

Artículo No. 03. Neira Santelices (2017). Gestión de Repuestos para la Venta de Servicios en las Bodegas de una Empresa Automotriz Utilizando Minería de Datos. Semilleros 4 (7), 25-38

GESTIÓN DE REPUESTOS PARA LA VENTA DE SERVICIOS EN LAS BODEGAS DE UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ UTILIZANDO MINERÍA DE DATOS

MANAGEMENT OF SPARE PARTS FOR THE SALE OF SERVICES IN THE STOREHOUSES OF A CAR COMPANY USING DATA MINING

Neira J. Brayan A.¹, Santelices M. Iván R.²

Resumen. La alta competitividad presente en las empresas del rubro automotriz genera una alta inversión en términos publicitarios y de marketing, lo que se traduce en un costo de adquisición de clientes relevante. Como consecuencia de ello, la rotación de éstos se transforma en un hecho fundamental dentro de la industria.

En la actualidad, una de las herramientas que permite potenciar el conocimiento del mercado y de los clientes es la Minería de Datos; con ésta se obtiene información anticipada de los patrones de comportamiento, dando la posibilidad de realizar campañas de servicios especiales a los clientes de una marca específica. Con la metodología CRISP-DM, se analizaron las bodegas identificando que la marca con más servicios fue Nissan. Una vez que se aplicó la metodología, se realizó un análisis de los inventarios y ventas de servicios de las sucursales para determinar las gestiones a realizar para mejorar el nivel de los inventarios.

Se concluyó que, al realizar una distribución de los repuestos efectiva de la marca entre las distintas bodegas, la tasa de retención de clientes aumentaría esperando un acrecentamiento en los niveles de satisfacción y mejora en los indicadores de gestión de repuestos.

Palabras Clave: Minería de datos, Metodología CRISP-DM, Servicios de Post-Venta, Gestión de Repuestos

Abstract. The high competitiveness present in the companies in the car sector, generates a high investment in terms of advertising and marketing, which results in the cost of acquisition of customers is relevant and as a result, the rotation of these become a fact Fundamental within the industry. Nowadays, one of the tools that allows to enhance the knowledge of the market and of the clients is Data Mining; with this one obtains anticipated information of the behavior patterns, giving the possibility to carry out campaigns of special services to the clients of a specific mark. With the CRISP-DM Methodology, the storehouses were analyzed identifying that the brand with more services was Nissan. Once the methodology was applied, an analysis of the inventories and sales of services of the branches was carried out to determine the steps to be taken to improve the level of inventories.

In conclusion, when distributing the brand's actual spare parts among the different warehouses, the customer retention rate would increase, expecting an increase in the levels of satisfaction and improvement in the spare parts management indicators.

Key Words: Data Mining, CRISP-DM Methodology, After-Sales Services, Spare Parts Management

¹ Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ingeniería Industrial, Concepción, Chile. isanteli@ubiobio.cl

INTRODUCCIÓN

La cartera de clientes es uno de los activos más importantes para una empresa automotriz, ya que está estrechamente relacionada con la venta de vehículos y los servicios de post-venta, donde se relacionan a las utilidades del negocio. Dos actividades comerciales ligadas al negocio, tienen como objetivo mantener y mejorar la cartera de clientes: la captación de clientes nuevos y la retención de clientes existentes. Pride y Ferrell (1996), afirman que: “Los esfuerzos promocionales dirigidos a retener clientes pueden ayudar a una organización a controlar sus costos porque los costos de conservar clientes por lo general son considerablemente menores que aquellos relacionados con la captación de nuevos clientes”.

El sistema de información, la inteligencia de negocios, y en especial la técnica de Minería de Datos, ocupan un lugar relevante en las ventajas empresariales y la toma de decisión de la gerencia en el sector privado. Dentro de este punto, Batini, Ceri y Navathe (1992) señalan que: “El sistema de información de una empresa es un conjunto de actividades que regulan la distribución y el comportamiento de la información, y el almacenamiento de los datos relevantes para la administración de la empresa”.

