand forecasts. Finally, the study presents positive returns in the implementation of the improvements ( $NPV > 0$ ). Likewise, the importance of training and promotion of communication on the generation of value for the company under study is valued.*

*Keywords-- demand, forecast, inventory management, logistics system.*

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.80>

ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

# Análisis y propuesta de mejora en el sistema logístico de una empresa comercializadora de equipos de tratamiento de agua

Analysis and proposal for improvement in the logistics system of a water treatment equipment trading company

K. Yupari Leiva, Ingeniero, J. Rau Álvarez, Magíster

Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, kyupari@pucp.edu.pe, jrau@pucp.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

*Abstract— Markets are constantly growing, customers have been evolving in their purchases, they are no longer looking only for brands, but also for speed, quality, and comfort. It is vital to have a strategy and logistics system, since otherwise high costs are incurred to cover the demand, up to 30% of the sales volume of a company.*

*The company under study supplies water treatment equipment to its customers, but inefficiently. For this reason, the present study aimed to provide improvements in the logistics system of a trading company by making use of tools such as the decision matrix to objectively corroborate the importance of the macro-process to be analyzed. Subsequently, information was collected through the collaboration and brainstorming of expert personnel in the company under study to process it, develop the Vester matrix and problem tree. Based on each of the root causes diagnosed in the problem tree, the problems were analyzed in greater detail. The main findings of the analysis made it possible to identify opportunities for improvement in communication and staff training, and policies in inventories, the preparation of demand forecasts. Finally, the study presents positive returns in the implementation of the improvements ( $NPV > 0$ ). Likewise, the importance of training and promotion of communication on the generation of value for the company under study is valued.*

*Keywords— demand, forecast, inventory management, logistics system.*

*Resumen—. Los mercados están en constante crecimiento, los clientes han ido evolucionando en sus compras, ya no buscan solo marcas, sino también rapidez, calidad y comodidad. Es vital contar con una estrategia y sistema logístico, ya que de lo contrario se incurren en altos costos para cubrir la demanda, hasta un 30% del volumen de venta de una empresa.*

*La empresa en estudio suministra equipos de tratamiento de agua a sus clientes, pero de forma ineficiente. Por ello, el presente estudio tuvo por finalidad brindar mejoras en el sistema logístico de una empresa comercializadora haciendo uso de herramientas como la matriz de decisiones para corroborar objetivamente la importancia del macroproceso a analizar. Posterior a ello, se recabó información a través de la colaboración y lluvia de ideas de personal experto en la empresa en estudio para procesarla, elaborar la matriz Vester y árbol de problemas. En base a cada una de las causas raíz diagnosticadas en el árbol de problemas, se procedió a analizar con mayor detalle los problemas. Los principales hallazgos del análisis permitieron identificar oportunidades de mejora en la comunicación y capacitación del personal, y las políticas en los inventarios, la elaboración de pronósticos de la demanda. Finalmente, el estudio presenta retornos positivos en la implementación de las mejoras ( $VAN > 0$ ). Así mismo, se valora la importancia de las capacitaciones y promoción de la comunicación sobre la generación de valor para la empresa en estudio.*

*Palabras Clave— demanda, gestión de inventarios, pronóstico, sistema logístico.*

Actualmente, hay una creciente demanda por soluciones de tratamiento de agua. Esto debido en gran medida por el crecimiento de la población, expansión económica y el deterioro de agua disponible para consumo. Se espera que este mercado crezca un 4,7% en los próximos 5 años en promedio en el mundo y en Latinoamérica un 6,8% por año [1]. Las exigencias del consumidor y su forma de comprar han evolucionado, ya no piden solo marca, sino que también buscan rapidez en la entrega y servicio, calidad y comodidad. Por ello, una gestión ineficiente en la logística llega a costar hasta 30% del volumen de ventas [2].

Con el fin de hacer frente a estos aspectos y lograr un mejor desempeño y beneficio para la empresa, el presente estudio tiene como objetivo analizar el sistema logístico actual de la empresa. La empresa, sobre la que se realizó el estudio, comercializa una gran variedad de productos. Entre las categorías de productos más resaltantes se encuentran los filtros cartuchos, medios filtrantes, válvulas, membranas de ósmosis inversa, ablandadores, tanques, equipos de ósmosis inversa y bombas.

Este estudio se dividió en 2 etapas. En la primera etapa se desarrolló los aspectos generales donde se explicó los conceptos y literatura sobre la logística y las herramientas que se usarán para el diagnóstico y mejoras. Mientras que, en la segunda etapa, se desarrolló la metodología que se realizó para la aplicación de mejoras, que consistió en 3 fases: diagnóstico-análisis, propuesta de mejora y evaluación económica de las propuestas. Como resultado del estudio, se identificó oportunidades de mejora sobre la clasificación de inventarios, reestablecer políticas de inventarios, propuesta de implementación del modelo CPFR y pronósticos de demanda, estudios de costos de importación y necesidades de capacitación. Además, se logró cuantificar las siguientes propuestas: políticas de inventarios con un VAN de 131 726 dólares, un beneficio de 19 969 dólares por implementar pronósticos con el software Forecast Pro y la implementación de estudios de costos de importación y su simulación en las órdenes de importación generó un VAN positivo. Por otro lado, se contrastó mediante literatura, el beneficio sobre el retorno (ROI) la implementación de capacitaciones.

## II. ASPECTOS GENERALES

### A. Logística

El consejo de administración de logística (*Council of Logistics Management - CLM*) define la logística como el

proceso de planear y controlar de forma eficiente el flujo de materia prima, inventarios en proceso, productos terminados e información de tal manera que permita satisfacer las necesidades del cliente [3]. Se trazan 3 objetivos logísticos: asegurar que el menor costo operativo sea un factor de éxito, suministrar eficazmente el servicio o producto que requiere el cliente y aprovechar la logística como una ventaja diferenciadora de la competencia.

### 1) Gestión de compras y abastecimiento

Las compras son la primera etapa en la logística. Así mismo, depende las necesidades productivas y/o ventas. Las actividades de compras nacen del planeamiento y pronóstico de la demanda [3].

Entre los objetivos de las compras se tiene lo siguiente [3]:

- Satisfacer a los clientes (internos y externos) mediante la entrega oportuna de productos y servicios requeridos con un nivel competitivo de precio y calidad.
- Cumplir con el abastecimiento de los materiales y servicios.
- Mantener un balance que permita tener un buen nivel de servicio de inventarios ofrecidos a los clientes manteniendo el mínimo coste de inversión de capital.
- Generar buenas relaciones comerciales con los proveedores que favorezcan los beneficios.
- Ventaja competitiva mediante compras a costos bajos que permitan ofrecer calidad.

### 2) Gestión de inventarios

La gestión de inventarios en una organización engloba un conjunto de actividades involucradas a conseguir un eficiente control y administración de los inventarios mediante un correcto almacenamiento, mantenimiento, su custodia y distribución. La aplicación particular de la gestión de inventarios dependerá de la estrategia de la empresa [4,5].

Cruz (2018) afirma que la gestión de inventarios comprende los siguientes objetivos [4]:

- Reducir los riesgos manteniendo stocks de seguridad
- Reducir los costos mediante la programación de compras y producción de forma más eficiente
- Reducir las variaciones entre la oferta y la demanda
- Reducir los costes de distribución del producto

Los productos almacenados reflejan un costo de capital invertido, que puede llegar a ser excesivo. Por tal motivo, es necesario controlar el estado de ellos e identificar estrategias y políticas de gestión diferenciadas. Se suele aplicar la metodología de clasificación de inventarios ABC. Este método expone que los artículos se clasifican en 3 categorías en función de su importancia económica: A, artículos cruciales y valiosos cuyo consumo anual es el más alto, que implica una inversión financiera elevada, pero que concentran una baja cantidad de categorías; B, artículos de valor de consumo medio y valor medio financieramente; C, agrupa a los

artículos con el menor valor de consumo, pero que representan la mayor cantidad de categorías [6]. Ver figura 1.

