

# **Análisis de la cadena de suministros de una PyME marplatense, en el contexto de la gestión de la innovación tecnológica**

Massabie, Germán; Pietrocola, Nicolás; Nicolao García, José Ignacio;  
Morcela, Oscar Antonio\*

*\*Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.  
Av. Juan B. Justo 4302, (7600) Mar del Plata. omorcela@fi.mdp.edu.ar.*

## **RESUMEN.**

El principal objetivo del trabajo fue analizar la logística de abastecimiento, almacenamiento y distribución de los almacenes para una PyME marplatense, con una estructura separada en dos cadenas comerciales independientes que manejan su logística de forma autónoma una de la otra. Se definieron métricas de almacenamiento y distribución para el diagnóstico de la estructura, gestión y procesos originales. Se trabajó con clasificación ABC de la cartera de productos, aplicando un modelo de revisión periódica de inventario con demanda incierta, una redistribución de las sucursales entre las cadenas y la generación de rutas óptimas para el abastecimiento a dichas sucursales. A estas propuestas se las encuadró en el modelo MOGIT con el fin de abordar con herramientas de gestión de la innovación tecnológica integradas en el análisis de la cadena de suministros, para mantener un nivel de mejora constante. Como resultado el stock promedio disminuyó en un 75%, la rotación de inventarios aumentó un 150%, la distancia recorrida por las rutas de distribución disminuyó en un 8% y el nivel de servicio se adecuó a la importancia relativa de cada producto según la clasificación ABC.

**Palabras Claves:** logística, ruteo, gestión de stock, Modelo de Gestión de la Innovación Tecnológica - MOGIT, PYME.

## **ABSTRACT**

The main objective of the work was to analyze the supply, storage and distribution of warehouses logistics for a PyME from Mar del Plata, with two independent commercial-chains and autonomously logistics. Storage and distribution indicators were defined for diagnostic the original state of the structure, management and processes. It was established a classification of the product portfolio with the ABC technique, and then, it was applied an inventory model of periodic review for uncertain demand, a redistribution of branches between chains and the generation of optimal routes for supply to various branches. These proposals were framed in the MOGIT model in order to deal with technological innovation management tools, integrated in the supply chain analysis, to maintain a constant level of improvement. As a result, the average stock decreased by 75%, the inventory turnover increased by 150%, the distance recorded by the distribution routes decreased by 8% and the service level was adapted to the relative importance of each product according to the ABC classification.

**Keywords:** logistics, routing, stock management, Technological Innovation Management Model - TIMM, PyME.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La empresa objeto de estudio es una PyME de origen familiar cuyo accionar se centra en dos rubros: agropecuario y venta de pinturas minorista. La venta de pinturas es una unidad de negocios que ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, principalmente debido a la adquisición de empresas ya constituidas.

La organización comercializa bajo dos nombres diferentes. Ambas cadenas fueron adquiridas de manera independiente, la primera en el año 2002 y la segunda en 2011. Desde su adquisición la alta gerencia decidió unificar los procesos financieros, contables, de recursos humanos y administrativos, aunque se mantuvo la cultura de cada empresa, empleados, marca, y todo proceso logístico. Dada la complejidad del cambio que implicaba modificar las operaciones de cada cadena, la unificación de la logística se evitó en un primer momento.

Esta estanqueidad fue funcional en un principio, sin embargo, dada la alta competitividad en el sector y la existencia de procesos redundantes y/o innecesarios, se retomó la idea de abordar la unificación total.

El primer paso de este plan de unificación fue la implementación de un software de gestión integral. Seguidamente se debieron abordar los procesos de abastecimiento, almacenamiento y distribución. Para optimizar este proceso se firmó un convenio con la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, que posibilitó la realización de este trabajo dentro de la empresa con el fin de analizar la situación y proponer un camino para mejorar la logística.

En este contexto, la formulación de los objetivos surgió a partir de la demanda de la gerencia para optimizar los procesos logísticos que toman parte en la organización. Finalmente fueron modelados en conjunto. Se manifestó el interés de seleccionar objetivos en base a una mejora que no fuera disruptiva con la operativa diaria de la organización.

Entonces, el objetivo general del trabajo ha sido analizar la logística de abastecimiento, almacenamiento y distribución de los almacenes de una empresa de pinturerías.

Asimismo, se plantearon como objetivos específicos el análisis de la gestión original, la planificación de los requerimientos de inventario, la identificación de las actividades del proceso de entrega de productos almacenados y la aplicación del modelo MOGIT para la competitividad sistémica.

El reporte que aquí se presenta es un resumen ampliado del trabajo final de carrera que lleva por título "Mejora en la logística de abastecimiento, almacenamiento y distribución de los almacenes de una empresa de pinturería", realizado por los estudiantes Germán Massabie y Nicolás Pietrocola, siendo su Director el Esp. Ing. José Ignacio Nicolao García y Codirector el Mg. Ing. Antonio Morcela.

## **2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. Logística como parte de la cadena de suministros**

Según el Consejo de profesionales en administración de la cadena de suministro (CSCMP - Council of Supply Chain Management Professionals) [1], la logística es parte de los procesos de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios y la información relacionada, desde el punto de origen hasta el de consumo, con la finalidad de satisfacer los requerimientos del cliente. Por tanto, el término cadena de suministro es la extensión lógica del concepto de logística, y se puede representar como una tubería o un conducto por el que pasa un flujo eficiente y efectivo de productos, materiales, servicios, información y fondos financieros desde los proveedores del proveedor, a través de diversas organizaciones o empresas intermedias, hasta los clientes del cliente.

Puede considerarse [2], que las cinco funciones principales de la logística son el procesamiento de pedidos, que implica todos los aspectos de administrar los requerimientos del cliente; la atención de los inventarios, que son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa; la distribución, que es el área operativa de la logística que desplaza y posiciona geográficamente el inventario; el almacenamiento, que consiste en el manejo de materiales y empaquetado; y el diseño de la red de la planta, que se ocupa de determinar el número y la ubicación de todos los tipos de plantas requeridas para realizar el trabajo logístico. También es necesario determinar qué inventario y cuánto almacenar en cada planta, al igual que la asignación de los clientes.

