

# Increasing the service level in an industrial supplier company using the Winters Forecasting Method, Lean Warehouse and BPM

José Palomino-Cárdenas<sup>1</sup>, Rhandol Camacho-Obregón<sup>1</sup>, Iliana Macassi-Jauregui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima 15023, Perú  
[u201612745@upc.edu.pe](mailto:u201612745@upc.edu.pe) [u201612858@upc.edu.pe](mailto:u201612858@upc.edu.pe) [pcadlmac@upc.edu.pe](mailto:pcadlmac@upc.edu.pe)  
(0000-0000-7208-8000 0000-0001-6741-6586 0000-0000-8767-8556)

**Abstract**—Currently, there is a considerable amount of commercial SMEs presenting economic losses due to stock breaks and incorrect stock management, this is caused by inefficient supply methods, the lack of order within their warehouses and not standardization of internal processes in warehouse. In this context, the additional costs of not having the products available is the most critical scenario for distribution companies whose core business is to offer the highest level of customer service. The contribution of this article is based on designing a quantitative replenishment method and redesigning the approach of the internal processes developed by the staff within the warehouses, as well as designing and implementing an operational tool that allows to properly organize the warehouses. To address this challenge, this research aims to eliminate problems within a company where its service level is 83.47%, below the investigated technical gap of 91% regionally in Latin America and 95% internationally. The proposed solutions are based on the improvement of the quantitative indicators proposed through tools such as demand forecasting with the Winters Method, the application of the 5S operational tool and standardization of processes with the BPM tool, in addition, the recoding of products based on the GS1 international coding guide is proposed.

**Keywords**— *Business Process Management, Demand Forecast, Inventory Management, Lean Warehouse, Service Level, Stock Outs.*

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.729>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# Incremento del nivel de servicio en una empresa comercializadora industrial mediante Método de pronóstico Winters, Lean Warehouse y BPM

José Palomino-Cárdenas<sup>1</sup>, Rhandol Camacho-Obregón<sup>1</sup>, Iliana Macassi-Jauregui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima 15023, Perú  
[u201612745@upc.edu.pe](mailto:u201612745@upc.edu.pe) [u201612858@upc.edu.pe](mailto:u201612858@upc.edu.pe) [pcadlmac@upc.edu.pe](mailto:pcadlmac@upc.edu.pe)  
(0000-0002-7208-8000, 0000-0001-6741-6586, 0000-0002-8767-8556)

**Resumen**— En la actualidad, existe una cantidad considerable de MYPES comerciales presentando pérdidas económicas por roturas de stock y una incorrecta gestión de las existencias; esto es causado por ineficientes métodos de abastecimiento, el poco orden dentro de sus almacenes y la no estandarización de los procesos internos en almacén. En ese contexto, los costos adicionales por no tener los productos disponibles es el escenario más crítico para las empresas distribuidoras cuyo core de negocio es ofrecer el máximo nivel de servicio al cliente. El aporte de este artículo se basa en diseñar un método de reaprovisionamiento cuantitativo y mejorar el enfoque de los procesos internos desarrollados por el personal, así como también, diseñar e implementar una herramienta operativa que permita organizar correctamente los almacenes. Para abordar este desafío, la presente investigación tiene como objetivo aumentar el nivel de servicio actual de 83.47% dado a que se encuentra por debajo de la brecha técnica investigada de 91% a nivel regional en América Latina y de 95% a nivel OCDE. Las soluciones planteadas se basan en la mejora de los indicadores cuantitativos planteados a través de herramientas como pronóstico de la demanda con Método Winters, la aplicación de la herramienta operativa 5S y estandarización de procesos con la herramienta BPM, adicionalmente, se propone la recodificación de productos basado en la guía de codificación internacional GS1.

**Keywords**— *Business Process Management, Demand Forecast, Inventory Management, Lean Warehouse, Service Level, Stock Outs.*

## I. INTRODUCTION

EL sector comercio en la actividad económica nacional es uno de los más representativos en base a su participación en el PBI nacional. Según la Cámara de Comercio de Lima, el sector Comercio está representado con aproximadamente un 10.8% [1]. Así mismo, la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria registró en el año 2019 el sector comercio, formal e informal, daba empleo a más de tres millones de personas. Informes recientes muestran que la actividad comercial redujo su producción en un máximo de 65.41% como consecuencia directa de la cuarentena decretada por el Gobierno para frenar el avance del nuevo coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) [2]. El sector comercio se vio afectado por el paro de las actividades, tanto de las empresas dentro de este sector como en otros, adicionalmente, fue afectado también por la reducción de la capacidad de adquisición de personas naturales y empresas. La importancia

de las actividades de este sector también proyecta su importancia a nivel internacional. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, el sector Comercio está presente con un 16.9% del PBI de las economías del continente, así mismo, el sector tiene un porcentaje de empleabilidad de aproximadamente 23% en los países de LATAM y el Caribe [3].

La actividad comercial posee una gran responsabilidad por parte de las empresas de poder ofrecer un servicio de calidad hacia sus clientes por la dependencia que tienen de los productos del intercambio. Un estudio, realizado por la firma Frost y Sullivan Latinoamérica, logró identificar diversos factores que relacionan al nivel de servicio que presentan las empresas con la percepción y el efecto que tienen sobre los clientes; en primer lugar, el 89% de los clientes dejaron de relacionarse con la marca debido a un mal servicio; en segundo lugar, el 65% de los clientes esperan que las organizaciones respondan en tiempo real o lo más pronto posible; y por último, el 80% de los clientes señalan que la respuesta oportuna refuerza la lealtad de las partes[4].

Este problema no solo se enfoca en lo mencionado anteriormente, sino que trae repercusiones económicas bastante desfavorables. De acuerdo con Vonage, el impacto de un mal nivel de servicio resulta tiene un impacto económico aproximado de 17 mil millones de dólares en empresas del Reino Unido [5]. Un correcto nivel de inventarios es lo fundamental para enfrentar este problema, pero aun así presenta riesgos de costos altos, y así mismo, un mínimo nivel de inventario genera un riesgo de presentar rotura de stock [6]. De acuerdo con esto, se observa que el nivel de servicio está relacionado fuertemente con los niveles de inventario que tiene la empresa [7],[8].

TABLA I  
PRESENTACIÓN DE CASOS DE ÉXITO

KPI	Nivel Actual C.E.	Artículo
Nivel de Servicio	83.47%	[9], [10]
Rotura de Stock	16.67%	[11]
Exactitud de Inventario	86.48%	[12]
Error de pronóstico	12.97%	[11]

La comunidad científica se ha encargado de buscar soluciones en materia de herramientas cuantitativas para

reaprovisionamiento y gestión de existencias con el fin de mejorar el nivel de servicio, en la Tabla I se muestran los casos de éxitos más relacionados con nuestra investigación.