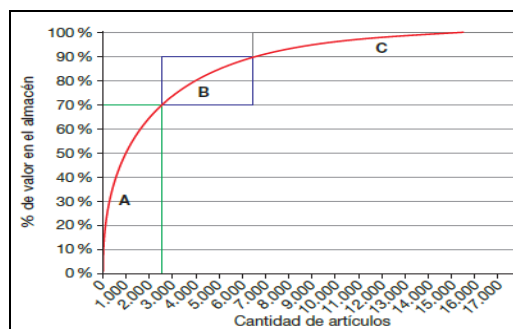


Figura 1: Método de clasificación de inventarios ABC  
Fuente: Gomes (2013)

En base al método de clasificación ABC, Párraga (2011) presenta un modelo de clasificación multicriterio que permite evaluar más aspectos para tomar mejores políticas y decisiones respecto a inventarios. Los 3 criterios para considerar son valor del producto o costo, margen de contribución y la frecuencia de venta [7]. Para un análisis más exhaustivo pueden considerarse cualquier otro criterio que la empresa considere más importante. Al igual que en la clasificación ABC simple, los primeros niveles (A1, A2 y A3) son los más importantes para ser controlados donde se agrupan pocos artículos, sucesivamente en los subgrupos de B y C se conforma por mayor cantidad de artículos.

Tomando en consideración la aplicación de Párraga, se diseñó las reglas para las acotaciones A1, A2 y A3 (suma de puntajes 9, 8 y 7 respectivamente) para el grupo A; B1 y B2 (suma de puntajes 6 y 5 respectivamente) para el grupo B; y C1 y C2 (suma de puntajes 4 y 3 respectivamente) para el grupo C, donde "A" otorga 3 puntos, "B" 2 puntos y "C" 1 punto para las variables a analizar de Costo, Beneficio y Frecuencia de Venta del producto. Ver tabla 1.

Tabla 1: Combinaciones del acotamiento ABC

Clasificación ABC	Acotamiento	Regla de decisión	Combinaciones		
			Costo	Beneficio	Frecuencia
A	A1	Suma de puntaje 9	A	A	A
	A2	Suma de puntaje 8	Combinación 2 A y 1 B		
	A3	Suma de puntaje 7	Combinación entre A, B y C		
B	B1	Suma de puntaje 6	Combinación entre A, B y C		
	B2	Suma de puntaje 5	Combinación entre A, B y C		
C	C1	Suma de puntaje 4	Combinación entre B y C		
	C2	Suma de puntaje 3	C	C	C

Fuente: Elaboración de los autores

### B. Matriz Vester

La matriz Vester es un instrumento de planificación que facilita la identificación del problema y la relación con sus causas y consecuencias. Se realiza bajo un sistema de criterios para puntuar la influencia entre los problemas encontrados [8]. Garay (2018) explica que la aplicación de la matriz Vester consta de 6 etapas [9]:

**Paso (1) – Definir el tema:** En esta etapa se debe preguntar qué problemas deberán ser analizados, delimitar dónde ocurren y a quienes les afectan.

**Paso (2) – Listar problemas:** Consiste en enumerar los posibles problemas únicos (no repetidos) que forman parte del estudio mediante una codificación secuencial.

**Paso (3) – Análisis relacional:** Los problemas identificados previamente son evaluados sobre qué tanto afectan unos a otros. Para ello, se valora usando los siguientes criterios: 0, 1, 2, 3 donde 0 es no existe relación directa entre ambos problemas y 3 es existe una fuerte influencia.

Usando los criterios se enfrentan cada par de problemas, donde “X” representa la suma del impacto del problema sobre otros (causales) y “Y” es la suma de la influencia de otros problemas sobre ese (consecuentes).

**Paso (4) – Evaluación de consistencia:** Se cuenta el número de celdas que han sido calificadas con valor 3 y se las divide sobre el número total de celdas valoradas.

**Paso (5) – Plano cartesiano:** Consiste en ubicar gráficamente en un plano cartesiano los valores de grado de influencia y dependencia, “X” y “Y” respectivamente. En el cuadrante 4, se ubican los problemas activos y de baja dependencia, denominado como las causas [10]. Ver figura 2.

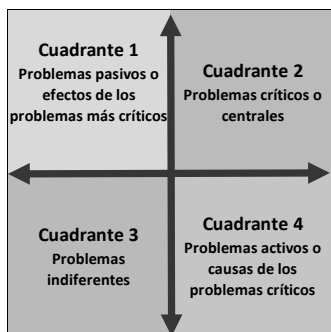


Figura 2: Interpretación de la matriz Vester  
Fuente: Garay (2018)

**Paso (6) - Árbol de problemas:** Es una representación gráfica que permite visualizar el problema crítico (ubicación central) con sus respectivas consecuencias (ubicación superior) y causas (ubicación inferior, raíz). Por ejemplo, en la figura 3, tomado de Betancourt (2016), se han identificado 6 problemas relevantes y 1 exógeno. P7, P3 y P6 son los problemas causales, que se ubican debajo del problema central P2 [11].

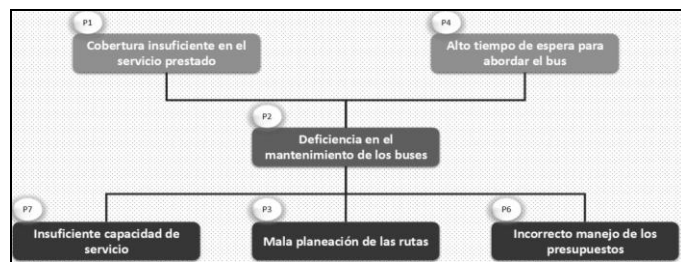


Figura 3: Ejemplo de árbol de problemas  
Fuente: Betancourt (2016)

### C. Pronóstico de la demanda

El pronóstico de la demanda es una de las herramientas más importantes para la planeación de la empresa. Por ejemplo: ayuda a determinar las cantidades a elaborar y controlar los inventarios en logística, y también en otras áreas [12].

Según Chopra (2013), una compañía debe estar al tanto de tantos factores como le sean posibles (cualitativos y cuantitativos) y que realmente sean útiles como la demanda pasada, el tiempo de espera de reabastecimiento, planes de marketing, descuentos por precios planeados, estado de la economía y acciones que los competidores han realizado [13].

Los pronósticos cumplen las siguientes características: (i) siempre son imprecisos (contar con su valor esperado y medida de error). (ii) A largo plazo son más imprecisos (mayor desviación) que los de corto plazo. (iii) Los pronósticos agregados por lo general son más precisos (menor desviación del error) que los pronósticos desagregados. (iv) A mayor distancia en la cadena de suministro, la empresa al cliente final, mayor será la distorsión de la información [13]. Por ello, contar con un pronóstico colaborativo basado en las ventas del cliente final contribuye a reducir el error del pronóstico.

**Medición del error:** Como mencionan Armstrong & Collopy (1992), la medición del error juega un rol importante al momento de elegir el modelo, en especial cuando se tratan de series de tiempo [14]. Es importante considerar que la selección de una medida de error varía dependiendo de la situación. Si bien es deseable solo usar una medida de error, se trabaja con más de una [15]. Ver tabla 2.

Tabla 2: Medidas de errores en pronósticos

Nombre	Abreviatura	Fórmula
Desviación Media Absoluta	MAD	$\frac{\sum_{t=1}^n  Y_t - \hat{Y}_t }{n}$
Error Medio Cuadrático	RMSE	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y_j - \hat{y}_j)^2}$
Porcentaje de Error Medio Absoluto	MAPE	$\frac{\sum_{t=1}^n \frac{ Y_t - \hat{Y}_t }{Y_t}}{n}$

Fuente: Ariza (2013)

## III. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE MEJORAS EN EL SISTEMA LOGÍSTICO

### FASE 1: Análisis y diagnóstico

La empresa en estudio pertenece al sector de comercialización de equipos de tratamiento de agua para tratar aguas de mar, pozo, superficiales, entre otros.