### **2.2. Distribución**

Debido a su alto costo y su importancia dentro de la logística [3], el transporte o distribución, es un área de particular atención. Una empresa puede satisfacer sus necesidades de transporte con una flota privada, contratando especialistas dedicados a transporte, o contratando los servicios de transportistas según el envío. Los factores fundamentales a abordar en el área son el costo, la velocidad y la regularidad. Para el caso que compete a este trabajo no se abordan los diferentes modos de transporte. Se selecciona, en cambio, un problema específico de distribución que encaja con el contexto de la empresa de estudio. Este es el problema de ruteo de vehículos considerando múltiples depósitos.

Este problema, conocido como MDVRP por sus siglas en inglés (Multi Depot Vehicle Routing Problem: problema de enrutamiento de vehículos considerando múltiples depósitos), considera un conjunto de clientes a abastecer desde varios depósitos. Cada cliente debe ser atendido por un único vehículo, el cual debe empezar y finalizar en un mismo depósito. Se conoce la información de la demanda de los clientes y la capacidad de los depósitos. Los despachos desde los depósitos no deben exceder la capacidad disponible y las rutas programadas no deben exceder la capacidad del vehículo asignado. El objetivo es encontrar un conjunto de rutas que atienda a todos los clientes con las condiciones descritas y al costo mínimo. Los costos se pueden modelizar como la distancia o el tiempo necesario para transportarse entre diferentes puntos de la red compuesta por clientes y depósitos [4].

### **2.3. Inventarios**

El objetivo de una estrategia de inventario es alcanzar el servicio al cliente deseado con el mínimo compromiso del inventario. Los inventarios excesivos pueden compensar las deficiencias en el diseño básico de un sistema logístico, pero al final producirán un costo logístico total más alto que el normalmente necesario. El manejo del inventario implica equilibrar la disponibilidad del producto (o servicio al cliente), por una parte, con los costos de suministrar un nivel determinado de disponibilidad del producto, por la otra [2].

Los inventarios pueden clasificarse en cinco tipos [3]: los que están en desplazamiento de un punto a otro, los que se mantienen en existencias para especulación, los de naturaleza regular o cíclica, los que sirven como protección contra la variabilidad en la demanda de existencias y el tiempo total de reaprovisionamiento, y finalmente los que corresponden a existencias obsoletas, stock muerto o perdido.

La política del inventario consiste en los lineamientos acerca de qué adquirir o fabricar, cuándo efectuar acciones y en qué cantidad. También incluye las decisiones acerca del posicionamiento geográfico del inventario [2]. El manejo de inventarios se desarrolla alrededor de dos filosofías básicas, el método de demanda (pull), y el método de incremento (push) [3].

En el primer caso, el pronóstico de la demanda y de las cantidades de reaprovisionamiento se realizan tomando en consideración las condiciones locales, sin considerar el efecto que tendrán dichas cantidades en las economías del lugar de origen. Ofrecen un control preciso de los niveles de inventario y es ampliamente utilizada a nivel de minoristas.

En el método de incremento (push), la programación y el reabastecimiento están coordinados con los tamaños de los lotes de producción, las cantidades económicas de compra, o los mínimos tamaños de los pedidos. Por lo general se utiliza cuando las economías de compra o de producción a escala valen más que los beneficios de los niveles mínimos de inventarios colectivos. Las cantidades de reaprovisionamiento se asignan según proyecciones, espacio disponible o algún otro criterio.

Sin embargo, en la actualidad muchas organizaciones se han vuelto más sofisticadas en su uso de métodos de control de inventarios y los han adaptado para dar cabida a la orientación push y pull. Como consecuencia, muchos sistemas mezclan de manera eficaz dichos conceptos. Este y otros métodos proactivos de administración de inventarios predominan en las organizaciones que poseen mayor sofisticación logística [1].

Para determinar la política de inventarios son importantes tres clases generales de costos: costos de adquisición, costos de manejo y costos por falta de existencias. Estos costos están en conflicto, o en equilibrio entre sí [3].

Los costos de adquisición pueden incluir el precio del producto; el costo de procesar un pedido a través de los departamentos de contabilidad y compras; el costo de transmitir el pedido al punto de suministro; el costo de transportar el pedido cuando los cargos por transportación no están incluidos en el precio de los artículos comprados; y el costo de cualquier manejo o procesamiento de materiales de los artículos en el punto de recepción.

Los costos de mantener inventario resultan de guardar, o mantener, artículos durante un periodo y son proporcionales a la cantidad promedio de artículos disponibles. Estos costos pueden ser considerados en cuatro clases: costos de espacio, costos de capital, costos de servicio de inventario y costos de riesgo de inventario.

Los costos de espacio son cargos hechos por el uso de volumen dentro del edificio de almacenamiento. Los costos de capital refieren al costo del dinero en conexión con el inventario. Los seguros y los impuestos también son una parte de los costos de mantener inventarios, porque su nivel depende en gran medida de la cantidad de inventario disponible. Los costos de riesgo se relacionan con el deterioro, pérdida o robo, daño u obsolescencia.

Se incurre en costos por falta de existencias cuando se coloca un pedido, pero éste no puede surtir desde el inventario actual.

## **2.4. Clasificación ABC de productos**

El análisis ABC tiene su origen en la ley de Pareto, que separa a los “muchos triviales” de los “pocos vitales”. En términos de inventario, esto sugiere que un pequeño número de artículos, o SKU, puede ser responsable de un impacto considerable en la organización [1].