La presente investigación tiene por objetivo diseñar un modelo de reaprovisionamiento cuantitativo para reducir la rotura de stock actual de 16.67% y el error de pronóstico actual de 23.92%. Así mismo, rediseñar el enfoque de los procesos internos desarrollados por el personal dentro de los almacenes basados en las herramientas Business Process Management y 5S. Estas herramientas se integran en la filosofía Lean Warehousing con la herramienta Kaizen de mejora continua.

Este documento se organiza de la siguiente manera: en primer lugar, se desarrolla una revisión de la literatura que analiza lo que ya se conoce dentro de este tema; en segundo lugar, se explica la metodología y los pasos a desarrollar para la implementación de la misma; en tercer lugar, se presenta el caso de estudio y la aplicación frente al mismo; en cuarto lugar, se analiza la validación de la propuesta realizada y por último, se realizan recomendaciones para investigaciones futuras.

## II. ESTADO DEL ARTE

### A. Nivel de Servicio

La importancia del nivel de servicio en las organizaciones radica en los impactos que puede tener un valor muy por debajo de lo habitual o de lo que se espera dentro de una empresa. Una reducción en los niveles de servicio dentro de una empresa puede tener repercusiones en la pérdida de clientes y las ventas que tiene, por otro lado, comprar excesivamente inventario para poder controlar esto, resulta en costos innecesarios y en muchos gastos excesivos dentro de la logística de las empresas [13]. Esto se observa en la relación como procesos claves de la mano de la gestión de inventarios; el nivel de servicio junto con la gestión de inventarios son puntos importantes, sin importar el rubro de la empresa, para lograr una eficiencia en los procesos de gestión [6].

De acuerdo con una investigación del nivel de servicio dentro de una empresa comercializadora de medicinas, señala que el nivel de servicio es un factor que involucra directamente a la atención del cliente final y que necesita de valores medibles para poder gestionarse. Se realizó una revisión de la política de compras englobando las variables de lote económico de compra, el stock de seguridad y el punto óptimo de reorden, concluyendo así que con los valores nuevos la empresa puede incrementar su nivel de servicio en hasta un 98% [6]. Así mismo, un estudio en una empresa comercializadora de cosméticos, en el cual aplicaron un diseño de tres fases las cuales abarca: Gestión del 3PL, implementación del BPM y la gestión de la demanda con análisis del pronóstico de la demanda. Los resultados mostraron un incremento en 8% [14].

Las tendencias recientes sugieren una fuerte relación entre el nivel de servicio y los niveles de inventarios, los cuales deben de encontrarse en armonía para poder asegurar que los productos se encuentren en el lugar correcto, en el momento

correcto y en la cantidad correcta [10]. El nivel de inventario en una empresa aumentará su nivel de servicio, ya que necesita haber un análisis mayor para poder encontrar un balance y no generar costos innecesarios [15].

### B. Pronóstico de demanda

Por lo general, existe una gran dificultad en la realización de un pronóstico de demanda de alto nivel de precisión, esto debido a su alta volatilidad y a muchas incertidumbres [16], autores como [17] mencionan que la demanda es una información importante que puede compartirse y utilizarse en la gestión de la cadena de suministro. Así mismo, los pronósticos de demanda precisos y confiables proporcionan inteligencia vital para que los gerentes de la cadena de suministro respalden su planificación y toma de decisiones. Por otro lado, autores como [18] mencionan que la previsión de la demanda no es una tarea fácil y muchas empresas y pronosticadores no logran llevar a cabo un pronóstico científico, en ese contexto, la necesidad de pronósticos precisos de la demanda es particularmente importante cuando la información proporcionada por lo precios del mercado está distorsionada o ausente.

### C. Lean Warehouse

Desde hace unos años, existe un creciente interés por parte de la comunidad científica de la gestión de la cadena de suministro en función al almacenamiento como un área de investigación dentro del campo de la logística y comercio minorista [19] y la creciente necesidad de mejorar el rendimiento de la cadena de suministro ha obligado a los almacenes a centrarse en reducir las actividades que no agregan valor [20].

Las herramientas de Lean enfocadas a su enfoque de Lean Warehousing, tienen un gran impacto de capacidad de mejorar el desempeño del almacén. Así, además de que el almacén representa un bucle clave en un sistema logístico, en términos de actividades de valor agregado y de mayor nivel de servicio, también se deben tener en cuenta los costos incurridos en la realización de las operaciones en el almacén. Debido a esto, el objetivo de las empresas debe ser la implementación de acciones para la creación de almacenes lean, lo que incluye la eliminación de todas las operaciones que no agregan valor al producto ni aumentan el nivel de servicio [21].

### D. Business Process Management

La herramienta BPM se puede definir como la administración del proceso empresarial como un conjunto coordinado integral, dinámico y documentado de actividades que permiten el éxito comercial de una empresa en un entorno económico particular [22].

Una de las principales preocupaciones de la herramienta es el análisis correcto que garanticen resultados consistentes y que se aprovechen las oportunidades de mejora. [23]. En el core de BPM, los procesos se describen como una serie de cadenas de actividades coordinadas y lógicamente dependientes que las organizaciones realizan para lograr sus objetivos comerciales [24].

### E. 5S

La herramienta del 5s está presente dentro de las aplicaciones de herramientas Lean para la gestión de los almacenes. Esta abarca la aplicación de S “Seiri”, S “Seiton”, S “Seiso”, S “Seiketsu” y S “Shitsuke”. Un estudio muestra la aplicación de las 5S en el almacén de una empresa del sector textil en Lima, Perú. Su objetivo se enfocaba en combinar las 5S con otras herramientas era lograr diferentes objetivos de calidad donde las 5S juegan un papel importante [25]. Otra implementación de las 5S es desarrollada en una empresa manufacturera y comercializadora de cajas de cartón, en la cual se aplicó para solucionar las posiciones incorrectas, el desorden y la seguridad de la integridad de las cajas mismas. Esto resultó en una mejora de 43.75% y en una mejora en la satisfacción de los trabajadores en sus funciones de un 3,2 a un 4,6 [26].

### III. APORTE

En esta sección se desarrollan las fases del modelo de gestión de existencias que se basa en pronóstico de demanda Winters, Lean Warehouse y Business Process Management a fin de mejorar el nivel de servicio de una empresa comercializadora de productos industriales. Para comenzar con la sección, se realiza una comparación de la propuesta con investigaciones previas.

#### A. Fundamentos del Modelo

La propuesta que se está planteando en la presente investigación, busca consolidar herramientas aplicadas en diferentes casos o antecedentes mostrados en el estado del arte con la finalidad de agilizar una gestión integral de las existencias que involucren un incorrecto modo de reabastecimiento hasta pérdida o extravíos de los productos como se muestra en la Fig. 1. Se debe tener en consideración que el mercado actual es altamente competitivo y con demanda estacionaria sensible al precio. Teniendo como base las investigaciones revisadas para la elaboración de este documento, el desarrollo del modelo integrado conjuntamente buscará reducir el impacto del desabastecimiento desarrollando un pronóstico competitivo al mercado y una adecuada gestión de los procesos del almacén.