**Paso (1) - Macroprocesos:** En la tabla 3, se presenta la matriz de macroprocesos de la empresa. Para validar de manera objetiva el macroproceso a analizar, se consideraron 5 criterios en conjunto con las diferentes áreas de las empresas. Se obtuvo que lo más importante a evaluar son los impactos sobre “los costos de la empresa”, “la satisfacción del cliente”, “la

demanda del producto”, “la calidad del producto” y “la rotación de inventarios”.

Tabla 3: Matriz de decisión aplicado a los macroprocesos

MacroProcesos	Puntaje	Planeamiento y abastecimiento	Gestión de inventarios	Comercia- lización	Distribución	TOTAL
Costos de la empresa	30%	5	3	1	1	11
Satisfacción del cliente	10%	5	3	5	3	
Demanda del producto	30%	3	1	5	1	
Calidad del producto	10%	5	3	1	1	
Rotación de inventarios	20%	5	1	5	1	
Ponderación		4.4	2	3.4	1.2	
Nivel de impacto		40%	18%	31%	11%	100%

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Como resultado, el enfoque de análisis debe realizarse sobre el planeamiento y abastecimiento.

**Paso (2) - Identificación de problemas:** Se hizo un estudio de las causas y problemas que aquejan al sistema logístico de la empresa – planeamiento y abastecimiento. Por ello, el desarrollo del trabajo se valió de las siguientes herramientas: lluvia de ideas para obtener los problemas – causas en general, la matriz Vester para identificar qué problemas son causales de otros y cuáles son los de mayor relevancia, y el árbol de problemas para representarlo gráficamente y darle sentido. Se realizó una reunión, para identificar el verdadero problema y las causas, conformada por un grupo de expertos de las áreas más importantes que interactúan con los productos (un colaborador de ventas, almacén, compras nacionales, compras internacionales y sistemas). En la tabla 4, se observa los problemas identificados por cada colaborador.

Tabla 4: Problemas identificados por los colaboradores

Ítem	Problema	Colaborador
P1	Demanda variable	Almacén
P2	Artículos sin movimiento (exceso de inventarios)	
P3	No hay programa de reposiciones (inexistente plan de compra)	
P4	Información insuficiente, vencimiento de productos (sist. información ineficiente)	
P5	Demanda variable	Ventas
P6	Insuficiente revisión de datos (inadecuado monitoreo de stocks de productos)	
P7	Datos logísticos no actualizados	
P8	Insuficiente información de llegada de productos (sist. información ineficiente)	
P9	Inadecuada planificación de ventas proyectadas (inexistente plan de ventas)	
P10	Desabastecimiento de productos para venta	Compras nacionales
P11	Limitada comunicación (comunicación ineficiente)	
P12	Cálculo del lote de compra y punto de reposición inexactos	
P13	Inadecuada planificación	
P14	Inadecuado control de inventarios	Sistemas
P15	Procedimientos inadecuados	
P16	Comunicación incorrecta (comunicación ineficiente)	
P17	Incorrecto seguimiento de productos (inadecuado monitoreo de stocks de productos)	
P18	Deficiente sist. abastecimiento	
P19	Personal no capacitado	Compras internacionales
P20	Inexistente planificación (inexistente plan de ventas)	
P21	Limitada comunicación entre comercial y compras (comunicación ineficiente)	
P22	Limitada comunicación de compras acerca de promociones (comunicación ineficiente)	
P23	Insuficiente información en reportes de stock mínimo (sist. información ineficiente)	
P24	Insuficiente información en reportes de compras (sist. información ineficiente)	

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

La figura 4, se muestra el resultado de haber aplicado la Matriz Vester y Diagrama de árbol. Considerando ello, se observa que las causas raíz son los procedimientos y políticas, personal capacitado y comunicación ineficiente, y los análisis que se realizarán serán los mostrados en la tabla 5.

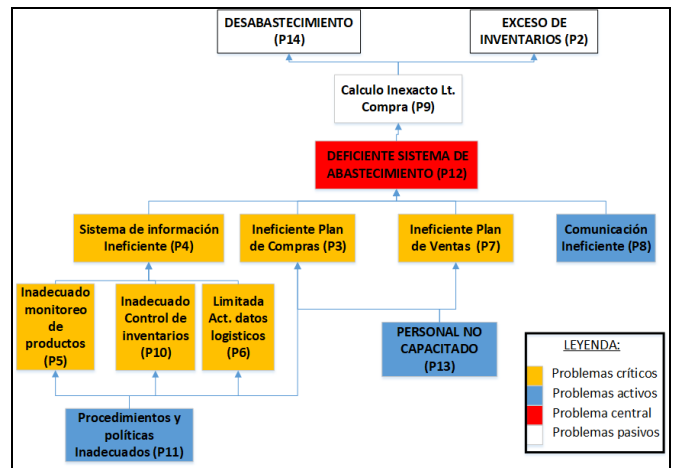


Figura 4: Árbol de problemas

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Tabla 5: Causas raíz y análisis a realizar

Causas raíces	Análisis que se realizarán
Procedimientos y políticas	Clasificación del inventario - ABC
	Políticas actuales del inventario
	Planeamiento actual de la demanda
	Método actual de las órdenes de compra
Personal capacitado	Análisis del personal no capacitado y comunicación ineficiente
Comunicación ineficiente	

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

**Paso (3) - Análisis de problemas y diagnóstico:** Bajo el análisis de la clasificación de inventarios, el año 2018, la empresa registró 91,71% de sus productos como tipo C y representaban el 87,94% del monto de ventas y 8,28% productos sin clasificación. Sin embargo, bajo el esquema teórico deberían tener pocos productos tipo A que representen el 75% del monto de ventas y los productos tipo C que representen el 5% del monto de ventas. Ver tabla 6.

Tabla 6: Clasificación actual ABC y teórico

Clasificación	Actual				Teórico			
	Nro. Artículos	% Artículos	Monto Vendido 2018 (\$)	% Monto	Nro. Art.	% Artículos	Monto vendido (\$)	% Monto
A	-	-	-	-	186	1,54%	4 466 322	75,00%
B	1	0,01%	0	0,00%	350	2,90%	1 191 019	20,00%
C	11 068	91,71%	5 236 799	87,94%	11 533	95,56%	297 755	5,00%
Sin clasificación	999	8,28%	718 293	12,06%	0	0	0	0
	12 068		5 955 095		12 068		5 955 095	

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Además, la empresa presenta falencias en su política de inventarios, ya que bajo su clasificación indican que el 58% de sus productos debe contar con stock en todo momento. Esto como consecuencia eleva el costo de mantener inventarios, disminuye la rotación del stock y mantiene capital invertido en inventarios.

Por otro lado, no se llega a cumplir con la meta trazada por la empresa sobre su indicador aproximado de rotura de stock. En 7 de 10 periodos analizados no han logrado obtener menos del 5% requerido. Ver figura 5.

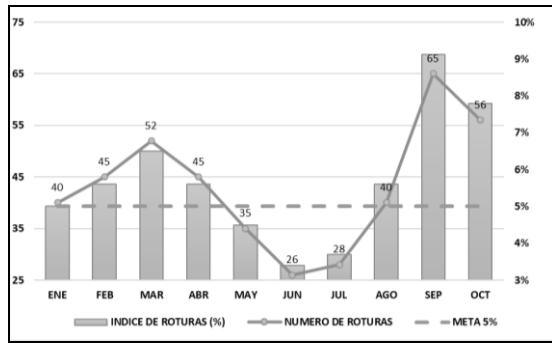


Figura 5: Indicador de rotura de stock bajo política actual – 2019

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Con respecto al planeamiento de la demanda, no hay roles definidos, ya que tanto personal del área comercial como personal del área de logística repiten actividades para estimar la cantidad a pedir. Además, en el proceso que corresponde al área logística, se presenta reprocesos de revisión y supervisión tal como se observa en la figura 6.

Además, el método usado para pronosticar es empírico. Esto no brinda la oportunidad para medirse y estimar un mejor modelo que permita reducir el error.