Esta técnica de clasificación asigna los artículos del inventario a uno de tres grupos conforme a su impacto relativo. Los artículos A son los más importantes, los B tienen menor importancia y los C son los menos importantes. El criterio para evaluar un artículo determinará el grupo al que se asignará. Las más comunes son: las ventas, la contribución a las ganancias, el valor del inventario, la tasa de utilización y la naturaleza de los artículos [2]. El agrupamiento de los productos similares facilita la administración de los esfuerzos para establecer estrategias concentradas en el inventario para segmentos específicos de productos [1].

Los modelos básicos [1 y 3] consideran sólo dos tipos básicos de costos: de mantenimiento de inventario y de adquisición sin incluir el precio del propio producto. Este método contribuye a una decisión óptima en la que se analizan los puntos de equilibrio de estos dos costos.

Si se enfocara sólo en el costo de mantenimiento de inventario, que varía directamente con los cambios en la cantidad del pedido, esta última sería tan pequeña como fuera posible. Si los modelos tuvieran en cuenta sólo el costo del pedido, en los pedidos grandes disminuiría el costo total de los mismos, y en los pequeños aumentaría.

Entre los métodos de básicos de control de inventarios se encuentran el pedido único, pedidos repetitivos, reabastecimiento instantáneo sin tiempo de entrega, reabastecimiento con tiempo de entrega, y reabastecimiento no instantáneo.

Estos modelos sirven de aproximación teórica al problema de la gestión de inventarios, pero no reflejan la realidad de forma precisa ya que hay ciertos parámetros que no se pueden determinar con exactitud. Como mejora, se reconoce que la demanda y el tiempo de entrega no se pueden conocer con seguridad. Por lo tanto, se debe planear para una situación en la que no haya suficientes existencias disponibles para surtir las solicitudes de los clientes. Además de las existencias regulares, se añade una cantidad de incremento de inventario denominada stock de seguridad o amortiguador, de tal forma de controlar la probabilidad que ocurran faltas de existencias. Los métodos avanzados de gestión de inventarios son una extensión de los básicos. Entre los métodos avanzados existen dos modelos importantes: modelo de punto de reorden y modelo de revisión periódica. Para el propósito de este trabajo solo el segundo se desarrollará con profundidad [3].

### **2.4.1. Modelo de revisión periódica con demanda incierta**

Supone una mejora en la economía de los pedidos, teniendo en cuenta que en el modelo de punto de reorden es posible que cada artículo se solicite en un momento diferente. Además, no requiere un monitoreo constante de los niveles de inventario.

Los niveles de inventario son revisados de forma conjunta para varios artículos, de modo que los pedidos se realizan de forma simultánea. Para este modelo los niveles de inventario aumentan respecto del modelo anterior, pero se obtiene un ahorro en manejo de inventarios y costos administrativos reducidos.

Para este modelo se necesita conocer la distribución de la demanda con la tasa promedio y la desviación estándar de la demanda, que se supone con una distribución normal.

### **2.4.2. Métricas para el control de inventarios**

Según Bowersox [2] los dos indicadores más importantes del desempeño de un inventario son el inventario promedio y el nivel de servicio. El mismo autor también afirma: “La meta básica (de la logística) es alcanzar una rotación máxima del inventario al mismo tiempo que se satisfagan los compromisos de servicio” (p.27). Por lo que rotación de inventarios también puede ser considerada como métrica de aplicación específica.

Los materiales, componentes, el trabajo en proceso y el producto terminado se suelen almacenar en el sistema logístico y se denominan el inventario promedio. Desde el punto de vista de las políticas de administración del inventario, deben planearse objetivos del mismo para cada planta o depósito [2].

Se define la rotación de inventario como una medida de la velocidad en la que se renueva la totalidad del inventario [2]. Niveles altos de rotación de inventario son deseados, ya que los mismos suponen un menor volumen de inventario inmovilizado, reduciendo los costos de mantener inventario [3]. En tanto se considera nivel de servicio a la probabilidad de la capacidad de cumplimiento a partir del stock disponible [3].

## **2.5 Gestión de la Innovación Tecnológica**

En la década de los 70/80, la realidad puso de manifiesto la importancia de la incorporación de la tecnología para la supervivencia y éxito empresarial, ya que condicionaba la calidad y el costo de sus productos, y determinaba su competitividad presente y futura, las cuotas de mercado y los resultados financieros. Nacía así la gestión de la innovación, que incluye la gestión de la I+D

(investigación y desarrollo), pero sumándole otros aspectos como el lanzamiento de los nuevos productos, la aplicación de nuevos procesos o el estudio de las razones de su éxito o fracaso, que no figuran normalmente en la agenda de la gestión de la I+D [5].

También en los ochenta se comenzó a hablar de la Gestión de la tecnología y su inclusión en la estrategia de la empresa, con el objetivo a través de su aplicación de mantener y mejorar la posición competitiva de la empresa, precisamente, mediante la utilización de la tecnología.

La Gestión de la tecnología presenta muchos puntos de contacto con la Gestión de la innovación y a menudo ambas expresiones se utilizan indistintamente, ya que sus fronteras no están perfectamente delimitadas. Muchas veces se habla también de la Gestión de la Innovación y la Tecnología o Gestión de la Innovación Tecnológica (GIT).

Según Dankbaar [6], la gestión de la tecnología comprende todas las actividades de gestión referentes a la identificación y obtención de tecnologías, la investigación, el desarrollo y la adaptación de las nuevas tecnologías en la empresa, y también la explotación de las tecnologías para la producción de bienes y servicios.

En síntesis, se puede considerar que “Gestión de la Tecnología”, “Gestión de la Innovación”, y “Gestión de la Innovación y la Tecnología”, son sinónimos de “Gestión de la Innovación Tecnológica – GIT”.

### **2.5.1 Modelo de Gestión de la Innovación Tecnológica (MOGIT)**

Existen innumerables modelos para gestionar la innovación tecnológica, y según la Fundación COTEC: “Toda empresa tiene que ser capaz de desarrollar su propio modelo de GIT, de acuerdo a sus necesidades, normalmente relacionadas con su sector o su tamaño, pero, sobre todo, con su propia estrategia y visión de futuro” [7].