En síntesis, la idea de la propuesta es un modelo integrado de las herramientas propuestas que se mantenga sostenible en el tiempo con la adopción de políticas de mejora continua.

#### B. Componentes del modelo

##### 1) Empresa

En este apartado del sistema se presentan los problemas que tiene la empresa del caso de estudio. Como se muestra en la

Tabla 1, el inexacto pronóstico de la demanda se presenta mediante el indicador de error de pronóstico que califica la dispersión de las unidades adquiridas entre dos periodos de tiempo. En segundo lugar, se tiene el registro erróneo de entradas y salidas lo cual se mide con el indicador Exactitud de Inventario (ERI), la empresa del caso de estudio presenta un nivel actual de 86.46% en donde el mínimo buscado es 95%; así mismo la pérdida o extravío de muestras también afecta directamente a este indicador dado a que no se tienen procesos estandarizados en la manipulación de los productos que son enviados de muestra para los posibles compradores.

##### 2) Estructura del sistema

La estructura del sistema se basa en la aplicación de las herramientas propuestas y todos sus modelos, en primer lugar se recopila y procesa la información obtenida de las ventas y registros de incidencias de la empresa con el fin de establecer un punto de partida comparativo a futuro tras la implementación del modelo propuesto, seguidamente se realizan las modificación de adaptación de los modelos específicos según las herramientas propuestas con el fin de asegurar que se tiene toda lo necesario requerido antes del estudio.

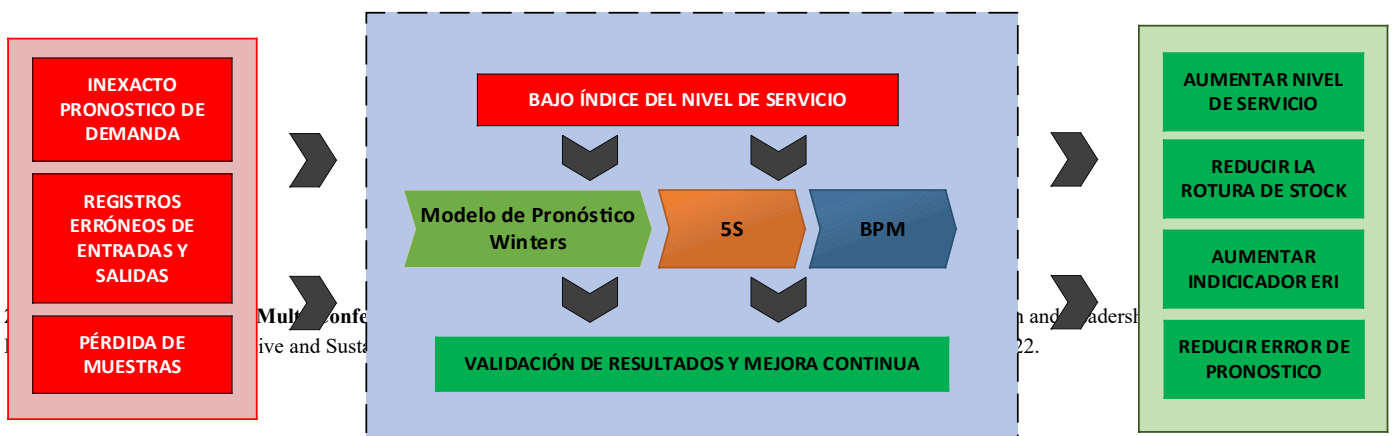
##### a) Fase 1: Implementación pronóstico de demanda

Para la implementación del pronóstico de la demanda, en primer lugar, se procede a calcular el error de pronóstico actual presentado por la empresa, el cual es de 12.97%. Luego se llevó a cabo un análisis de tendencia el cual mostró su comportamiento el cual es **de tendencia**. Una vez hallado esto, se procede a realizar el análisis con solo un producto (Zapato de seguridad), el cual su MAPE resulta ser de 7.98%. Haciendo uso del software Minitab, se realizaron los pronósticos Winters y Descomposición, de los cuales resultó con un MAPE de 4.35% y 15.4%, respectivamente. Por último, se desarrolló una prueba de normalidad para con los residuos obtenidos del pronóstico elegido, del cual se obtuvo un valor  $p = 0.318$  el cual con ser  $\geq 0.05$ .

Para validar que esto funcione para todos los productos, se realizó la misma operación y se obtuvo una reducción del MAPE en 6.67% del total de 12.97%. Este pronóstico fue realizado para todos los productos en estudio, ya que tienen el mismo comportamiento y, como se verificó con el “zapato de seguridad”, si se registra una disminución del MAPE.

A continuación, en la Tabla II se presenta el cuadro comparativo de resultados para todos los productos:

TABLA II



COMPARACIÓN DE RESULTADOS

MAPE Actual	Método Winters	Reducción
12.97%	6.3%	6.67%

b) Fase 2: Implementación Lean Warehousing – 5S

Antes de realizar la implementación, se realiza una auditoria de línea base que permitirá cuantificar los avances que se tienen por cada “S” establecida. Los resultados obtenidos se calcularon en relación con el promedio de las calificaciones de los trabajadores y personal de jerarquía mayor, obteniéndose los resultados de la Fig. 2.

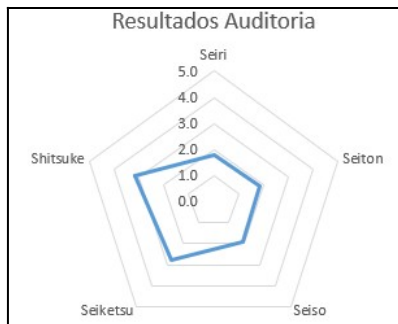


Fig. 2. Radar Auditoria 5S

**Seiri:** En este primer paso, los equipos de trabajo se encargarán de clasificar correctamente los productos y herramientas dentro del almacén. En este paso, se eliminarán los desperdicios y se le dará mayor visibilidad a las herramientas que se utilizan con mayor frecuencia. Clasificados los productos y herramientas, los equipos de trabajo se encargarán de reubicar en las distintas zonas de las empresas. Las tarjetas rojas servirán de evidencia que en el ambiente de trabajo existen elementos innecesarios que requieren una acción correctiva.

**Tarjeta Roja 5S** N°

SUMINISTROS S.A.C.

Fecha:

Responsable:

Nombre de artículo:

Cantidad:

<p><b>Motivo</b></p> <p>Sin uso <input type="checkbox"/></p> <p>No necesario <input type="checkbox"/></p> <p>Uso desconocido <input type="checkbox"/></p> <p>Averiado <input type="checkbox"/></p> <p>Defectuoso <input type="checkbox"/></p>	<p>Dañado <input type="checkbox"/></p> <p>Por reparar <input type="checkbox"/></p> <p>Duplicado <input type="checkbox"/></p> <p>En reparación <input type="checkbox"/></p> <p>Otro: <input type="text"/></p>
---	--

**Observaciones**

Destino final:

Fig. 3. Tarjeta Roja

**Seiton:** En este siguiente paso, los equipos de trabajo se encargarán de ordenar y organizar los productos en su lugar correspondiente de almacenamiento como se muestra en la Tabla III. Para efectos de investigación, en este paso el equipo de trabajo se encargará de asignar un espacio para los productos que regresen de las muestras enviadas a posibles clientes.