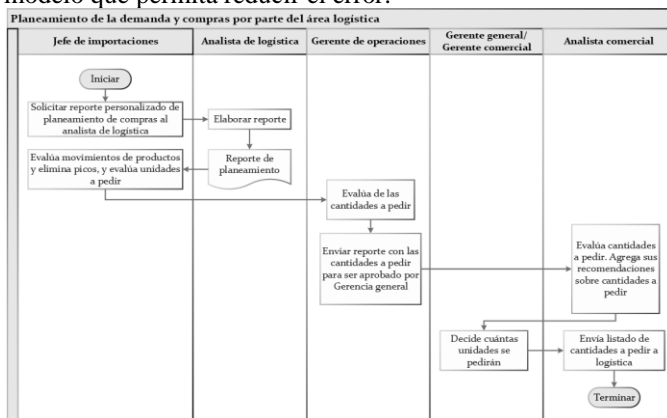


Figura 6: Flujograma actual del planeamiento de la demanda y compras por logística

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Por otro lado, no hay un protocolo bien establecido con respecto a las órdenes de compra que considere un equilibrio entre abastecimiento y los costos, ya que suele revisarse semanalmente el inventario y de acuerdo con ello, realizar compras. Trabajan con dos modalidades: “carga suelta” (LCL) o “contenedor completo” (FCL). Los contenedores se presentan bajo 3 modalidades de 20, 40 pies y 40 HC pies con capacidades volumétricas máximas de 33,2, 67,7 y 76,4 metros cúbicos respectivamente. El más utilizado en la importación de productos en China es el contenedor de 40 HC y en Estados Unidos es por carga suelta.

Con respecto al monto de importación, en los últimos 3 años, en promedio los dos países de los que más se han importado son Estados Unidos y China, representan un 68% y 22% de las

compras en promedio respectivamente. Por ello, es que el estudio se enfocará en Estados Unidos y China. Además, la importación vía marítima es la más resaltante, ya que representa el 78% de las importaciones de Estados Unidos y 100% de China.

La situación actual de las órdenes de compra es la siguiente:

- No realizan un estudio del costo de las órdenes de sus compras. No analizan la posibilidad de abastecerse para un mayor número de meses para ciertos proveedores y traer con mayor frecuencia en otros. Ello genera más costos por ordenar, que si se trajera con menor frecuencia. El análisis se enfocará en los proveedores de los que se importa mayores cantidades en términos monetarios.

- Se realizan pedidos sin considerar una frecuencia adecuada, lo que genera que haya inventarios elevados en algunos productos y rotación de inventario muy baja. Por ello, ciertos productos no tienen inventario suficiente para cubrir la demanda, causando pérdidas de oportunidades de venta como está en la figura 5.

- Actualmente no se trabaja con información sobre las tarifas y costos promedio incurridos en la importación. Están en los documentos físicos y en el ERP, pero no llevan un registro histórico que permita realizar posteriormente un análisis de costeo, ni está estructurada la información. Parte de este trabajo de estudio, implicará levantar información sobre las tarifas y costos para poder realizar el análisis de costeo.

Con respecto a la comunicación y capacitación, se recopiló lo siguiente:

- Logística no pide información a comercial sobre las ventas atípicas.
- El área de comercial no informa de las promociones que ha planeado lanzar.
- El propio personal de logística, el analista y gerente vuelven a realizar la misma tarea, ambos realizan un tentativo de pronóstico de la demanda.
- Cuando hay problemas o errores como en la codificación de los artículos, logística no informa a las diferentes áreas afectadas.
- Muchas veces hay correos sobre problemas que no son resueltos, ya que ningún área quiere hacerse responsable si el Gerente General no interviene.
- El mismo personal ha declarado que no existe una comunicación clara entre las áreas.
- Además, el 2016 y 2019, la empresa ha contratado personal externo para realizar estudios sobre la empresa y han detectado que no hay una buena comunicación interna, así como no está bien definido las normas y labores, es decir, falta estandarización y un planeamiento claro.
- No se capacita al personal, en su mayoría son técnicos en el área de logística, como también en otras áreas. La empresa cree que capacitarlos es una pérdida de dinero, ya que luego se irán a otra empresa. Sin embargo, contar con personal no actualizado afecta el rendimiento actual de la empresa.
- Se observa que no están a favor de ser medidos o llevar indicadores, y resistencia al cambio. Por ejemplo, cuando se les pidió medir el impacto de cada gasto históricamente en cada importación, al inicio, como nunca se había hecho, presentaban excusas sobre que no es necesario

conocer el histórico de los gastos. También se presentó resistencia ante la alternativa de la codificación automática de cada artículo, por su desconocimiento del funcionamiento de los sistemas informáticos, mencionan que está bien justo como se realiza de forma manual. No tienen conocimiento de herramientas estadísticas para realizar mejores pronósticos. (x)

Actualmente, solo ejecutan sus labores y no brindan mejoras proactivamente. Sin embargo, el personal menciona que le gustaría recibir capacitaciones, ya que quieren generar un impacto más positivo sobre la empresa.

### Fase 2: Propuesta de mejora

A partir de lo descrito en la fase 2, se resume y muestra las mejoras por cada análisis en la tabla 7.

Tabla 7: Resumen de propuestas de mejora

Principales causas	Análisis	Resultado	Propuesta de mejora
Procedimientos y políticas	Clasificación del inventario - ABC	Se evidenció inadecuada clasificación. 0% artículos tipo A, 0.01% tipo B, 91.71% tipo C y 8.28% sin clasificación	Nueva clasificación Multicriterio ABC con acotamiento
	Políticas actuales del inventario	No hay políticas de inventario claras y bien definidas, incumplimiento de la meta de índice de roturas	Nuevas políticas de inventario de acuerdo a la clasificación multicriterio ABC propuestas e influencia en el stock de seguridad
	Planeamiento actual de la demanda	Método empírico (proyección de la demanda) y falta de colaboración en el procedimiento del planeamiento de la demanda	Aplicación de modelo CPFRR (colaboración, planeación, pronóstico y reabastecimiento) Uso de software especializado en la proyección de la demanda: ForecastPro
	Método actual de las órdenes de compra	No hay estudio de costos	Simulación del número de órdenes de compra en base al costo
Personal capacitado	Análisis del personal no capacitado y comunicación ineficiente	Se confirma la falta de comunicación en la interacción del personal. Entre otros aspectos de falta de capacitación en temas de habilidades blandas y duras	Detección de necesidades de capacitación y plan de capacitación
Comunicación ineficiente			

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

El resultado de la aplicación de la clasificación ABC multicriterio con acotamiento indica que 22 artículos deben ser tratados con especial prioridad en la empresa. Son estos 22 productos que se utilizarán para calcular su impacto económico con respecto al pronóstico, stock de seguridad y evitar roturas. Ver tabla 8.

Tabla 8: Clasificación ABC con acotamiento en la empresa

Clasificación ABC	Clasificación con acotamiento	Número de ítems	% Ítems	% Ítems por grupo
A	A1	22	1,5%	6%
	A2	18	1,2%	
	A3	49	3,3%	
B	B1	74	5,0%	16%
	B2	163	11,0%	
C	C1	188	12,7%	78%
	C2	969	65,3%	

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Las políticas brindadas para los artículos con clasificación A1 (presentan los 3 criterios Costo, Beneficio y Frecuencia de venta con un nivel alto) son las siguientes:

- Usar lotes económicos para el abastecimiento.

- La gerencia debe poner especial énfasis en estos artículos, la compra de estos deberá ser definido por gerencia.
- El tiempo entre pedidos deberá ser el menor posible, de tal forma que los costos de ordenamiento no se eleven.
- Se debe contar con stock de seguridad, debido a su nivel de importancia.

Bajo las políticas propuestas, se establecieron stocks de seguridad para los principales productos, lo que permitiría cumplir con 8 periodos consecutivos con respecto a la meta de rotura de stock. Ver figura 7.