El modelo MOGIT desarrollado por el observatorio tecnológico OTEC [8], toma como referencia el modelo desarrollado por COTEC [7] y se basa en la interrelación de los 5 elementos clave que son VIGILAR (vigilar las señales del entorno), FOCALIZAR (desarrollo de una respuesta estratégica), CAPACITARSE (adquirir el conocimiento organizacional necesario), IMPLANTAR (implementar la solución) y APRENDER (reflexión sobre los elementos previos y revisar las experiencias de éxitos o fracasos).

El desarrollo de las funciones mencionadas requiere de la aplicación de un conjunto de herramientas que necesitan ser adaptadas a la cultura de la empresa.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio de casos, se basó en la investigación cuantitativa, que se fundamenta en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la observación, siendo necesario obtener una muestra como objeto de estudio [9].

Las fuentes primarias contienen información original no abreviada ni traducida, llamadas también fuentes de información de primera mano. Proveen un testimonio o evidencia directa sobre el tema de investigación. Son escritas durante el tiempo que se está estudiando o por la persona directamente relacionada con el evento [10]. En la presente investigación se utilizaron entrevistas y observación directa, como fuentes primarias [11] así como datos históricos del software utilizado para la gestión de inventarios y por último, entrevistas de tipo semi-estructuradas, comenzando con preguntas previamente estipuladas.

Las fuentes secundarias interpretan y analizan fuentes primarias. Son textos basados en fuentes primarias, e implican generalización, análisis, síntesis, interpretación o evaluación [10]. Se utilizaron distintos artículos, estudios de tesis y documentos web relacionados con el tópico de estudio.

## **4. DESARROLLO**

### **4.1 Descripción de la organización**

La PyME considerada es una empresa dedicada a la venta de pintura minorista en Mar del Plata y la zona. Comercializa en la ciudad bajo dos nombres comerciales que representan, a su vez, dos unidades de negocio diferentes, pero que comparten funciones administrativas. En cuanto a decisiones comerciales y operativas, ambas cadenas funcionaron históricamente, de forma estanca. Dentro de la ciudad de Mar del Plata, la empresa cuenta con un total de 25 sucursales.

El análisis ABC se realizó tanto para cada cadena individualmente, como para ambas cadenas de forma agregada y el resumen de resultados se muestra en el Tabla 1.

El rubro Hogar y Obra muestra una importancia mayor al 85% en ambas cadenas, por tanto, se realizó la clasificación ABC sólo con los artículos pertenecientes a este grupo. Para el ABC, se utilizó el criterio de ingresos por ventas.

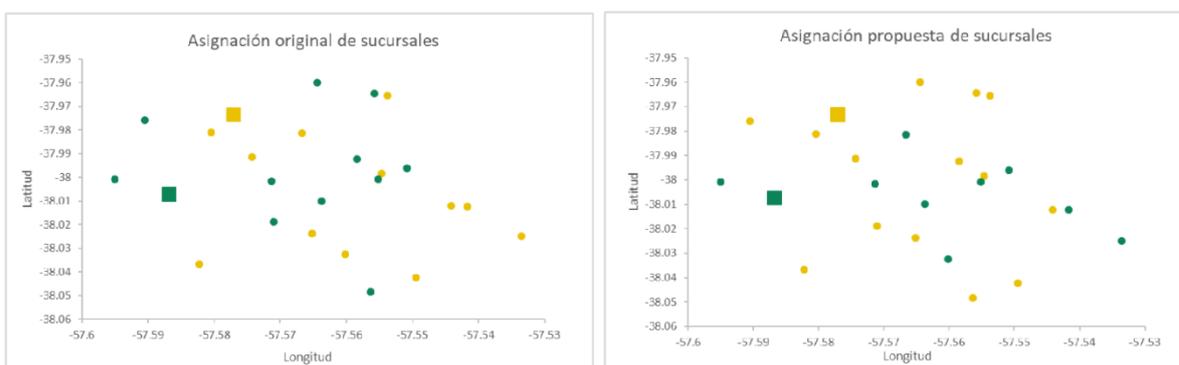
**Tabla 1** Clasificación ABC para la empresa.  
Fuente: elaboración propia en base a datos históricos de la empresa.

	A	B	C
<b>Cadena 1</b>			
Cantidad de productos	377	596	1,573
Cantidad de productos / Total productos	15%	23%	62%
Cantidad de ventas [mUM]*	60,533	11,383	3,787
Cantidad de ventas / Ventas totales	80%	15%	5%
<b>Cadena 2</b>			
Cantidad de productos	369	610	1,744
Cantidad de productos / Total productos	14%	22%	64%
Cantidad de ventas [mUM]*	98,005	18,416	6,136
Cantidad de ventas / Ventas totales	80%	15%	5%
<b>Conjunta</b>			
Cantidad de productos	514	823	2,535
Cantidad de productos / Total productos	13%	21%	65%
Cantidad de ventas [mUM]*	158,495	29,734	9,907
Cantidad de ventas / Ventas totales	80%	15%	5%

Las actividades de entrega son compartidas por ambas mediante un conjunto de actividades realizado diariamente y las sucursales afectadas varían según el cronograma establecido por el encargado de logística. Las rutas son elaboradas por el encargado de logística en base a su experiencia, y en general son fijas, tienen una validez de largo plazo y rara vez son modificadas. Se encontró en primer lugar, que la asignación de sucursales a cada depósito sigue un criterio que no optimiza la logística de la empresa. También se observó que la asignación de rutas está definida de forma fija, y es invariante en el corto y mediano plazo. Además, no se realiza con alguna herramienta, sino que sigue el criterio particular de cada encargado de depósito.

Para estimar las necesidades de cada sucursal, se utilizaron datos reales de transferencias entre estas y los depósitos, y se convirtieron a kilogramos mediante el factor litros<sup>1</sup>. Esto fue necesario para posteriormente estimar el ruteo bajo el esquema de asignación original.