TABLA III

COLOCACIÓN DE OBJETOS SEGÚN FRECUENCIA DE USO

Ítem	Uso	Colocación
Cajas de embalaje	A cada momento	En el puesto de trabajador
Balanza	Varias veces por día	Cerca al trabajador
Film plástico	Varias veces por día	Cerca al trabajador
Rotuladores	Varias veces por semana	Áreas comunes
Scotch	A cada momento	En el puesto de trabajador
Burbujas plásticas	A cada momento	En el puesto de trabajador

**Seiso:** En este apartado se presenta una programación de los turnos de limpieza que se sostienen sobre un formato de seguimiento donde, a cada equipo de trabajo, se asigna una responsabilidad para que se encargue de la limpieza de las áreas comunes antes, durante y después de los jornales diarios como se muestra en la tabla IV. El formato deberá estar disponible a la libre visualización de todos los involucrados de la implementación y cualquier cambio deberá ser comunicado de forma completa a todos los colaboradores, la política de programación de limpieza fomentará el hábito armonioso en el almacén.

TABLA IV  
PROGRAMACIÓN DE LIMPIEZA

Actividad	Horario	Responsable
Limpieza superficial de las áreas comunes	Al inicio del jornal diario	Trabajador 1 y 2
Limpieza de estantería	Al final del jornal diario	Trabajador 1, 2, 3 y 4
Limpieza profunda de áreas comunes	Cada dos días al final del jornal diario	Trabajador 1, 2, 3 y 4
Verificación de conexiones eléctricas	Al inicio del jornal diario	Trabajador 3 y 4
Limpieza de área administrativa	Al inicio del jornal diario	Supervisor

**Seiketsu:** Para establecer la estandarización de los avances, el comité 5S deberá organizar reuniones quincenales las cuales determinarán los avances obtenidos de manera técnica. Así mismo, se deberá realizar una auditoria el primer viernes de cada mes con el fin de validar avances en el radar 5S y los indicadores. Este paso tiene como finalidad crear un modo consistente de realizar las actividades y cumplimientos de procedimientos. Cada acción/proceso deberá ser documentada hasta la finalización de su etapa.

**Shitsuke:** Para finalizar con la implementación de la herramienta 5S, se debe entender que el último paso se encarga de garantizar el continuo viaje hacia la mejora continua de la implementación y no quede solo en una cordial formalidad. En este punto radicará la importancia de la metrización de las actividades que se han propuesto, alentando a los trabajadores a continuar realizando mejoras en el lugar de trabajo. El análisis continuo de la herramienta permitirá solucionar problemas a largo plazo que quizá en un primer momento no se planearon, así mismo, se la aplicación continua de la herramienta y su mejora han demostrado que previene muchos defectos imperceptibles del día a día. Una



vez se tiene los resultados de las auditorías y se discutieron los resultados obtenidos, las partes interesadas y los responsables de las tomas de decisiones de la empresa deberán identificar y proponer mejoras a la implementación con el de mejorar el desempeño en las auditorías internas.

c) *Fase 3: Implementación Business Process Management*

La herramienta se implementa desarrollando un nuevo proceso para el **retiro de productos de almacén**. En el proceso actual se tienen las siguientes deficiencias: No existen responsabilidades designadas entre los trabajadores, no cuenta con verificaciones de las OC (Orden de compra) y del ingreso de estas en el sistema, por lo que existen errores, las OC son acumuladas e ingresadas al sistema al finalizar el día, sin ningún control o responsable, escogido al azar.

De acuerdo con esto, se realizó una mejora al proceso de retiro de productos para lograr mejorar estas deficiencias en el proceso. El objetivo de la mejora es definir el procedimiento a seguir para el retiro de los productos del almacén cuando se va atender una orden de compra entrante, el alcance de la propuesta abarca desde el envío de la orden de compra por parte de ventas hasta el registro como salida de productos en el sistema Kardex y los principales encargados de que cambio ocurra son los encargados de controlar y realizar el seguimiento correspondiente, que se añadirá a sus funciones la capacidad de informar expresamente al jefe de procesos sobre las circunstancias que se presenten, como incidencias, mejoras o errores dentro del proceso propuesto.

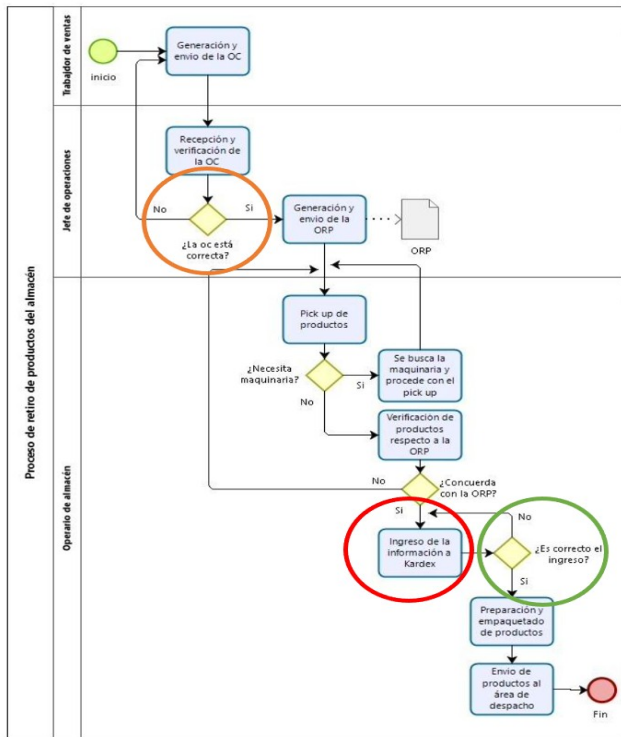


Fig. 4. Proceso To-Be

En la Fig. 4, se observa el BPM del proceso mejorado resaltando las siguientes mejoras:

- En el círculo naranja se encuentra la operación de recepción y verificación de la OC que conlleva a ver si está correcta o no. Esta actividad será solo realizada por el **jefe de operaciones**, para validarla.
- En el círculo verde, se encuentra la actividad de verificación nueva en el proceso de mejora, en la que se verifica si lo que ya se ingresó al sistema es correcto y si coincide con la ORP (Orden de retiro de producto).
- En el círculo rojo se encuentra la actividad de ingreso de información al sistema Kardex, lo cual deja de ser acumulativo y pasa a ser por cada orden de compra que ingresa.

Así mismo, se definen indicadores para este proceso con sus responsables y frecuencias, como se muestra en la Tabla V.