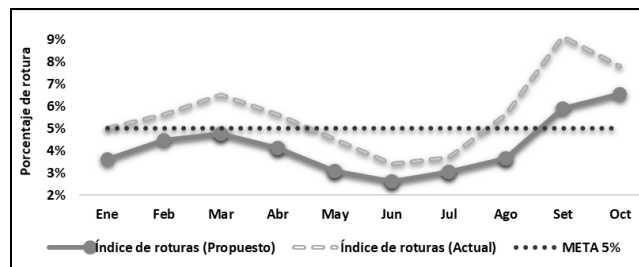


Figura 7: Comparación del índice de rotura usando el índice actual vs el índice con stock de seguridad

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Para mejorar el planeamiento de la demanda, se propone aplicar la metodología CPFRR (y utilización de software para el pronóstico).

El CPFRR es una práctica que establece una planeación, pronósticos y reabastecimiento en conjunto con toda a la cadena de suministro, que permite tener un mejor control de los inventarios, ya que busca conocer las necesidades del cliente. Los beneficios son incrementar las ventas, mayores niveles de servicio, mejor tiempo de respuesta, menor cantidad de inventarios, obsolescencia y deterioro [16].

Para la implementación son necesario 5 pasos [3]:

- **Establecer un acuerdo de principio a fin:** definir metas y objetivos, mediciones de desempeño, definición de sistemas y recursos, colaboración en información, procedimientos para cada excepción.
- **Plan conjunto de negocios:** definir planes de promociones, políticas de inventarios y estrategias comunes.
- **Colaboración en pronóstico de ventas:** compartir información del planeamiento de ventas, información sobre planes o actividades que generen cambios en la demanda.
- **Colaboración en pronóstico de pedidos:** establecer plataformas colaborativas que permita definir un modelo que considere las variables de ventas, nivel de servicio, tiempos de entrega y niveles de inventario.
- **Generación de pedido y ejecución de despacho:** retroalimentación continua de variables como rotura de stock, exceso de inventarios, inexactitud de inventarios y estados de la orden

El estudio realizado por Sheffi demuestra las mejoras en las empresas *retail*[17], que se pueden observar en la tabla 9.

Tabla 9: Mejora con CPFR

Beneficio en Retails	Mejora típica
Mayor aprovechamiento de espacios de almacén	2% a 8%
Menores niveles de inventario	10% a 40%
Aumento de ventas	5% a 20%
Menores costos logísticos	3% a 4%

Fuente: Sheffi (2002)

Haciendo uso de la propuesta anteriormente realizada de la nueva clasificación ABC, se trabajará con los 19 artículos más representativos de la empresa para realizar la comparación y evaluación de la propuesta del pronóstico de la demanda planteado.

Como propuesta, se propone usar Forecast Pro, un paquete de pronóstico potente y preciso diseñado para pronosticadores de negocios aplicable en prácticamente todo tipo de industria.

Entre las principales ventajas con la que cuenta el software se encuentran las siguientes: Fácil de usar, Flexible, Trabajo en equipo, Poderoso, Costo-efectivo [18].

El resultado de la aplicación del software indica que el 78.95% de artículos de la muestra presentan mejoría en el pronóstico de la demanda usando ForecastPro. Ver tabla 10.

Tabla 10: Resumen del resultado de la preferencia del método para el pronóstico por artículo

Código del artículo	Método Actual Vs Forecast Pro	Observación
3154160402	Método actual	
197P7130201	Forecast Pro	El error sigue siendo muy grande
6896080808	Método actual	
236T9270103	Forecast Pro	El error sigue siendo muy grande
230U99080801	Forecast Pro	Aplicable
4920050104	Forecast Pro	Aplicable
4920050134	Forecast Pro	Aplicable
4920050103	Forecast Pro	Aplicable
225S3010402	Forecast Pro	Aplicable
225S3010101	Forecast Pro	Aplicable
225S3010105	Forecast Pro	Aplicable
23370132101	Forecast Pro	El error sigue siendo muy grande
3154160201	Forecast Pro	Aplicable
4920120103	Forecast Pro	Aplicable
23070130101	Forecast Pro	El error sigue siendo muy grande
0111090102	Método actual	
0111090147	Forecast Pro	Aplicable
197P7130103	Forecast Pro	El error sigue siendo muy grande
23370132001	Método actual	

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Para lograr implementar la propuesta de mejora sobre las frecuencias de las órdenes de compra se realizará una simulación de los costos para diferentes periodos de compra en el año (quincenal, mensual, bimestral, trimestral, etc.). Esta simulación se realizará para los proveedores más relevantes que provengan de Estados Unidos y China, ya que son los países con mayor carga de importación como se mostró en el punto 3.1.6. En Estados Unidos se evaluará las compras con los proveedores Suez, Pentair, Hydronix y Viqua. Mientras que en China el proveedor más representativo es Canature.

Realizan un análisis más a profundidad de las últimas compras realizadas a Canature (China) y sus volúmenes importados en

cada contenedor y pedido, en la tabla 11, se observa que los volúmenes importados en cada contenedor no llegan a completar su capacidad total; esto se refleja en el porcentaje desaprovechado para los pedidos fueron 14%, 17%, 13%, 11%, 17%, 10%, 10%, 17%, 6%, 11%, 19% y 56%. De lo que se obtuvo un costo anual de 408 010 dólares bajo la modalidad de compra que han estado realizando.

Bajo el nuevo análisis del espacio aprovechado del contenedor, se propone utilizar mejor la capacidad máxima de cada contenedor y reducir la frecuencia de compras, manteniendo una frecuencia regular. Se propone realizar 9 pedidos al año, conformado por 5 pedidos cada uno de contenedores de 40 HC pies. En cada pedido se espera aprovechar al máximo la capacidad de cada contenedor, siendo el desaprovechamiento menor al 1%, tal como se observa en la tabla 12.

Tabla 11: Compra actual de Canature (China)

Peso por compra (TON)	15.4	15.1	7.2	7.4	6.8	7.5	7.4	6.9	7.8	7.3	6.7	11.9	TOTAL
Volúmenes por compra (CBM)	142.0	139.2	66.4	68.0	63.0	68.8	68.4	63.2	71.8	67.6	62.0	109.9	
FOB por pedido (\$)	43 995	42 735	20 385	20 877	19 341	21 113	21 005	19 403	22 043	20 748	19 034	33 740	
Número de contenedores de 40 pies por pedido	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Porcentaje de un contenedor no aprovechado (%)	14%	17%	13%	11%	17%	10%	10%	17%	6%	11%	19%	56%	
Flete Total (\$)	4 120	4 120	2 060	2 060	2 060	2 060	2 060	2 060	2 060	2 060	2 060	4 120	
Seguro (\$)	64.8	63.3	30.3	31.0	28.9	31.3	31.1	29.0	32.5	30.8	28.5	51.1	
CIIF (\$)	47 779	46 919	22 476	22 967	21 440	23 204	23 097	21 492	24 116	22 938	21 283	37 911	
Gastos locales (\$)	3 500	3 500	1 750	1 750	1 750	1 750	1 750	1 750	1 750	1 750	1 750	3 500	
Comisión del agente de aduanas (\$)	231.5	228.0	130.1	132.1	125.9	133.0	132.6	126.2	136.7	131.6	124.7	191.9	
Costo ordenar (\$)	51 511	50 647	24 356	24 850	23 306	25 087	24 979	23 368	26 022	24 720	22 998	41 603	
Costo almacén (\$)	6 390	6 264	2 988	3 060	2 835	3 095	3 079	2 844	3 231	3 041	2 790	4 946	
Costo total por pedido (\$)	57 901	56 911	27 344	27 910	26 141	28 182	28 058	26 212	29 253	27 761	25 788	46 549	
Costo total anual (\$)													408 009

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Tabla 12: Simulación propuesta para el proveedor Canature (China)