Actualmente, las empresas del sector automotriz están aplicando la minería de datos justamente para el procesamiento de volúmenes masivos de datos contenida en las bases de datos, en los que se esconde información valiosa respecto del comportamiento de compra de vehículos y los servicios. Con esto, se busca descubrir los perfiles y anticiparse a las necesidades o generar nuevos productos para los clientes. Elmasri y Navathe (2002) mencionan que: “Una base de datos es una colección de datos relacionados. Por datos, queremos decir hechos conocidos que pueden registrarse y que tienen un significado implícito”. Por otro lado, Korth, Silberschatz y Sudarshan (2006) señalan sobre la minería de datos: “El término minería de datos se refiere en líneas generales el proceso de análisis semiautomático de grandes bases de datos para descubrir patrones útiles. Al igual que el descubrimiento de conocimiento, en inteligencia artificial o el análisis estadístico, la minería de datos intenta descubrir reglas y patrones en los datos”.

Dentro de la empresa automotriz, la administración de repuestos para las distintas bodegas de las sucursales de postventa es un tema crucial para mantener un mínimo de existencia con altos niveles de servicio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro del análisis de la gestión de repuestos, se desarrollaron bases de datos multidimensionales para tener una perspectiva de la información que se encontraban en las bases de datos, transformando el sistema gestor de información (Sistema ERP: SAP) de solo ser fuente de datos a un sistema más completo de análisis profundo y eficiente, agilizando un gran número de procesos y generando descubrir patrones y tendencias no percatadas dentro de las bases de datos existentes. La extracción y almacenamiento de los datos, fueron desarrollados y analizados dentro de hojas de cálculo de Microsoft Excel. Esto permitió que los procesos en la toma de decisiones que se desarrollan dentro de la empresa tengan una mayor cantidad de información de soporte, habiendo dado a la información un sentido, convirtiéndola de solo datos a conocimiento. La minería de datos se encarga del análisis de esta información, iniciando con un proceso de extracción y transformación de la información, creación de la estructura multidimensional apropiada para la muestra de datos y la aplicación de la minería de datos. Dentro de este mismo punto, se pudo tomar enormes bases de datos, la mayor parte de ellos desestructurados, aplicar conocimientos para recopilar, extraer y procesar la información relevante que contienen, hasta detectar patrones comunes con los que se generan modelos predictivos para establecer líneas estratégicas para definir nuevos servicios para el cliente y generar el plan de abastecimiento para las distintas bodegas de postventa de la empresa.

METODOLOGÍA CRISP DM

Tomando en cuenta la gran cantidad de información que se maneja dentro de la empresa automotriz y el progreso tecnológico de la última década, se han creado diferentes metodologías para realizar un análisis utilizando minería de datos, estableciendo ciertos parámetros que se deben cumplir. Dentro de todas las metodologías existentes, se eligió la CRISP-DM por sus siglas en inglés: Cross-Industry Standard Process for Data Mining, que mantiene una perspectiva más amplia y flexible que permitió aplicarla a la investigación sin importar el tamaño de los datos. El ciclo de esta metodología consta de seis fases, cuya sucesión no es rígida, y se puede mover entre ellas siempre que se requiera. Las flechas indican la dependencia más importante y frecuente entre las fases. El círculo exterior simboliza la naturaleza cíclica de los proyectos de minería de datos. En la Figura 1, se esquematiza el ciclo de vida de un proyecto desarrollado con la metodología.

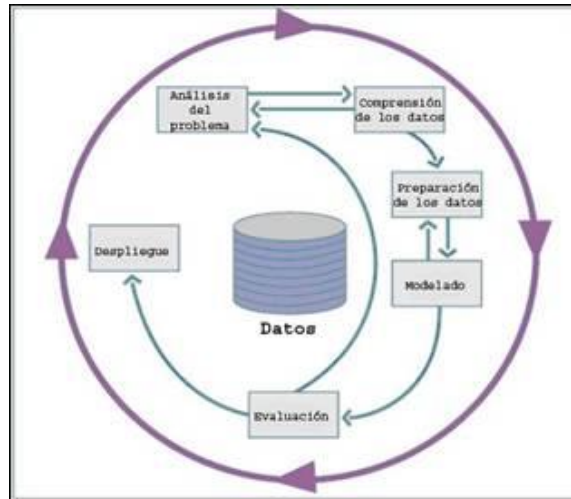


Figura 1: Fases de la Metodología CRISP-DM

AGRUPACIÓN EN FAMILIAS

Las bodegas de postventa se agruparon por zona en donde se encuentran emplazadas en las distintas ciudades del país. Con el fin de mantener la confidencialidad de la empresa, se designaron números a las distintas bodegas y letras a las zonas de las sucursales que se tienen a marzo 2017 que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Clasificación de Zonas según Bodegas