En la obtención de rutas, se utilizaron criterios que sobre-optimizaron el resultado: no se permitió fraccionar la carga y se asignó la mayor cantidad de veces posible vehículos de mayor capacidad. El resultado obtenido se representa en forma gráfica en la Figura 1, donde puede observarse a la izquierda la distribución original de sucursales para cada depósito, mientras que a la derecha la distribución propuesta. Mientras que la menor distancia posible a recorrer con el esquema original, para ambos depósitos, es de 135 km, en el esquema propuesto se reduce a 124 km.



**Figura 1** Asignación de sucursales a cada depósito

Sobre el análisis de cumplimiento de la política de inventarios, se buscó saber si en la operación real de la empresa se respetó el sistema de abastecimiento a las sucursales que la gerencia estableció. Para ello se comparó la cantidad enviada a una sucursal, con el reporte de falta (que es un informe de las unidades faltante para alcanzar el stock de seguridad en la sucursal)

<sup>1</sup> Los productos líquidos que la empresa comercializa explican más de 96% del volumen almacenado, por lo tanto, se utiliza internamente una unidad de conversión que utiliza un valor de densidad promedio, que se llama “factor litro”, y permite estimar cuánto pesa y qué volumen ocupa un stock particular, considerando los datos de facturación de los proveedores que se expresan en litros.

correspondiente. Se encontraron los siguientes hallazgos: a) En el mejor de los casos, la tasa de cumplimiento fue del 41% (productos A, Cadena 2); b) La mayoría de las veces, los incumplimientos fueron por una cantidad equivalente al 100% del mínimo, para todas las categorías de la clasificación ABC; c) La Cadena 1 tuvo una tasa cumplimiento mayor comparando cada categoría entre ambas cadenas; y d) Aunque internamente no existe una clasificación de los productos por importancia, los resultados mostraron que los productos categorizados como A en este trabajo tuvieron mayor cumplimiento que los menos importantes (los B y C).

Se observó un nivel bajo de cumplimiento de la política de abastecimiento a las sucursales, aunque la empresa, por su parte, indicó que no percibió un incumplimiento alto. Es decir que a pesar de no haber respetado de forma estricta el sistema, se logró satisfacer la demanda en niveles generales, o al menos esta falta de cumplimiento no se vio reflejada en las percepciones de la gerencia. Bowersox [2] indica que una explicación a esta situación son los inventarios excesivos, ya que estos pueden compensar las deficiencias en el diseño básico de un sistema logístico. Si bien las causas de los incumplimientos pudieron ser ajenas a la política en sí misma, se evidenció la necesidad de una reformulación basada en conocimientos teóricos.

El nivel de servicio del esquema original fue satisfactorio, lo que indicó que aún con bajo cumplimiento de las políticas de abastecimiento, los productos fueron entregados a los clientes. Ballou [3] propone un estándar estimativo de la rotación de inventario para un almacén de existencias de 9 veces por año.

Se observó que el nivel más alto de rotación registrado en la empresa fue de 7.33 veces por año, para el caso de los productos A en el depósito de la Cadena 2. Esto corroboró la idea del alto stock subyacente elevado, por lo que se recalculó al nivel de los stocks de seguridad para proveer una rotación adecuada. Se observó que los niveles máximos disminuyen en un 50% o más, para el 65% de los artículos; la moda se encuentra en el intervalo (-60%; -50%], con un 21% de los artículos; el 13% de los artículos no ven afectado su nivel máximo, o este disminuye a lo sumo 10%; solo un 6% de los artículos aumentaron su nivel máximo por encima de su valor original; y finalmente, un 2% de los artículos disminuyen su nivel máximo a 0.

Con base al modelo MOGIT aplicado a ambas cadenas de pinturerías. Se tuvieron en cuenta los cinco elementos claves del modelo y un conjunto de herramientas seleccionadas para cada caso.

Para el elemento FOCALIZAR la herramienta seleccionada fue el análisis DAFO. Se observó la elevada influencia de la logística y cómo su manejo ineficiente afecta a la empresa, generando quiebres de stock, altos niveles de inventario y elevados gastos de transporte. El sostenimiento en el tiempo de dos estructuras logísticas independientes, y su poca optimización, no favorecen a la empresa debido a la alta competencia basada en precios de venta. Sin embargo, la venta al público bajo dos nombres comerciales permite a la empresa ostentar una posición cómoda en el mercado, siendo el líder en el segmento en el cual compite a nivel local.

La expansión geográfica se evidencia en una creciente cantidad de sucursales de la cadena en la ciudad de Mar del Plata. Esto en parte es gracias a su fuerte posición económica, resultado no solo del éxito de las pinturerías sino también de otros activos de la cartera. Esta fortaleza económica además le permite obtener descuentos por compras grandes y realizar compras de especulativas.

Para el elemento VIGILAR se partió de una auditoría tecnológica, donde se verificó que la empresa utilizaba originalmente el software informático Presea, provisto por la empresa argentina Neuralsoft, para la gestión integrada de todas las áreas de la organización. No posee ningún otro activo tecnológico aplicable a logística. El software integra los elementos necesarios para la administración completa de una empresa, sin embargo, no profundiza en algunas áreas, para este análisis en particular, la administración logística resulta rudimentaria.

Una vez detectada la deficiencia, se utilizaron técnicas de vigilancia tecnológica para hallar un software en mercado con capacidad y factibilidad para ser implementado. Se encontraron y evaluaron 4 alternativas (Track-pod, OR-Tools, Netsuite ERP, Deonics) y en base a criterios multivariados se consideró que la mejor alternativa sería el software Deonics. Al implementarse el mismo, produce cambios mínimos en la estructura de la empresa, cumpliendo satisfactoriamente las necesidades planteadas. Además, los costos resultaron competitivos en comparación con el resto de las alternativas. Por otra parte, la capacitación debe impartirse solamente a los involucrados en logística, y el contacto de soporte que otorga es el mismo que para el software original, ya que es desarrollado por la misma empresa.