Peso por compra (TON)	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	16.5	16.5	16.5	16.5	TOTAL
Volúmenes por compra (CBM)	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	152.0	152.0	152.0	152.0	
FOB por pedido (\$)	23 333	23 333	23 333	23 333	23 333	46 665	46 665	46 665	46 665	
Número de contenedores de 40 pies por pedido	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
Porcentaje de un contenedor no aprovechado (%)	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	
Flete del pedido (\$)	2 060	2 060	2 060	2 060	2 060	4 120	4 120	4 120	4 120	
Seguro (\$)	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	68.6	68.6	68.6	68.6	
CIIF (\$)	25 427	25 427	25 427	25 427	25 427	50 854	50 854	50 854	50 854	
Gastos locales (\$)	1 750	1 750	1 750	1 750	1 750	3 500	3 500	3 500	3 500	
Comisión del agente de aduanas (\$)	141.9	141.9	141.9	141.9	141.9	283.8	283.8	283.8	283.8	
Costo ordenar (\$)	27 319	27 319	27 319	27 319	27 319	54 597	54 597	54 597	54 597	
Costo almacén (\$)	3 420	3 420	3 420	3 420	3 420	6 840	6 840	6 840	6 840	
Costo total por pedido (\$)	30 739	30 739	30 739	30 739	30 739	61 437	61 437	61 437	61 437	
Costo total anual (\$)										399 444

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Con la información presentada, se presenta la simulación para los principales proveedores de Estados Unidos que se muestra en la tabla 13. Se observa que el costo de almacenamiento aumento. Se genera ahorro al optar por una frecuencia de compra más baja (8 importaciones por año) y aprovechar el uso de contenedor de 20 pies, en el cual, ya no se paga por Kg o volumen, sino por cada vez que se trae un contenedor.

Tabla 13: Simulación para principales proveedores de Estados Unidos

	LCL										FCL		
Frecuencia (mes)	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.5	
Número de veces al año	24	22	20	18	16	14	12	11	10	10	9	8	
Peso por compra (TON)	2.0	2.2	2.4	2.6	3.0	3.4	4.0	4.3	4.8	4.8	5.3	5.9	
Volúmenes por compra (CBM)	16.0	17.5	19.2	21.2	24.0	27.4	32.0	34.9	38.4	38.4	42.7	48.0	
FOB por pedido (\$)	40 943	44 605	49 131	54 500	61 414	70 187	81 935	89 330	99 262	99 262	109 181	122 823	
Flete del pedido (\$)	640	698	768	854	960	1 098	1 281	1 397	1 537	1 537	1 721	1 917	
Seguro (\$)	56.1	61.2	67.4	74.8	84.2	96.2	112.3	122.5	134.7	134.4	149.1	167.5	
CIIF (\$)	41 619	45 424	49 867	55 519	62 459	71 381	83 278	90 810	99 934	99 668	110 603	124 267	
Gastos locales (\$)	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	980	980	
Comisión del agente de aduanas (\$)	207	222	240	262	290	326	374	404	440	439	483	538	
Costo ordenar (\$)	42 626	46 427	50 987	56 561	63 529	72 487	84 432	92 633	101 254	101 087	112 064	125 785	
Costo almacén (\$)	730	786	864	960	1 080	1 236	1 441	1 572	1 729	1 729	1 924	2 161	
Costo total por pedido (\$)	43 346	47 212	51 852	57 522	64 609	73 722	85 873	91 605	102 883	102 816	113 985	127 945	
Costo total anual (\$)	1040 311	1038 071	1037 031	1035 391	1033 751	1032 111	1030 470	1029 650	1028 830	1028 189	1025 861	1023 564	

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Para el desarrollo del presente trabajo en estudio, se ha elaborado un formato de detección de necesidades de



capacitación, ver tabla 14, el cual contiene el nombre y apellido, área, cargo, profesión, funciones principales, capacitaciones realizadas, competencias, debilidades y detección de necesidades de capacitación.

El formato fue entregado a los jefes de cada área para ser completados en conjunto con su personal a cargo mediante una entrevista uno a uno.

Nombre y Apellido	Cargo	Profesión	Funciones principales	Capacitaciones Realizadas	Competencias	Debilidades	Detección de Necesidades de capacitación
Trabajador 1	A	Especialista en Comercio Exterior	Cotización de mercancías de importación, compra de importación, contratación de fletes y servicios para importación	Ninguna	Gestión de compras de importación, logística de importación	Gestión y planificación de abastecimiento de la cadena de suministro Visión de procesos Métricas de procesos Definición precisa de tiempos Trabajo de equipo Orientación a resultados Ofimática (tablas dinámicas y macros) Excel intermedio	Gestión de compras y cadena de suministro Gestión por procesos Gestión de indicadores Gestión de tiempos Trabajo de equipo Orientación a resultados Excel intermedio
Trabajador 2	B	Ingeniero Industrial	Compras local	Ninguna	Gestión de compras locales, office avanzado, herramientas de ingeniería, base de datos SQL, inglés intermedio	Pronósticos de la demanda, planificación de compras MRP/II Comercio exterior Visión de procesos Métricas de procesos Trabajo de equipo Orientación a resultados	Gestión de compras y cadena de suministro Curso de importaciones Gestión por procesos Gestión de indicadores Trabajo de equipo Orientación a resultados Excel intermedio
Trabajador 3	C	Especialista en Comercio Exterior	Nacionalización y costo de productos importados	Ninguna	Conocimiento en logística y comercio exterior, manejo de gestión de importación, experiencia en costos, conocimiento de leyes y procedimientos aduaneros	Pronósticos de la demanda, planificación de compras MRP/II Visión de procesos Métricas de procesos Trabajo de equipo Orientación a resultados Ofimática (tablas dinámicas y macros) Excel intermedio	Gestión de compras y cadena de suministro Curso de importaciones Gestión por procesos Gestión de indicadores Trabajo de equipo Orientación a resultados Excel intermedio
Trabajador 4	D	Ingeniero Industrial	Asistencia a la compra local	Ninguna	Comercio exterior Ofimática (tablas dinámicas y macros)	Pronósticos de la demanda, planificación de compras MRP/II Visión de procesos Métricas de procesos Trabajo de equipo Orientación a resultados Ofimática (tablas dinámicas y macros) Excel intermedio	Gestión de compras y cadena de suministro Curso de importaciones Gestión por procesos Gestión de indicadores Trabajo de equipo Orientación a resultados Excel intermedio

Tabla 14: Formato de detección de necesidades de capacitación completado por el área de logística

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Debido a que el alcance está delimitado al área logística de la empresa y para no hacer muy extenso el trabajo en estudio, solo se abordará el área de logística para la capacitación. Sin embargo, se está incluyendo a las demás áreas cuando se trata de un tema de capacitación en común, como es el caso de trabajo en equipo.

Para proceder con el plan de capacitación, se usó la información brindada por el área de logística y se completó el plan de capacitación que se observa en la figura 8.

El plan de capacitación propuesto para el área de logística comprende los tres primeros temas de capacitación en los que únicamente ellos van a participar y los demás temas de capacitación serán compartidos con las demás áreas.

Áreas a capacitar	Temas a desarrollar	Personal a capacitar	Periodo de ejecución														
			I			II			III								
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Logística	Gestión de compras y cadena de suministro	3															
	Gestión por proceso	3															
	Curso de importaciones	2															
Personal de todas las áreas	Logística	1															
	Las demás áreas	18															
	Logística	3															
	Las demás áreas	32															
	Logística	4															
	Las demás áreas	58															
	Logística	4															
	Las demás áreas	58															
	Logística	4															
Las demás áreas	58																

Figura 8: Plan de capacitación

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

La aplicación de la capacitación tendrá un impacto positivo sobre la rentabilidad de la empresa. Esto puede confirmarse mediante el estudio que han desarrollado Andrews & Laing en

el 2018 en su publicación "Evaluating the Outcomes of a Training Program through an ROI Evaluation: A Case Study"[19]. En el estudio, en un periodo de 5 años, brindar capacitaciones generó un ROI de 6%.

Además, Chamaru De Alwis & Rajaratne realizaron una medición del impacto económico de un programa de capacitaciones para el personal de Gestión de cuentas en el cual se obtuvo un ROI de 24523% en un periodo de 2 años [20].

### Fase 3: Evaluación económica

Finalmente, se evaluará económicamente en cuanto impacta en términos monetarios las alternativas presentadas.

Se evaluará el impacto económico en las políticas – stock de seguridad, pronóstico del software y la frecuencia de compra.