	Zona				
	S	L	C	SR	BC
Bodegas	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	
	3	3	3		
	4	4			
	5	5			
	6				
	7				
	8				

RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación, corresponden a la utilización de la metodología descrita anteriormente. Con el fin de mantener la confiabilidad de la empresa, los datos relacionados a la valoración en pesos chilenos son aproximados a miles de pesos para permitir una visión cercana a la realidad.

Se pudo separar el inventario disponible según la valoración por marca de cada uno de los repuestos disponibles para la venta. De esta manera, se pudo precisar qué marcas de repuestos que representaban el mayor esfuerzo monetario. Además, se delimitó el objeto de estudio de este proyecto, la marca Nissan. Sobre ellos se lleva a cabo la discusión en el punto 4.

En la Tabla 2, se presenta el inventario de repuestos valorado por zona para Marzo de 2017 en MM\$ además de su equivalencia en porcentaje dentro del total, donde el universo corresponde a un total aproximado de MM\$501.

Tabla 2: Inventario Valorado de Repuestos Marzo 2017 (en MM\$ y en %)

Bodega	Zonas					Zonas				
	S	L	C	SR	BC	S	L	C	SR	BC
1	36	16	22	37	19	7,1	3,1	4,3	7,5	3,8
2	9	13	29	14		1,9	2,6	5,8	2,7	
3	13	24	110			2,5	4,8	22,0		
4	39	19				7,7	3,9			
5	16	31				3,3	6,2			
6	7					1,3				
7	16					3,1				
8	32					6,3				
Total Zonas	167	103	161	51	19	33,3	20,5	32,2	10,2	3,8
Total General	501					100				

Al seleccionar la zona con más porcentaje de inventario para trabajar en la gestión de repuestos, no se encontró una zona que predomine por sobre las demás. Por lo tanto, se desglosaron las bodegas en los repuestos que se poseían por marca. En la Figura 2, se observó que en Marzo 2017, la marca con mayor presencia en porcentaje es Nissan. Dentro de la significancia del inventario, se completa por: Otras Marcas con un 12 por ciento, Kia Motors y Ford, ambas con un nueve por ciento, Volkswagen con un seis por ciento, Honda y Mitsubishi con un cinco por ciento y Ssangyong con un cuatro por ciento.

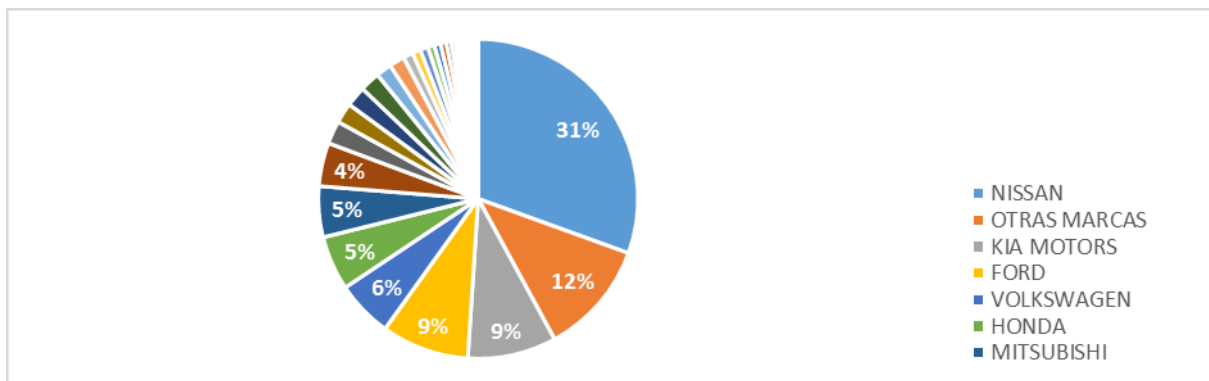


Figura 2: Inventario Valorizado por Marca para Marzo 2017 (en %)