TABLA V  
INDICADORES BPM

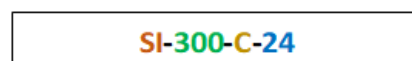
Nombre	Fórmula	Meta (deseado)	Frecuencia	Responsable
Exactitud de Registro de Inventario (ERI)	(Inventario físico/Inventario en el sistema) x 100	≥95%	Mensual	Jefe de operaciones
OC devueltas a ventas por inconformidad de información	(OC devueltas a ventas/Total de OC) x 100	0%	Semanal	Jefe de operaciones y almaceneros

También se definieron algunas acciones a efectuarse por parte del jefe de operaciones, para mantener controlado el nuevo proceso y evitar errores.

**Acciones:**

- Notificación de los cambios a futuro sobre el proceso y capacitación a los operarios del almacén, para que no existan errores que demoren al proceso o produzcan un bajo ERI al final del mes.
- Supervisar una vez al día, a cualquier hora del día y a cualquier trabajador, como desarrolla el proceso y el ingreso al sistema Kardex para corroborar la eficiencia del proceso.
- Si se observan errores en el ingreso al sistema Kardex, errores de entendimiento en el proceso o incidentes aleatorios que pueden ocurrir, tomar nota de estos y que operarios los han efectuado, para poder brindar una capacitación adicional sobre los temas encontrados.
- Coordinar con el área de ventas para que se logre un correcto flujo de la información, ya que de este depende el desempeño del área de almacén en el pick up de productos e ingreso al sistema Kardex

La primera implementación se realizará al codificar cada producto en base a lo explicado anteriormente. Esta codificación permitirá mantener un estándar dentro del almacén, adicional a la investigación, logrará una mejora en el proceso de búsqueda y ubicación de productos.



#### IV. VALIDACIÓN

**Color naranja:** representa las iniciales del grupo de productos al que pertenece el respectivo artículo.

**Color verde:** representa el número con el que se identifica el producto respectivo dentro del grupo al que pertenece.

**Color amarillo:** representa el pasillo donde está ubicado el producto dentro de todo el almacén.

**Color azul:** representa la estantería o el espacio donde se encuentra el producto en específico.

#### C. Objetivos del aporte

Los objetivos planteados en el modelo buscan mejorar cuantitativamente los indicadores que se están proponiendo; a continuación, se presentará los resultados esperados en relación con los indicadores propuestos según investigaciones pasadas con un entorno similar.

##### A. Indicadores

Los indicadores cumplen una función esencial en la medición de los logros de la implementación y aplicación de las propuestas de mejoras y así mantener los resultados en el tiempo.

- Índice de nivel de servicio: permite cuantificar el desempeño de la empresa en base a las unidades utilizadas en el intercambio comercial.

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Unidades vendidas}}{\text{Unidades vendida} + \text{Unidades negac}}$$

- Índice de rotura de stock: relacionada directamente con el indicador anterior, es el factor de motivo del problema el cual se mide de la siguiente manera:

$$\text{Rotura de Stock} = \frac{\text{Monto despachado}}{\text{Monto despachado} + \text{Monto no despa}}$$

- Índice de exactitud de inventario: Este indicador, también conocido como ERI, se encarga de medir si el inventario físico concuerda con el inventario del sistema, se mide de la siguiente manera:

$$\text{ERI} = \frac{\text{Inventario en físico}}{\text{Inventario en sistema}} \times 100\%$$

- Índice de error de pronóstico: El error de pronóstico cuantifica la variabilidad de la demanda en base a lo proyectado con la realidad en el mismo periodo.

$$\text{Error de pronóstico} = \frac{\text{Variación de demanda}}{\text{Demanda}}$$

#### A. Fundamentos de la Validación y Modelo Propuesto

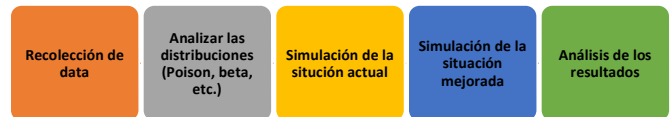
La validación de la investigación se basa en la recreación de los procesos actuales y mejorados de la empresa en materia de adquisición de productos, ingreso de ventas, deducción de productos y manejo de inventarios en un entorno ideal a través del software arena que permitirá cuantificar los indicadores.

La simulación abarca el “Proceso de retiro de productos de almacén”, en el cual el problema principal es la diferencia entre la cantidad física con la del sistema. Dentro de la simulación, se agregará el comportamiento de la demanda y las órdenes de compra, ya que el abastecimiento forma parte de todo el proceso para la disponibilidad del producto. Con esta adición, se podrá verificar si el “Pronóstico Winters” cumple con lo esperado. En simultáneo, se procede a simular el abastecimiento de los productos por las compras realizadas y verificar la existencia de una rotura de stock.

Por otro lado, y por la incapacidad de realizar una prueba piloto de implementación de la herramienta operativa 5S; se procederá a realizar la validación de la herramienta a través de casos de éxitos de la herramienta basado en artículos indexados en revistas científicas. Los artículos utilizados para la validación por casos de éxito tienen una antigüedad de no más de cinco años de publicación lo que demuestra que lo que se plantea está vigente en la aplicación de ingeniería en todo el mundo.

#### B. Detalle del modelo

##### 1) Validación Método Winters y BPM



##### a) Recolección de datos

La información que se necesita conocer es la siguiente:

- Cantidad de OC totales por mes.
- Cantidad y tipos de productos que fueron solicitados por cada orden de compra.
- Los proveedores, los tipos de productos que proveen cada uno y su tiempo de aprovisionamiento.

##### 2) Validación herramienta 5S



TABLA VI  
CASOS DE ÉXITO HERRAMIENTA 5S

Artículo	Reducción de tiempo de búsqueda de existencias	Aumento en la eficiencia de tiempo en almacén	Resultados
[26]	X		Reducción de tiempo de

		búsqueda de productos de 64%
[26]	X	Aumento de eficiencia en picking de 22%
[27]	X	Reducción de 71.59% en búsqueda de materias primas
[28]	X	Aumento de eficiencia de tiempo de 27%
[29]	X	Aumento de índice de valor agregado por trabajador de 97%

Según la Tabla VI, en el primer artículo, la aplicación de la herramienta 5S se realizó en una empresa que se encarga de la manufactura y comercialización de productos de plástico, el artículo incluye la implementación de 5S y como aporte, realiza una hipótesis de prueba de relación entre la herramienta y la productividad de los trabajadores. En este estudio, los autores [26] consideran dos dimensiones para el estudio, que es la naturaleza de su negocio y la ubicación de esta, haciendo una interpolación de la industria manufacturera de India aplicada en su empresa. El caso de estudio se relaciona con la investigación que realizamos, dado a que el almacenamiento inadecuado de los materiales producía unos mayores tiempos de búsqueda, en ese contexto, los autores mencionan que, por el desorden, se observó una menor productividad y baja moral en los trabajadores y tras la aplicación de la herramienta el tiempo de búsqueda de los materiales se redujo en un 64%.