**Propuesta de política de stock:** considerando la aplicación de las políticas y stock de seguridad, se realiza un estudio para una muestra de 7 artículos. El resultado es 85 513 dólares de ganancia que pudo haberse obtenido de haber contado con una política de stocks de seguridad. Por tanto, aplicar políticas de stocks de seguridad son relevantes para empresa. La evaluación se observa en la tabla 15.

Tabla 15: Resumen de oportunidad de ventas por stock de seguridad

Código del artículo	Stock de Seguridad [SS] (unid.)	Ventas a cubrir por el SS (unid.)	Inventario a reponer (unid.)	Margen de venta (\$/unid.)	Ganancia (\$)	Costo unitario (\$/unid.)	Inversión en SS cte. (\$)	Costo de reponer inventario (\$)	
197P7130103	11 012	14 166	3 154	2,7	38 248	1,2	13 214	3 785	
197P7130201	3 358	5 464	2 106	2,5	13 660	1,9	6 380	4 001	
3154160402	682	1 969	1 287	5,7	11 223	6,5	4 399	8 301	
6896080808	16	52	36	123,5	6 422	91,2	1 459	3 283	
23070130101	3 449	3 449	0	2,0	6 898	1,2	4 070	-	
236T9270103	46	103	57	74,2	7 643	87,0	4 002	4 959	
111090102	15	15	0	94,6	1 419	98,4	1 476	-	
					Periodo: 20 meses	85 513		35 001	24 330
					Periodo: 1 año	51 308		35 001	14 598

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Bajo la evaluación de factibilidad de la propuesta mediante el VAN y TIR, se consideraron dos inversiones iniciales, la inversión del stock de seguridad, que formará parte del capital de trabajo y el costo de reponer el inventario para llegar al nivel del stock de seguridad. Como costos recurrentes solo se considerará año a año el costo de reponer el inventario de seguridad.

Considerando un 10% de costo de oportunidad, se obtiene un VAN positivo de 131 726 dólares para una evaluación de 5 años, en términos porcentuales brinda un TIR del 100%. Esto nos indica que es una propuesta altamente factible.

Tabla 16: Evaluación de la propuesta de Stock de seguridad

	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Oportunidades de ventas que no fueron cubiertas	-	51 308	51 308	51 308	51 308	51 308
Inversión en SS	-35 001	-	-	-	-	-
Costo de reponer inventario	-14 598	-14 598	-14 598	-14 598	-14 598	-14 598
<b>Flujo Neto</b>	<b>-49 598</b>	<b>51 308</b>	<b>51 308</b>	<b>51 308</b>	<b>51 308</b>	<b>51 308</b>
<b>TIR</b>	<b>100%</b>					
<b>VAN</b>	<b>131 726</b>					

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

**Propuesta de implementación de ForecastPro:** para medir el impacto económico se realizó bajo los periodos de análisis del método actual, es decir, de enero del 2017 a agosto del 2019. Solo aquellos productos que resultaron tener un mejor pronóstico mediante Forecast Pro (ver tabla 10) se han considerado en la evaluación económica, ya que los artículos en los que se decidió mantener el método actual mantendrán la misma ganancia o pérdida y por tanto la variación en la ganancia de dichos artículos será cero.

Por ejemplo, para el artículo con código 230U99080801, se comparó los valores resultantes del reporte descargado de Forecast Pro y se calculó su error absoluto para cada periodo de tiempo. También se juntó los valores de pronóstico del método actual y calculó su error absoluto. De ambos pronósticos, se halló el error absoluto total. Como resultado, el pronóstico de Forecast Pro entregó un error absoluto total de 209 unidades, mientras que el error absoluto del método actual presentó 226 unidades.

Por tanto, hay una oportunidad de ganancia que se genera de la diferencia entre los errores de los valores absolutos del pronóstico de Forecast Pro y el método actual, que equivale a 17 unidades, que resulta de 226 menos 209, y que llevado a términos monetarios utilizando el margen de venta para este producto que es de 90.1 dólares por unidad, representa 1 531,7 dólares en 30 meses.

Realizado el cálculo explicado para los 10 productos, se obtuvo la tabla 17.

Tabla 17: Resultado del impacto de la propuesta del pronóstico

Código de artículo	Margen de ganancia (\$/unid.)	Error Absoluto Forecast (unid.)	Error Absoluto modelo actual (unid.)	Impacto (\$)	Impacto mensual (\$)
230U99080801	90,1	209	226	1 531,7	51,2
4920050104	95,3	89	99	953,0	29,8
4920050134	250,3	43	56	3 253,9	101,7
4920050103	115,2	235	248	1 497,6	46,8
225S3010402	7,2	12 720	23 200	75 456,0	2 358,0
225S3010101	3,1	12 070	13 629	4 832,9	151,0
225S3010105	15,8	1 513	1 884	5 861,8	183,2
3154160201	11,1	1 812	1 978	1 842,6	57,6
4920120103	42,3	234	490	10 828,8	338,4
0111090147	100,1	401	826	42 542,5	1 329,5
<b>TOTAL</b>					<b>4 647</b>

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

En conclusión, tiene un efecto positivo utilizar métodos de pronósticos más avanzados mediante el software Forecast Pro, ya que generan un impacto mensual positivo de 4 647 dólares.

Para que el proyecto pueda ponerse en marcha es necesario invertir 9 995 dólares en Licencia de Forecast Pro (pago anual), 1 800 dólares en capacitación (pago único) y 24 000 dólares anuales por contratación de un experto en pronósticos. Mientras que la mejora del pronóstico genera un beneficio equivalente a 55 764 dólares anuales. Restándole la inversión, resulta un monto de 19 969 dólares al año. Por tanto, se mantiene la posición de implementar el software Forecast Pro.

**Propuesta frecuencia de compra:** se evalúa bajo el análisis de costo de oportunidad.

En la evaluación económica del flujo de China (ver tabla 18), se observa flujos netos negativos y positivos intercalados, por tanto, únicamente calcularemos la factibilidad del proyecto bajo el VAN. Bajo una tasa de descuento del 0,8% mensual, obtenemos que el VAN del proyecto es positivo, por tanto, se puede decir que la propuesta es viable.

Mientras que en la tabla 19, se observan la evaluación económica de los flujos de la propuesta en Estados Unidos. Bajo un análisis de flujos quincenales (el actual), se propone 8 compras al año que brinda un VAN positivo, lo cual indica la propuesta es viable para una tasa de descuento del 10% anual (0,4% quincenal).

Tabla 18: Flujo económico de la propuesta de compra en China

China	Mes					
	1	2	3	4	5	6
Costos antes	- 57 901	- 56 911	- 27 344	- 27 910	- 26 141	- 28 182
Costos con la propuesta	- 30 739	- 30 739	- 30 739	- 30 739	- 30 739	- 61 437
<b>Flujo Neto</b>	<b>27 162</b>	<b>26 172</b>	<b>- 3 395</b>	<b>- 2 829</b>	<b>- 4 597</b>	<b>- 33 256</b>
China	Mes					
	7	8	9	10	11	12
Costos antes	- 28 058	- 26 212	- 29 253	- 27 761	- 25 788	- 46 549
Costos con la propuesta	- 61 437	- 61 437	- 61 437			
<b>Flujo Neto</b>	<b>- 33 379</b>	<b>- 35 225</b>	<b>- 32 184</b>	<b>27 761</b>	<b>25 788</b>	<b>46 549</b>
Tasa de descuento aplicada	0,8%					
<b>VAN obtenido</b>	<b>7 515</b>					

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

Tabla 19: Flujo económico de la propuesta de compra en Estados Unidos

Estados Unidos	Quincena							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Costos antes	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346
Costos con la propuesta	-127 945			-127 945				-127 945
<b>Flujo Neto</b>	<b>- 84 599</b>	<b>43 346</b>	<b>43 346</b>	<b>- 84 599</b>	<b>43 346</b>	<b>43 346</b>	<b>- 84 599</b>	<b>43 346</b>
Estados Unidos	Quincena							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Costos antes	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346
Costos con la propuesta		-127 945			-127 945			-127 945
<b>Flujo Neto</b>	<b>43 346</b>	<b>- 84 599</b>	<b>43 346</b>	<b>43 346</b>	<b>- 84 599</b>	<b>43 346</b>	<b>43 346</b>	<b>- 84 599</b>
Estados Unidos	Quincena							
	17	18	19	20	21	22	23	24
Costos antes	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346	- 43 346
Costos con la propuesta			-127 945			-127 945		
<b>Flujo Neto</b>	<b>43 346</b>	<b>43 346</b>	<b>- 84 599</b>	<b>43 346</b>	<b>43 346</b>	<b>- 84 599</b>	<b>43 346</b>	<b>43 346</b>
Tasa de descuento aplicada	0,4%							
<b>VAN obtenido</b>	<b>12 047</b>							

Fuente: Elaboración de los autores en base a información de la empresa

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### A. Conclusiones

Se estimó que se obtendrá un VAN de 131 726 dólares en un periodo de 5 años por implementar una mejor clasificación de inventarios y stocks de seguridad acordes a su clasificación. Lo que permite comprobar que se generan beneficios sobre la empresa al analizar y mejorar la clasificación y políticas de los inventarios [21].