Se buscaron datos históricos para saber si la marca Nissan tuvo un mayor porcentaje por alguna estacionalidad del mes, ya que el inventario de repuestos se encontraba disponible para suplir la demanda de los servicios realizados en las distintas bodegas de post-venta de la empresa. Los datos recopilados fueron desde Enero 2016 a Marzo 2017, se muestran gráficamente en la Figura 3.

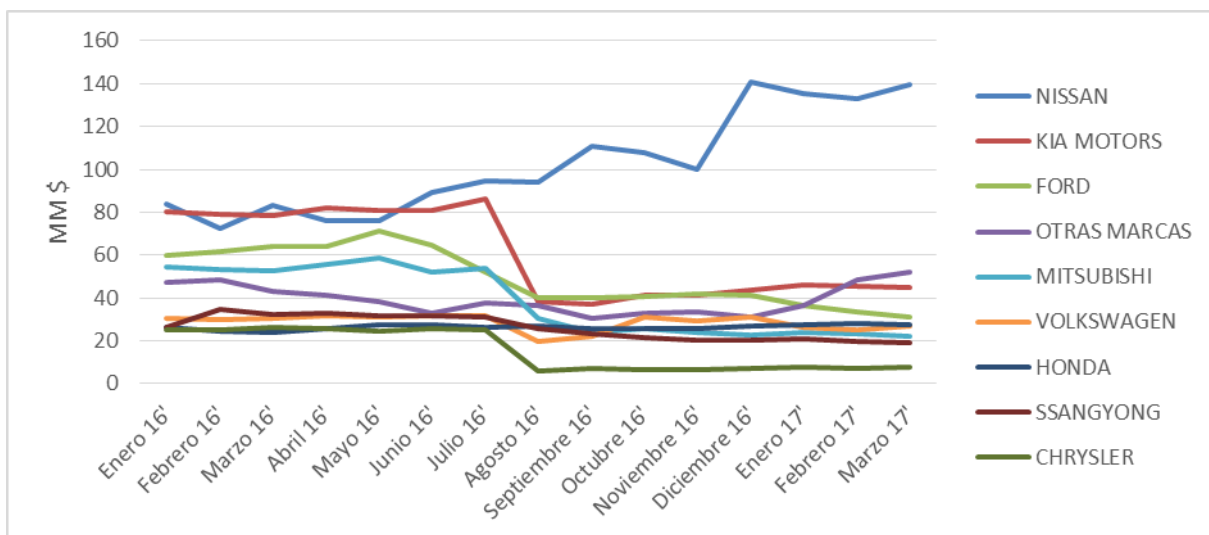


Figura 3: Inventario Valorizado por Marca desde Enero 2016 – Marzo 2017 (en MM\$)

Se observó que la marca Nissan, durante los anteriores 12 meses móviles de Marzo 2017, tuvo un incremento del 67,5 por ciento de repuestos en las bodegas y sigue a la alza, por lo que notaron dos fenómenos:

- Se compran repuestos que serán utilizados para los distintos trabajos comprometidos, los cuales no se efectúan y los repuestos no se devuelven a la marca quedando en las bodegas como inventario disponible.
- Aprovisionamiento de repuestos para futuros trabajos a vehículos de un modelo en particular.

Estos datos recibidos del sistema, se obtuvieron del universo de datos en base a una población normal; dentro de la desviación estándar de un 4,93 por ciento, teniendo un intervalo de confianza del 95 por ciento de: (23,83%; 33,69%).