El segundo artículo estudiado, la aplicación de 5S se realizó en una empresa multinacional de bienes de consumo de rápida evolución en Indonesia de gran dependencia de PYMES que realizan la distribución de sus productos. En convergencia con el artículo anterior, los autores [26] mencionan que, en un ambiente desorganizado, la productividad de los trabajadores se reducía considerablemente. En ese contexto, la empresa pudo medir que en el proceso de picking aumento la eficiencia del tiempo de picking en un 22%.

El tercer artículo se realizó en una fábrica textil donde tenía problemas de tiempos de entrega elevados, una tasa de producción reducida, dificultad para ubicar productos terminados y un problema con los desechos de las telas. La aplicación de las 5S se hizo en conjunto con la herramienta VSM que sirvió como herramienta de parametrizado que ayudó a los investigadores [27] a analizar los avances de las 5S. En relación con los artículos anteriores, uno de los problemas que tenía la empresa era la dificultad que tenían los trabajadores para encontrar las materias primas y productos terminados por el desorden dentro del almacén. Los resultados tras la implementación denotaron una reducción del 71.9% del tiempo de búsqueda de existencias, ya sea MP o PT.

El cuarto artículo tiene como objetivo proporcionar a través de una aplicación práctica, el impacto que tienen las herramientas Lean en una pequeña empresa, el aporte de los autores es la relación que tiene la mejora operativa de las pymes y las

métricas verdes, además que explican los beneficios de la aplicación de herramientas como 5S, Kanban, SMED, AM aplicados por los autores [29]. La relación que tiene con el trabajo es el entorno en el que se maneja, una empresa pequeña que no tiene definidas correctamente un método de trabajo y tras la aplicación de las herramientas Lean, intenta ponerse a la par con una empresa ya constituida. Los resultados obtenidos en material de almacenamiento es un 27% de aumento en la efectividad del uso del tiempo.

El quinto artículo tiene como propósito evaluar los beneficios cuantitativos y cualitativos tras la aplicación de la herramienta 5S en una empresa manufacturera de piezas de autos en la India. El autor [30] explica que hay una mejora empírica considerable de la calidad, producción, reducción de costos y la cultura de los trabajadores.

### C. Simulación propuesta

El inicio de la simulación se realizó con el software Arena; comienza con la llegada del cliente el cual desea comprar una cantidad de productos respectivos. La primera verificación que se observa es por parte de ventas, el cual verifica en su base la disponibilidad de productos y si el cliente puede ser atendido. Si la verificación muestra que no puede cumplir con el pedido del cliente, pasa a ser contada como quiebre de stock y el área de ventas toma acción generando la orden de abastecimiento del producto respectivo. Si la verificación cumple y se puede atender al cliente, la orden de compra (OC) pasa a manos del personal de almacén en el cual, al igual que ventas, realizan una verificación en su sistema y luego físicamente sobre disponibilidad de los productos. Si la cantidad no coincide con lo solicitado en la OC, se procede a contar para el error de exactitud. Si la cantidad puede ser atendida, se procede a continuar con el proceso con de pick up.

Si esta verificación procede, se comienza el ingreso de la información a Kardex. Luego de esto, existe otra verificación en el cual se evalúa si los datos (código, nombre y cantidad de producto) fueron ingresados correctamente al sistema Kardex. Si esta verificación no procede, se cuenta como un error en el ingreso al sistema y el operario de almacén reingresa y soluciona los datos que fueron mal ingresados. Si esta verificación procede, se prepara el producto y se envía al cliente. Por último, la simulación concluye con la salida del cliente del sistema.

### D. Indicadores del modelo vs Diagnóstico Inicial

Tras la corrida de la simulación, y en relación con la medición inicial de los indicadores, los datos obtenidos se muestran en la Tabla VII.

TABLA VII  
COMPARATIVA INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA SIMULACIÓN

Indicadores	Simulación	
	Diagnóstico Inicial	Situación Mejorada
Nivel de servicio	83.47%	94.89%
Rotura de Stock	16.67%	5.11%
Exactitud de Inventario	86.48%	95.52%
Error de pronóstico	12.97%	5.17%



### E. Validación económica

El proyecto utiliza una inversión, que, en su totalidad, será abordada por la empresa, evitando los préstamos bancarios. Así mismo, se procede a demostrar la validez en el tiempo con el cálculo del valor presente neto (VAN) y el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR), a cuatro años.

Los resultados mostraron que se obtiene un VAN de S/130,404.17 soles o aprox. \$USD 35700 a fecha de elaboración del proyecto, que significa la ganancia estimada del proyecto desarrollado. De igual manera, se obtiene el resultado del TIR el cual es 170% que demuestra la viabilidad del proyecto como se muestra en la tabla VIII.

TABLA VIII  
ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA

<b>Ahorro total</b>	S/. 1,521.82
<b>Beneficio total</b>	S/. 367,011.98
<b>Ingresos (Ahorro + Beneficio)</b>	S/. 368,533.80
<b>Inversión inicial</b>	S/. 36,256.00
<b>Valor presente neto VAN</b>	S/. 130,404.17
<b>Tasa Interna de retorno TIR</b>	170%

## V. DISCUSIÓN

### A. Escenario vs Resultados

TABLA IX  
ESCENARIO ACTUAL VS RESULTADOS DE SIMULACIÓN

KPI	Sit. Actual Calculado	Meta Proyectada			Sit. Mejorada Simulada
		Deseado	Moderado	No deseado	
Nivel de Servicio	83.47%	95%	91%	85%	94.89%
Rotura de Stock	16.67%	5%	8%	12%	5.11%
Exactitud de Inventario	86.48%	95%	91%	85%	95.52%
Error de pronóstico	12.97%	5%	9%	12%	5.17%

De acuerdo con estos resultados de la tabla IX, se observa que los valores de nivel de servicio, rotura de stock y error de pronóstico se encuentra en el rango del moderado, siendo su diferencia para llegar a lo ideal (deseado) décimas de porcentaje. Así mismo, el ERI demuestra estar dentro del rango ideal. De esta manera, se muestra que la mejorada realizada con herramientas de ingeniería, tienen resultados favorables. Los resultados mostrados corresponden a los productos de la clasificación A del análisis ABC, siendo estos del grupo de familia de productos de seguridad industrial, ya que corresponde al 47.97% de las ventas totales.

### B. Análisis de resultados

Como parte de la discusión a los resultados obtenidos, se planteará la aplicación del mismo modelo a los grupos de familia de productos de ferretería industrial e industria eléctrica con el fin de comparar los resultados en el mismo entorno como se muestra en la Tabla X. Para ello, se presentará la situación actual de los indicadores de los grupos de familia propuestos.

TABLA X  
INDICADORES GRUPOS DE FAMILIA DE PRODUCTOS

Indicadores	Ferretería Industrial	Industria Eléctrica
Nivel de servicio	73.66%	72.52%
Rotura de Stock	15.33%	18.21%
Exactitud de Inventario	91.33%	89.33%
Error de pronóstico	14.97%	15.29%

Tras la obtención de los valores de los indicadores en la situación actual de productos, se procede a realizar la corrida en el modelo de simulación.