Al comparar el método actual y la propuesta de implementación de Forecast Pro, resultó en beneficio de 19 969 dólares anuales. Se comprobó la disminución de la desviación del error por usar software de pronóstico, según un estudio el contar con software para pronóstico y planeamiento,

el error logra reducirse al menos en 12.2% [22]. Además, el uso de Forecast Pro en el estudio fue usado a un nivel básico y no presentó mayor complejidad en su uso, y brindó resultados aceptables, que concuerda con el estudio de Hughes [23].

No debería usarse una misma frecuencia de compra quincenal para todos los proveedores de Estados Unidos, sino contar con una frecuencia óptima que permita traer más cantidades en un solo contenedor para abastecer más tiempo, sin que se presente un periodo entre intervalos de compra muy largo. Además, aprovechar al máximo la capacidad de los contenedores usados en la importación de China reducirá los costos. El resultado fue un VAN de 7 515 dólares en el periodo de 1 año por ajustar la frecuencia de compras de China y un VAN de 12 047 dólares en el ajuste de la frecuencia de compra de Estados Unidos.

Es importante una buena comunicación y que el personal esté capacitado, ya que esto influye sobre el rendimiento y las operaciones diarias de la empresa [19].

Por otro lado, a medida que la empresa va escalando en mejoras internas y aumento de sus ventas, requerirá un mayor nivel de planeamiento. Esto implicará mayores requerimientos de organización, capacitación y software. Implementar un software que ayude con el planeamiento será importante, porque involucrará estandarización y agilización de procesos, entre otros beneficios, traerá un retorno positivo a la empresa [24].

### B. Recomendaciones

Es fundamental capacitar en áreas blandas y duras a todas las áreas de la empresa.

Fomentar constantemente la comunicación efectiva y evaluarlo brindará mejoras a mediano y largo plazo en la organización.

Documentar la información de forma estructurada, ya que permitirá realizar planes y estudios con mayor rapidez y facilidad.

Al modelo del pronóstico integrarle la rotura de stock, plan de ventas, promociones, entre más información valiosa que aporten las diferentes áreas.

Dar seguimiento a los productos bajo la clasificación que se establezca y seguir con los procedimientos que se establezcan, reducir lo empírico.

### REFERENCIAS

[1] Global Water Intelligence. (2019, marzo 14). *Is 4.7% market growth too good for water?* Recuperado de <https://www.globalwaterintel.com/news/2019/11/is-4-7-market-growth-too-good-for-water>

[2] Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5a ed.). México: Person Education.

[3] Mora, L. (2016). *Gestión logística integral: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento* (2a ed.). México: ECOE Ediciones.

[4] Cruz, A. (2018, mayo 7). *Gestión de inventarios. COMLO210*. España: IC Editorial.

[5] Khan, Faraz and Siddiqui, Danish Ahmed, Impact of Inventory Management on Firm's Efficiency – A Quantitative Research Study on Departmental Stores Operating in Karachi (May 31, 2019). Khan, F. and Siddiqui, D. A. (2019). Impact of Inventory Management on Firm's Efficiency – A Quantitative Research Study on Departmental Stores

Operating in Karachi. *Social Science and Humanities Journal*, 3(4), 964-980, Recuperado de SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3397105>

[6] Gómez, A. (2013). *Gestión logística y comercial* (1a ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.

[7] Párraga Condezo, J. A. (2011). *Investigación, análisis y propuestas de políticas de planeamiento y control de inventarios para el sector comercial de productos siderúrgicos* (Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio>.

[8] Vidal Holguín, C., Bravo Bastidas, J., Cajiao Gómez, E., Meza, P., Arango, S., Franco, D., & Calderón, J. (2012). *Guía metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad* [Guía]. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/j.ctvt6rnb7>.

[9] Garay Valenza, C. (2018). *Sistema automatizado para la identificación y análisis de problemas mediante la aplicación de la Matriz Vester* [Guía]. Recuperado de <https://toolsbear.files.wordpress.com/2018/06/guc3ada-de-usuario-matriz-vester-beartoolz.pdf>

[10] Cadeño, C. (2008). *Estrategia Didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional esencial "realizar el paso del sistema real al esquema de análisis" en el Ingeniero Mecánico*. (Tesis doctoral, Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cuba). Recuperado de <https://www.eumed.net/tesis-doctorales/>

[11] Betancourt (2016, junio 19). *Matriz de Vester para la priorización de problemas*. Recuperado de <https://ingenioempresa.com/matriz-de-vester/>

[12] Johnston, M., & Marshall, G. (2009). *Administración de ventas* (9a ed.). México: McGraw-Hill.

[13] Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación* (5a ed.). México: Pearson Educación.

[14] Armstrong, S., & Collopy, F. (1992). Error measures for generalizing about forecasting methods: Empirical comparisons. *International Journal of Forecasting*, 8(1), 69-80. doi:10.1016/0169-2070(92)90008-w

[15] Ariza, A. M. (2013). *Métodos utilizados para el pronóstico de demanda de energía eléctrica en sistemas de distribución* (Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia). Colombia. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/>

[16] Fliedner, G. (2003). "CPFR: an emerging supply chain tool", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 103 No. 1, pp. 14-21. <https://doi.org/10.1108/02635570310456850>

[17] Sheffi, Y (2002). *The Value of CPFR*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/303471030\\_The\\_value\\_of\\_CPFR/](https://www.researchgate.net/publication/303471030_The_value_of_CPFR/)

[18] Net Control. (2016, junio 15). *Planificación de la demanda, pronósticos de ventas*. Recuperado de <https://www.netcontrol-ec.com/Forecast-Pro.php>

[19] Andrews, P., & Laing, G. (2018). Evaluating the Outcomes of a Training Program through and ROI Evaluation: A Case Study. *e-Journal of Social & Behavioural Research in Business*. 9(3), 1-9. Recuperado de [http://ejsbrb.org/upload/e-JSBRB\\_1\\_Andrews\\_Laing\\_9\(3\)\\_2018\\_.pdf](http://ejsbrb.org/upload/e-JSBRB_1_Andrews_Laing_9(3)_2018_.pdf)

[20] Chamaru De Alwis, & Rajaratne. (2011). A study on measuring return on investment of a key account management training program. *Journal of Scientific papers of the University of Pardubice*, 16(21), 19-30. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/273457560>

[21] Onwubolu & Dube (2006) Implementing an improved inventory control system in a small company: a case study, *Production Planning & Control*, 17:1, 67-76, DOI: 10.1080/09537280500366001

[22] Sanders, N., & Manrodt, K. (2003). Forecasting Software in Practice: Use, Satisfaction, and Performance. *Interfaces*, 33(5), 90-93. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/20141289>

[23] Hughes, W.R. (2000), Forecast Pro Xe: An Expert System For Forecasting. *Journal of Economic Surveys*, 14: 493-499. <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00119>

[24] Forrester. (2019). *The Total Economic Impact™ Of Anaplan*. Forrester.