Para el cálculo de la desviación estándar, se aplicó la fórmula (1) y para el cálculo del intervalo de confianza para la media al 95 por ciento de confianza, conociendo la desviación típica de la población en una variable aleatoria normal; con un z de un 1,96, se aplicó la fórmula (2) que se detallan a continuación.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

$$\left(\bar{x} \mp \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \times z_{\alpha/2} \right) \quad (2)$$

Analizando la marca Nissan para las bodegas que comercializan servicios exclusivos para los modelos vendidos por la empresa, se puede observar en la Figura 4 que la participación de los repuestos Nissan en las bodegas, estaban concentrados en 5 sucursales. Éstas se ubican en las zonas de: S, L, C. durante el período: Enero 2016 a Marzo 2017.

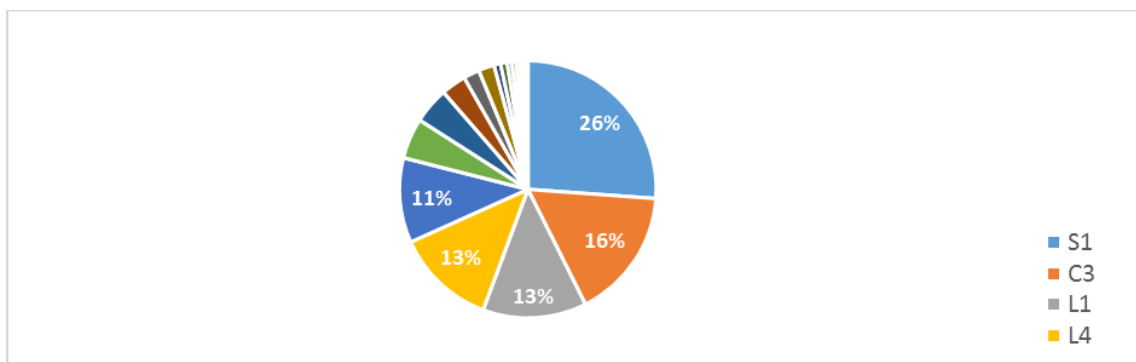


Figura 4: Participación de Inventario Valorizado de Repuestos Nissan en Bodegas desde Enero 2016 – Marzo 2017 (en %)

Dentro de la amplia diversidad de venta de vehículos y servicios para las distintas marcas que comercializa la empresa, cabe destacar que, cada una de las sucursales tiene una especialización en una marca en particular. En la Tabla 3 se identifica si la sucursal por zona es especialista en la marca Nissan, que se encuentra en estudio.

Tabla 3: Sucursales que comercializan servicios Nissan

Bodega	Zonas				
	S	L	C	SR	BC
1	X	X	X	-	-
2	-	-	X	-	
3	-	-	X		
4	X	X			
5	X	-			
6	-				
7	X				
8	-				

En la Figura 5, se muestra la relación de las sucursales en el inventario disponible de la marca Nissan en comparación al total que se posee en las distintas sucursales.