La implementación del software seleccionado representará en sí mismo una estrategia valiosa correspondiente al elemento clave CAPACITARSE, ya que posibilitará la diagramación y visualización física del depósito, junto con la identificación de las posiciones y la rotación del inventario asociado a cada una. Esto permite comprender la importancia de sistematizar el almacenaje para hacer más eficiente los procesos de picking y armado. Mediante esta herramienta se generan nuevos conocimientos sobre las mejores prácticas de almacenaje para la situación particular de la empresa. Asimismo, la generación de nuevo conocimiento producto del convenio para la realización de este trabajo representa una herramienta igualmente valorable dentro del elemento clave.

Para IMPLANTAR el software primero se deben estandarizar los procesos en lo que se refiere al menos a: selección de indicadores logísticos, frecuencia de medición, frecuencia de revisión de niveles máximos y designación de rutas de reparto. Luego pueden definirse los procesos del resto de funciones del software. Esto puede ser un obstáculo si se tiene en cuenta que los procesos deben ser únicos para la empresa. La separación física original de los depósitos requiere un proceso de estandarización más complejo donde se mezclan las costumbres y las culturas organizacionales. La empresa está transitando un camino dentro del elemento clave APRENDER, que la dirige hacia la excelencia en la gestión y la mejora de sus procesos, a través de las relaciones formadas con la UNMDP, sus investigadores y estudiantes. Para la realización de este trabajo final, fue necesario realizar un contrato formal, que establece la posibilidad de concretar futuros trabajos académicos que retroalimentan el proceso actual de aprendizaje. Utilizar los lineamientos propuestos y su implementación exitosa generará expectativas positivas y capitalizará todo el conocimiento aplicado para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados.

## 5. RESULTADOS.

El análisis de cumplimiento de la política de inventarios dio como resultado un nivel bajo. A pesar de ello, el desempeño medido por el nivel de servicio, se mantuvo por encima del 90% en gran parte de los productos.

Como parte del análisis preliminar se realizó una clasificación ABC de la cartera de productos de la empresa que permitió segmentar el cálculo de indicadores, tomando con especial importancia los productos A.

En cuanto a la propuesta de distribución, se realizó una reasignación de las sucursales “cliente interno” de cada depósito y se diseñaron rutas óptimas. Se muestra la comparativa en la Tabla 18 de ambos esquemas. El criterio previo era el de asignar las sucursales a cada depósito según el nombre comercial de cada una, y diseñar las rutas en base a experiencia. La comparación entre la asignación original de sucursales y la asignación propuesta se puede ver en la Tabla 2.

**Tabla 2** Comparativas de esquema de distribución.

	Esquema original	Esquema propuesto	Variación %
<b>Cantidad de rutas</b>	14	14	-
<b>Distancia recorrida [KM]</b>	135	124	-8%
<b>Sucursales depósito Cadena 1</b>	11	9	-18%
<b>Sucursales depósito Cadena 2</b>	12	14	+17%
<b>Envío promedio semanal Cad 1 [KG]</b>	11,589	10,268	-11%
<b>Envío promedio semanal Cad 2 [KG]</b>	23,482	24,548	+5%

Modificar el esquema de asignación y ruteo, implica un cambio para los encargados de logística de cada depósito, los choferes y personal de depósito. La distribución se ve afectada directamente por la política de inventarios ya que esta determina la magnitud que será abastecida cada semana, lo que evidencia el grado de relación entre ambas funciones logísticas.

Los encargados de logística se verían afectados al incorporar nuevas sucursales a su cargo y dejar de suplir a otras. Deben entablar nuevas relaciones con los encargados de sucursales, y adaptarse a una nueva cultura organizacional, correspondiente a la otra cadena.

Los choferes se verían afectados al tener que recorrer nuevas rutas, y entregar a nuevas sucursales. Aun así, la carga de trabajo se mantendría en 14 viajes para cada depósito.

El personal de depósito vería modificada su carga laboral. En el caso de la Cadena 1, la cantidad enviada se reduciría un 10%, mientras que para la Cadena 2 aumentaría un 5%. Esto impacta en algunas actividades del proceso de entrega, como ser: obtención del reporte de falta, comprobación de stocks en el sistema y armado de la carga. Se tomó como consideración que los depósitos pueden absorber estas variaciones manteniendo su estructura.

En cuanto a la factibilidad económica de la propuesta, se consideraron constantes todos los recursos de la empresa, por lo que no se necesita adquirir equipamiento o realizar inversiones que impliquen un análisis económico.

Es importante tener en cuenta las consideraciones que se tomaron para el cálculo de la propuesta de mejora. Las mismas supusieron simplificaciones respecto a la realidad para facilitar el análisis y, en ciertos casos, adaptarse a la formulación específica del modelo.

Respecto a la asignación fija de los vehículos, dado que el cuello de botella para el almacén de la Cadena 1 es la baja capacidad de su flota, es posible producir mejoras en los resultados eliminando esta restricción. Por ejemplo, utilizando el vehículo que posee la otra cadena con capacidad de 6.000 kg, para realizar envíos desde el almacén mencionado.

La disminución en la distancia recorrida de un 8% sería probablemente mayor, considerando que se supuso que el ruteo original era óptimo. Es decir, se midió la distancia recorrida por los camiones

a través del software VRP, cuando en realidad se utiliza la experiencia de los encargados para definir los recorridos.

Se consideró que los pedidos de las sucursales se entregan en un único viaje, es decir, la carga no se fracciona. En el caso de la obtención de las rutas originales, esta suposición implicó reducir el envío promedio de aquellas sucursales que excedían la capacidad de cualquier vehículo, otorgando resultados menores de distancia recorrida. Permitir fraccionar carga, requiere plantear una nueva formulación del VRP. Esto brindaría resultados probablemente mejores a los que se obtuvieron.