TABLA XI  
RESULTADOS EN SIMULACIÓN

Indicadores	Ferretería Industrial (Sit. Act)	Ferretería Industrial (Sit. Mejora)	Industria Eléctrica (Sit. Act)	Industria Eléctrica (Sit. Mejora)
Nivel de servicio	73.66%	76.83%	72.52%	83.23%
Rotura de Stock	15.33%	15.95%	18.21%	15.66%
Exactitud de Inventario	91.33%	92.55%	89.33%	91.36%
Error de pronóstico	14.97%	15.37%	15.29%	9.33%

Los datos obtenidos de la simulación que se muestran en la Tabla XI se lograron cambiando los parámetros de ingreso de OC, si bien los resultados obtenidos no muestran una mejora significativa en los indicadores, esto se debe a que el modelo de simulación planteado en la validación es específico para el modelo de pronóstico Winters según las restricciones del sistema. Los resultados demuestran que para la familia de ferretería industrial el nivel de servicio se refleja un aumento no significativo, inclusive indicadores como la rotura de stock y error de pronóstico son ligeramente peores. Para el caso de los grupos de familia de productos de industria eléctrica se expone una pequeña mejora que no logra suplir los estándares empleados para el estudio de los indicadores. Para un mayor análisis se procede a calcular el método de pronóstico específico para los grupos de familia de productos de ferretería industrial e industria eléctrica siguiendo el procedimiento establecido en puntos anteriores.

TABLA XII  
CÁLCULO DE MÉTODO DE PRONÓSTICO

Grupo de familia de productos	Tipo de Demanda	Mejor pronóstico	Error de pronóstico teórico
Ferretería Industrial	Estacional	Promedios Móviles	6.33%
Industria Electricidad	Tendencia	Atenuación Exponencial Simple	4.54%

Según el ajuste de la Tabla XII se procede a recalculer los indicadores con las mejoras planteadas y los cambios en las restricciones de la simulación.

TABLA XIII  
CÁLCULO DE INDICADORES FERRETERÍA INDUSTRIAL (SIMULACIÓN AJUSTADA)

Indicadores	Ferretería Industrial (Sit. Act)	Ferretería Industrial (Sit. Mejora ajustada)
Nivel de servicio	73.66%	91.47%
Rotura de Stock	15.33%	6.93%
Exactitud de Inventario	91.33%	92.55%
Error de pronóstico	14.97%	6.27%

Con los valores ajustados para el caso de ferretería industrial de la tabla XIII, el nivel de servicio se ve incrementado considerablemente, inclusive llega a obtener un valor considerado moderado en los parámetros establecidos como metas, la rotura de stock ligada directamente con el error de pronóstico también sufren una reducción importante sus valores; para el indicador de exactitud de inventario, este no se ve afectado dado a que el porcentaje de error se basa en la entrada de ordenes de compra, mas no en el manejo de existencias. En síntesis, el modelo funciona para el grupo de familia de ferretería industrial, sin embargo, se debe considerar un diferente método de pronóstico para un mayor margen de mejora.

TABLA XIV  
CÁLCULO DE INDICADORES INDUSTRIA ELÉCTRICA  
(SIMULACIÓN AJUSTADA)

Indicadores	Industria Eléctrica (Sit. Act)	Industria Eléctrica (Sit. ajustada)	Mejora
Nivel de servicio	72.52%	93.32%	
Rotura de Stock	18.21%	8.63%	
Exactitud de Inventario	89.33%	91.36%	
Error de pronóstico	15.29%	5.13%	

Para el caso de industria eléctrica como se muestra en la tabla XIV, las mejoras son aún mayores que lo analizado para ferretería industrial, esto se debe a que la demanda no difiere mucho en la tendencia con lo estudiado en seguridad industrial, si bien el valor del nivel de servicio no llega a estar a los niveles de parametrización deseada, está muy cerca. Para el caso de la rotura de stock y el error del pronóstico también se ve una mejora significativa ingresando a los parámetros de nivel moderado. Al igual que en ferretería industrial, el modelo de validación se ajusta más a lo esperado si se consideran los cambios de tendencia de demanda y se cambian los parámetros de la simulación.

### C. Trabajos futuros

Para futuras investigaciones, es recomendable mantener un seguimiento continuo de los avances del proyecto, así como también recalculando periódicamente las metas proyectadas para los indicadores con el fin de asegurar la mejora continua. Esto debido a la actualización de data brindada por la empresa y actualización de los periodos a analizar, ya que se pueden observar cambios en los indicadores finales.

Para futuras investigaciones y como idea a mejorar el estudio actual, se puede automatizar la selección de tendencias según la demanda a través de procesos de lectura de demanda en el software arena con el fin de brindar una mayor capacidad de flexibilidad al modelo planteado.

Es de suma importancia concientizar a los trabajadores sobre los procedimientos y la correcta aplicación de las herramientas, se recomienda también, realizar capacitaciones periódicas sobre las nuevas tendencias en base a las herramientas planteadas y los jefes deberán motivar la capacitación a través de incentivos. Así, se podrá incentivar

las sugerencias de mejoras para las herramientas aplicadas o una propuesta de una herramienta nueva y novedosa. Se recomienda a futuras investigaciones, no encasillarse en elegir las herramientas mostradas en este u otros trabajos, ya que muchas de estas son ideales para las situaciones estudiadas, y sus aplicaciones pueden no llegar a solucionar los problemas que puedan presentarse, ya que cada investigación es diferente.

Dependiendo del tema a desarrollar y el enfoque que se quiera dar a futuras investigaciones, se puede realizar una combinación del uso de herramientas de ingeniería y tecnologías que hagan mucho más sencillo el control y monitoreo de los procesos. Aun así, se recomienda analizar bien distintas situaciones, ya que una solución simple y económica puede llegar a ser una vía mucho más adecuada para solucionar un problema.

Adicional a la implementación, es recomendable gestionar y crear un comité que se encargue de evaluar la totalidad de la implementación del modelo con el fin de recurrir a expertos por posibles errores futuros.

## VI. CONCLUSIONES

Se comprobó mediante la implementación del modelo, que se aumentó el nivel de servicio a más de 94%, atacando a las causas principales que conlleva a la empresa a no ofrecer la totalidad de los productos solicitados. Si bien, el análisis se llevó a cabo solo en la categoría A del análisis ABC realizado, no hay evidencia que demuestre que no se pueda realizar para todos los productos de su catálogo.

Como aporte a las investigaciones que se utilizaron para la elaboración de este trabajo, se demuestra que la mejora de los indicadores estudiados sigue con las tendencias encontradas en los artículos. Sin embargo, la reducción de la rotura de stock hay investigaciones que demuestran que un mayor estudio de la cadena de suministro podría mejorar el indicador y llevarlo a valores cercanos al 2%.