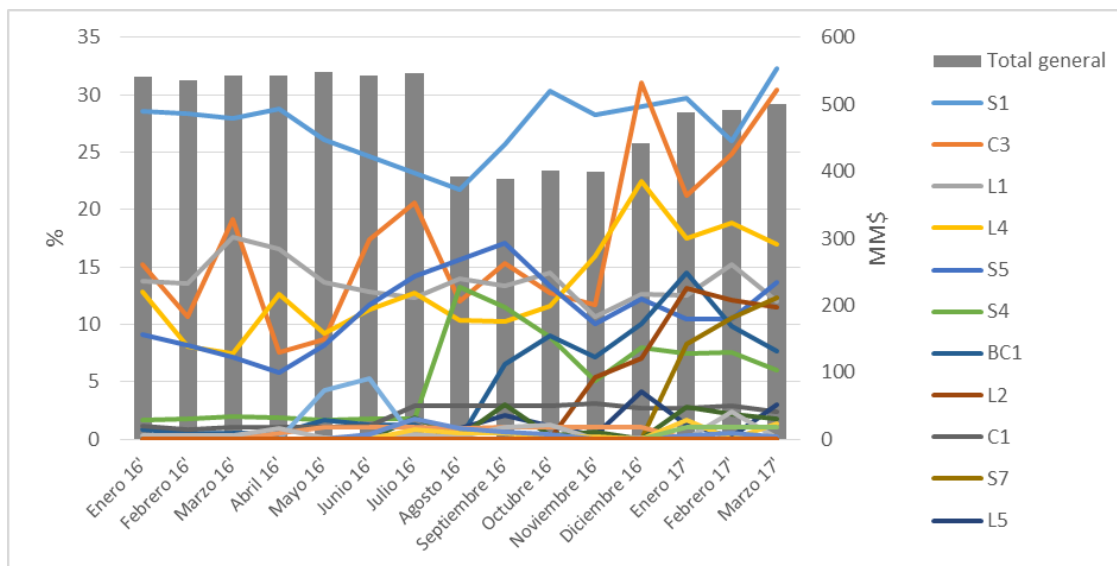


Figura 5: Inventario Disponible (en %) vs Inventario Valorizado (MM\$) de Repuestos Nissan en Bodegas desde Enero 2016 – Marzo 2017

DISCUSIÓN

Dentro de la relación que existe entre: la especialización de la sucursal para ofrecer los servicios a los vehículos y el inventario disponible con el cual se da cumplimiento a las órdenes de trabajo; cabe señalar, que la administración de los repuestos en las distintas bodegas son para las ventas que tienen o tendrán en las distintas sucursales. Se presenta en la Figura 6, las ventas de servicios Nissan en las distintas sucursales de postventa.

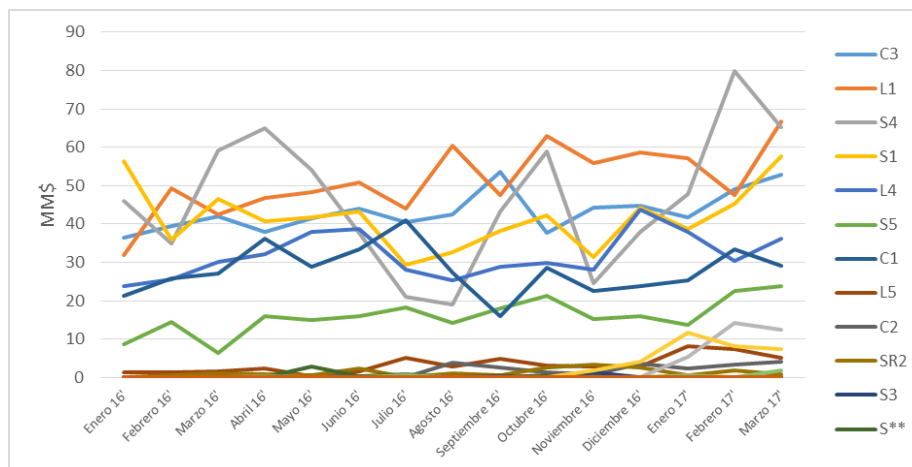


Figura 6: Ventas de Servicios Nissan en Sucursales desde Enero 2016 – Marzo 2017 (en MM\$)

El 27,3 por ciento de las ventas por los servicios generados, son para la marca Nissan, dentro del cual:

- El valor máximo de venta de servicios fue de un 100 por ciento para la sucursal S5 en enero 2016, donde esta sucursal es especialista en esta marca.
- El valor mínimo de venta de servicios fue de un 0 por ciento para las sucursales de: S3, S8, SR1, S6; las cuales no tienen especialización en esta marca.
- El promedio de venta de servicios fue un 27,3 por ciento.
- La sucursal S8 es la fusión de la sucursal S* y S** que ocurrió en Enero 2017, para dejar solo una sucursal dentro de la ciudad.

En la Figura 4 mostrada en el punto 3, se muestra que el 80 por ciento de los repuestos se concentraban en cinco sucursales. En base al análisis de los repuestos correspondientes a Nissan respecto del inventario disponible, y también de la venta total generada con respecto a la venta de servicios Nissan para Marzo 2017, se consideran las bodegas que tienen mayor cantidad de repuestos disponibles para la atención a vehículos con respecto a la venta en la Tabla 4.