Teniendo en cuenta lo desarrollado en los párrafos anteriores, se proponen dos lineamientos de mejora: compartir los vehículos entre ambos depósitos y/o analizar la compra de nuevos vehículos más grandes; y mediante la alternativa propuesta en el elemento “vigilar” del MOGIT, teniendo en cuenta las consideraciones en “implantar” y lo observado en las actividades del proceso de entrega a sucursales, se podrían realizar los ruteos con las necesidades semanales específicas. Es decir, incorporar la elaboración de recorridos a las actividades operacionales del proceso de entrega, de modo de vincular de forma efectiva la distribución con la operativa diaria de reabastecimiento a sucursales.

Para los inventarios se propusieron tres métricas, a saber: Inventario promedio, rotación de inventario y nivel de servicio. Fueron elegidas en base a la bibliográfica, por su importancia, facilidad de cálculo y capacidad de reflejar el desempeño de la política de inventario. A su vez responden a la ausencia de métricas de inventario dentro de la organización. El cálculo de estos indicadores en la situación original funcionó como diagnóstico, con la premisa de que las mismas eran mejorables bajo un nuevo esquema. Dado el objetivo del presente trabajo de analizar los almacenes, las métricas fueron eficaces.

A partir de la reorganización de sucursales, producto del análisis de la distribución, se reformuló el modelo de revisión periódica, lo que implicó obtener niveles máximos revisados para cada producto. Se calcularon los niveles máximos para cada depósito. Luego, para profundizar el desarrollo del modelo a todos los niveles de la logística interna de la empresa, también se calcularon los niveles máximos para las sucursales. En la definición de los parámetros del modelo, la demanda y el tiempo de entrega de los proveedores se modelizaron como variables aleatorias distribuidas normalmente. Posteriormente se recalcularon las tres métricas propuestas desde el punto de vista del depósito. La comparativa de estas tres métricas, solo para los artículos A, se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3** Comparación de métricas de inventarios

Métrica	Original	Propuesta	Diferencia absoluta	Diferencia [%]
<b>Cadena 2</b>				
Inventario promedio [Millones de UM]	12.40	3.60	-8.80	-71%
Rotación de inventario [Rotaciones anuales]	7.33	18.51	11.18	153%
Nivel de servicio [%]	88%	96%	0.08	9%
<b>Cadena 1</b>				
Inventario promedio [Millones de UM]	7.80	2.10	-5.70	-73%
Rotación de inventario [Rotaciones anuales]	6.48	15.97	9.49	146%
Nivel de servicio [%]	96%	94%	-0.02	-2%

Se observó cómo, con las propuestas de reasignación de sucursales y recálculo de niveles máximos, se puede disminuir el inventario promedio en un 70% para ambas cadenas. A su vez la rotación de inventario aumenta aproximadamente 1.5 veces, también para ambas cadenas.

Estos cambios mejoran el nivel de servicio en nueve puntos porcentuales en la Cadena 2 y solo lo disminuyen en 2 puntos porcentuales en la Cadena 1. A pesar de esta disminución en el nivel de servicio de ésta última, su valor sigue siendo aceptable por encima del 94%. Previamente, este no era un factor controlado y determinado según la importancia estratégica de cada producto. Por lo tanto, si bien el nivel de servicio cambió con el nuevo esquema, ahora es un factor determinado por una decisión gerencial.

Consecuentemente con estas mejoras en las métricas se generan ahorros al tener menos capital inmovilizado, disminuyen los costos de mantener inventarios y se cuenta con mayor espacio aprovechable en el depósito.

Luego del análisis de estas métricas, se incluyó la comparativa de otro indicador que es utilizado en la empresa, este es el almacenamiento medido en litros de pintura. Si bien no mide el requerimiento real de espacio del inventario, sí permite dar una idea más aproximada que el inventario promedio al no realizarse una valoración monetaria. Se observa como su valor disminuye en un 24% para toda la empresa, lo que se traduce en un requerimiento de espacio volumétrico mucho menor que el del esquema original.

En cuanto al Modelo de Gestión de la Innovación (MOGIT), se realizó una búsqueda de alternativas que permitan llevar a cabo o faciliten implantar las propuestas desarrolladas, como parte de uno de sus elementos clave. Se relevaron en total 4 alternativas (ver Tabla 4), y se analizó cada una mediante las especificaciones del autor en base a criterios establecidos: costo mensual, inversión

en equipos, magnitud del cambio, respuesta a las necesidades actuales, soporte disponible, necesidad de capacitaciones, costo de capacitaciones. Se buscó combinar criterios económicos, con criterios relacionados a las personas y, por último, la factibilidad de la propuesta. En base a una matriz de ponderación de criterios y calificaciones para cada alternativa, el software seleccionado fue Deonics.

**Tabla 4** Matriz de selección de alternativas tecnológicas

Criterios	Peso relativo	Track-pod	OR-Tools	Netsuite ERP	Deonics
Costo mensual	0.15	2	4	1	2
Inversión en equipos informáticos	0.05	2	4	4	4
Magnitud del cambio	0.20	3	2	1	2
Respuesta a las necesidades actuales	0.25	3	2	4	3
Soporte disponible	0.10	1	1	4	4
Necesidad de capacitaciones	0.15	2	1	1	3
Costo de capacitaciones	0.10	1	2	2	4
<b>Puntuación total</b>	<b>1</b>	<b>2.25</b>	<b>2.15</b>	<b>2.3</b>	<b>2.9</b>

La alternativa seleccionada, contribuye a la capacitación del personal de la empresa en cuanto a la gestión logística, ya que permite incorporar métricas, reportes, analíticas, y brinda soluciones de almacenamiento, ruteo y gestión de inventarios. La principal dificultad para la implantación es la necesidad de estandarizar procesos que originalmente son diferentes en cada cadena debido a su separación física. En cuanto al aprendizaje de la organización, se recomienda mantener, o aumentar, el nivel de contacto con estudiantes avanzados o profesionales y seguir desarrollando trabajos con la UNMDP. A su vez, se deben incorporar funciones que tengan como objetivo la vigilancia tecnológica del ambiente externo para generar información de calidad.