Los procesos de compras y abastecimiento de la empresa del caso de estudio se desarrollan en base a los cálculos empíricos calculados del mes anterior por ellos, la importancia de evaluar las posibilidades de reducir el error de pronóstico a través de un modelo específico estandarizado que proporcione el menor error en comparación a la demanda actual.

Es resaltante mencionar que la aplicación de las herramientas utilizadas en este trabajo se investigó en un entorno de empresas pequeñas y medianas, la literatura muestra que la aplicación a gran escala de las herramientas propuestas no siempre puede tener el mismo resultado en una gran empresa debido a la complejidad del cálculo y las cantidades de variables e imprevistos que se podrían tener.

## REFERENCIAS

- [1] Cámara de Comercio de Lima. (2018). Comercio en Expansión. Obtenido de <https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/edicion/842/edicion%20842.pdf>

- [2] Diario Gestión. (2020). Sectores construcción y comercio cayeron 89% y 65% respectivamente, en abril.
- [3] CEPAL. (2018). Estudio Económico de América Latina y el Caribe. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43964/1/S1800837\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43964/1/S1800837_es.pdf)
- [4] CanalesTI. (2017). La Experiencia del Cliente en América Latina. Obtenido de <https://itcomunicacion.com.mx/la-experiencia-del-cliente-en-america-latina/>
- [5] Vonage. (2020). Why is Customer Service Constantly So Bad in the UK? Obtenido de <https://www.vonage.com/resources/articles/customer-service-constantly-bad-uk/>
- [6] Arana, K., Flores, K., Ramos, E., Pettit, T., & Flanigan, M. (2020). Service level of pharmaceutical supply chain applying optimal policy: Case study in Lima, Peru. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(3), 239–251.
- [7] Brunaud, B., Láinez-Aguirre, J. M., Pinto, J. M., & Grossmann, I. E. (2019). Inventory policies and safety stock optimization for supply chain planning. *AIChE Journal*, 65(1), 99–112. <https://doi.org/10.1002/aic.16421>
- [8] Pan, A., & Hui, C. L. (2017). Inventory Control System for a Healthcare Apparel Service Centre with Stockout Risk: A Case Analysis. *Journal of Healthcare Engineering*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9210532>
- [9] Salam, A., Panahifar, F. and Byrne, P.J. (2016), "Retail supply chain service levels: the role of inventory storage", *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 29 No. 6, pp. 887-902. <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2015-0008>
- [10] Ramos, E., Pettit, T., Flanigan, M., Romero, L., & Huayta, K. (2020). Inventory Management Model Based on Lean Supply Chain to Increase the Service Level in a Distributor of Automotive Sector. *International Journal of Supply Chain Management*.
- [11] Malca-Ramirez, C., Nuñez-Salome, L., Altamirano, E., & Alvarez-Merino, J. (2020). Replenishment system using inventory models with continuous review and quantitative forecasting to reduce stock-outs in a commercial company doi:10.1007/978-3-030-39512-4\_105
- [12] Ishfaq, R., & Raja, U. (2020). Empirical evaluation of IRI mitigation strategies in retail stores. *Journal of the Operational Research Society*, 71(12), 1972-1985. doi:10.1080/01605682.2019.1640592
- [13] Salam, A., Panahifar, F., & Byrne, P. J. (2016). Retail supply chain service levels: the role of inventory storage. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(6), 887–902. <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2015-0008>
- [14] Arce, L., Gallegos, K., Sotelo, J. & Ramos, E. (2019). Improvement proposal to raise service level in a cosmetic retail company. 2019 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI ), BOGOTÁ, Colombia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/CONIITI48476.2019.8960815.
- [15] Mehdizadeh, M. (2020). Integrating ABC analysis and rough set theory to control the inventories of distributor in the supply chain of auto spare parts. *Computers and Industrial Engineering*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.047>
- [16] Syntetos, A. A., Babai, Z., Boylan, J. E., Kolassa, S., & Nikolopoulos, K. (2016). Supply chain forecasting: Theory, practice, their gap and the future. *European Journal of Operational Research*, 252(1), 1–26.
- [17] Abolghasemi, M., Beh, E., Tarr, G., & Gerlach, R. (2020). Demand forecasting in supply chain: The impact of demand volatility in the presence of promotion. *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106380. doi:10.1016/j.cie.2020.106380.
- [18] Armstrong, J. S. & Green, K. C. (2017). Demand forecasting II: Evidence-based methods and checklists
- [19] Pires, M., Pratas, J., Liz, J., & Amorim, P. (2017). A framework for designing backroom areas in grocery stores. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 45(3), 230–252. doi:10.1108/ijrdm-01-2016-0004
- [20] de Leeuw, S., & Wiers, V. C. (2015). Warehouse manpower planning strategies in times of financial crisis: evidence from logistics service providers and retailers in the Netherlands. *Production Planning and Control*, Vol. 26 No. 4, pp. 328-337.
- [21] Anđelković, A., Radosavljević, M., & Stošić, D. (2017). Effects of Lean Tools in Achieving Lean Warehousing. *Economic Themes*, 54(4), 517–534. <https://doi.org/10.1515/ethemes-2016-0026>
- [22] Hrabal, M., Tuček, D., Molnár, V., & Fedorko, G. (2020). Human factor in business process management: modeling competencies of BPM roles. *Business Process Management Journal*. doi:10.1108/bpmj-04-2020-0161
- [23] Thabet, R., Bork, D., Boufaied, A., Lamine, E., Korbaa, O., & Pingaud, H. (2021). Risk-aware business process management using multi-view modeling: Method and tool. *Requirements Engineering*, doi:10.1007/s00766-021-00348-2
- [24] Fischer, M., Imgrund, F., Janiesch, C. y Winkelmann, A. (2019), "Directions for future research on the integration of SOA, BPM, and BRM", *Business Process Management Journal*, Vol. 25 No. 7, pp. 1491-1519. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-05-2018-0130>
- [25] Neyra, J., Muñoz, J., Eyzaguirre, J., & Raymundo, C. (2020). 5S hybrid management model for increasing productivity in a textile company in Lima. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1018, 975–981. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6\\_151](https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6_151)
- [26] Burawat, P. (2019). Productivity improvement of carton manufacturing industry by implementation of lean six sigma, ECRS, work study, and 5S: A case study of ABC co., ltd. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 7(4), 785–793.
- [27] Gabryelczyk, R., & Biernikowicz, A. (2019). Motivations for BPM adoption: Initial taxonomy based on online success stories. Paper presented at the Proceedings of the 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2019, 659-662. doi:10.15439/2019F229
- [28] Retamozo-Falcon, G., Silva, J., & Mauricio, D. (2019). Model for the improvement of processes using lean techniques and BPM in SMEs. Paper presented at the Proceedings of the 2019 IEEE 26th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2019, doi:10.1109/INTERCON.2019.8853806
- [29] Dhanjibhai, A., & Shankarrao, G. (2019). Strategis implementation of 5S and its effect on productivity of plastic

machinery manufacturing company. Australian Journal of Mechanical Engineering.