## 6. CONCLUSIONES.

La decisión de la empresa de capacitarse e incorporar conocimiento estableciendo vínculos con la UNMDP a través de pasantías y trabajos finales, motivó a realizar el presente estudio. Ello requirió en primer lugar establecer un marco formal, para poder utilizar datos reales y que los resultados de análisis sean aplicados en la empresa. Posteriormente se definió en conjunto con la empresa el objetivo del trabajo, que han podido completarse íntegramente.

Un primer relevamiento mostró que la empresa utiliza su propio conocimiento y experiencia para la toma de decisiones, al menos en cuanto a las funciones que se plantearon como objetivo para este trabajo. Además, se observó que no se utilizan métricas para la gestión logística. Este primer relevamiento indujo la premisa de que se podían utilizar modelos teóricos para gestionar tales funciones y mejorarlas, como así proponer la incorporación de métricas a la gestión.

El análisis del cumplimiento de la política original arrojó como resultado un nivel bajo. De modo que se puede decir que, en la práctica, la empresa no hace lo que se propone, ni tampoco cuenta con los medios para descubrirlo. Esto último no solo es evidente por la falta de métricas previamente comentada, sino que además la propia gerencia no puede dimensionar la falta de cumplimiento.

Los indicadores propuestos para el análisis de inventarios fueron: inventario promedio, rotación de inventarios y nivel de servicio. De cada uno de ellos, se realizó una medición con datos históricos. Se encontró que, aunque internamente no exista una clasificación de productos, estos se pueden agrupar por su importancia relativa, siendo los productos A los que más rotaban y los que representan la mayor parte del inventario. Los valores altos observados en el nivel de servicio, junto con el resto de los indicadores, pueden significar una elevada disponibilidad de stock que se contrapone a los incumplimientos en la política.

Se analizó la política de distribución de la empresa y se propuso una nueva política sin la restricción de abastecer solamente a las sucursales de una de las marcas. La distancia recorrida por los vehículos se redujo un 8%. Dadas las simplificaciones tomadas, este valor es un piso de la mejora, que potencialmente puede ser mayor.

Con esta reasignación se propuso la nueva política de inventarios para los depósitos, que indica cómo este debe abastecerse para alcanzar un nivel de servicio estipulado a través de una decisión gerencial. Se recalcularon las métricas con este nuevo esquema con un impacto directo en el nivel de capital inmovilizado, reduciendo a su vez, los costos de mantener inventario.

Una vez definida la estrategia tecnológica que permita focalizar los esfuerzos de la empresa en reforzar sus capacidades para atacar sus debilidades, se seleccionó una herramienta para que la empresa pueda aplicar no sólo las mejoras propuestas, sino también técnicas e indicadores sobre otras funciones logísticas. Se encontró, además, que la empresa debe incorporar la vigilancia tecnológica y mantener, o aumentar, el nivel de contacto con las fuentes de producción de

conocimiento y tecnología, donde se valora la incorporación de estudiantes avanzados de la UNMDP y profesionales.

Por último, se puede afirmar que la empresa analizada es una organización que “aprende”, ya que se ha verificado la aplicación del modelo de gestión de la tecnología y el desarrollo más que incipiente de los cinco elementos clave, que en suma significa que tiene capacidad de vigilar tanto su entorno como sus propias capacidades, y elabora sus estrategias de actualización tecnológica con base en las oportunidades y debilidades que en su análisis de contexto detecta.

Asimismo, toma acciones concretas para la implantación de sus estrategias y quizás la más importante de ellas tiene que ver con la diversificación en su esfuerzo por capacitarse, tanto en relación la incorporación de recursos humanos que le permiten incrementar sus capacidades, como con la incorporación de tecnologías para el apoyo a los procesos de toma de decisión.

## 7. REFERENCIAS.

- [1] Coyle, J. J., Langley, C. J., Novack, R. A., y Gibson, B. J. (2013). *Administración de la cadena de suministro: Una perspectiva logística*. Novena edición. México. Cengage Learning Editores.
- [2] Bowersox, D. J., Closs, D. J., y Cooper, M. B. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. Segunda edición. México. McGraw-Hill.
- [3] Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Quinta edición. México. Pearson Educación.
- [4] Ospina-Toro, D., Toro-Ocampo, E., Gallego-Rendón, R. A. (2018). “Solución del MDVRP usando el algoritmo de búsqueda local iterada”, *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, Vol. 1, No. 31, Mayo 2018, pág. 120-127.
- [5] Petrillo, J.D.; Dematteis, R.; Morcela, O.A.; Cabut, M. (2018). *El proceso innovador (PI) y la gestión de la innovación tecnológica (GIT)*. Apunte de Cátedra. Mar del Plata. FI-UNMDP
- [6] Dankbaar, B. (1993) *Research and technology management in enterprises: issues for community policy*, Overall Strategic Review, EUR.
- [7] COTEC (1999). *Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y la innovación para empresas*. Temaguide. Fundación COTEC. Madrid, España.
- [8] Tabone, L.; Tieri, S. (2012). *Desarrollo de un modelo de gestión de la innovación tecnológica para las MIPYME regionales Estudio de caso: El sector textil*. Trabajo Final de Carrera. Mar del Plata. FI-UNMDP
- [9] VASILACHIS DE GIALDINO, I. (2006). *Estrategias de la Investigación Cualitativa*. Primera edición. Barcelona. Gedisa.
- [10] GRUBBS, F. E. (1969). “Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples, Technometrics”, Vol. 11, No. 1, Febrero 1969, pág. 1-21
- [11] HOLMES A. (2013). *Direct Observation*. Extraído el 19 de septiembre de 2018, de [link.springer.com](http://link.springer.com)