Tabla 4: Sucursales de Venta de Nissan en: Inventario Disponible – Inventario Repuestos Nissan – Ventas Totales – Ventas de Servicios Nissan para Marzo 2017 (en MM\$)

Bodega	Inventario Disponible	Inventario Repuestos Nissan	Ventas Totales	Ventas Servicios Nissan
S1	35,70	32,25	58,64	57,53
C3	110,18	30,45	339,16	52,85
L1	15,52	12,05	71,46	66,64
L4	19,49	17,04	66,36	36,23
S5	16,43	13,62	24,67	23,85

De los datos mostrados en la Tabla 4, se pudo señalar que:

- En la zona S: el promedio de inventario de repuestos Nissan para las dos sucursales, correspondiente a un 87 por ciento, donde el mayor porcentaje de repuestos de la marca es en la sucursal S1 que posee un 90 por ciento y la sucursal S5 un 83 por ciento.
- En la zona S: el promedio de las ventas generadas totales correspondiente a un 97 por ciento son íntegramente para la marca Nissan; ya que se tiene un 98 y 97 por ciento para la sucursal S1 y S5 respectivamente que corresponde a los servicios atendidos para la marca.
- En la zona L: el promedio de inventario disponible de repuestos Nissan en las dos sucursales corresponde a un 83 por ciento que es mayor al 78 por ciento de la sucursal L1 y menor al 87 por ciento de la sucursal L4.
- En la zona L: para el promedio de venta de servicios Nissan ocurre una situación similar que para los repuestos de la marca. El 74 por ciento corresponde a las ventas promedio de las dos sucursales, teniendo un 93 por ciento de la venta para la sucursal L1 y un 55 por ciento para la marca en la sucursal L4.
- En la zona C: la única sucursal de Nissan correspondiente a la C3, se encuentra que el 28% de los repuestos corresponden a la marca y el 16 por ciento de las ventas son para la especialización que se tiene en la sucursal.

Con el inventario ubicado en las sucursales que poseen mayor cantidad de repuestos de la Tabla 4 y el inventario valorizado por marcas de la Figura 3, se deduce que se mantienen repuestos de clasificación obsoletos y de baja rotación en la empresa, para satisfacer las necesidades de vehículos del año 2013 hacia el pasado. Mize, Brooks y White (1982) señalan que: “los inventarios deberán mantenerse siempre que exista falta de sincronización en los siguientes pares de elementos: 1) el proveedor de materias primas y nuestro proceso de producción 2) etapas consecutivas dentro del proceso de producción 3) el proceso de producción y la demanda del producto”. Por otro lado, Fogarty, Blackstone y Hoffmann (1994) mencionan sobre las decisiones en el inventario: “En todo momento, las decisiones referentes al inventario están entrelazadas con las decisiones de planeación de capacidad, con las estructuras de planeación a largo, mediano o corto plazo, así como en las fases de

ejecución y control de la administración de las operaciones”. Con esto, se observó la tendencia a mantener inventario de repuestos que no se utilizaran en el corto plazo esperando que se requiera de éste para el vehículo del modelo indicado. Sin embargo, para la marca Kia Motors se tiene un sistema reactivo al momento de requerir repuestos para cubrir las necesidades de repuestos para los distintos trabajos de servicios. Adam y Ebert (1991), en relación a llevar un sistema reactivo de inventario, mencionan: “Reduce los inventarios y costos porque maneja sólo aquellos artículos y componentes que se necesitan – ni más ni menos.”, al llevar este tipo de sistema el inventario de repuestos Nissan tenderá a la baja sin tener que incurrir al mantenimiento de este en las distintas sucursales, por lo tanto, se debiese llevar este tipo de metodología para reducir los criterios económicos de la administración de los inventarios en los costos relevantes. Así lo afirman Schroeder, Meyer y Rungtusanatham (2011) sobre los costos de inventario: “A la luz de los costos de: artículo, ordenamiento, mantenimiento y de faltantes; debe ser aparente la razón por la cual las empresas no desean mantener más inventario del necesario para atender a sus clientes”.

Un punto determinante para poder mejorar la gestión de los inventarios dentro de las distintas sucursales, es mejorar las decisiones estratégicas dentro de la estructura de Gerencia de Post-Venta; para esto, se propone rediseñar la estructura que se encuentra actualmente. En la Figura 7, se presenta la estructura que se posee juntamente con la propuesta de organización de los cargos de la Gerencia.

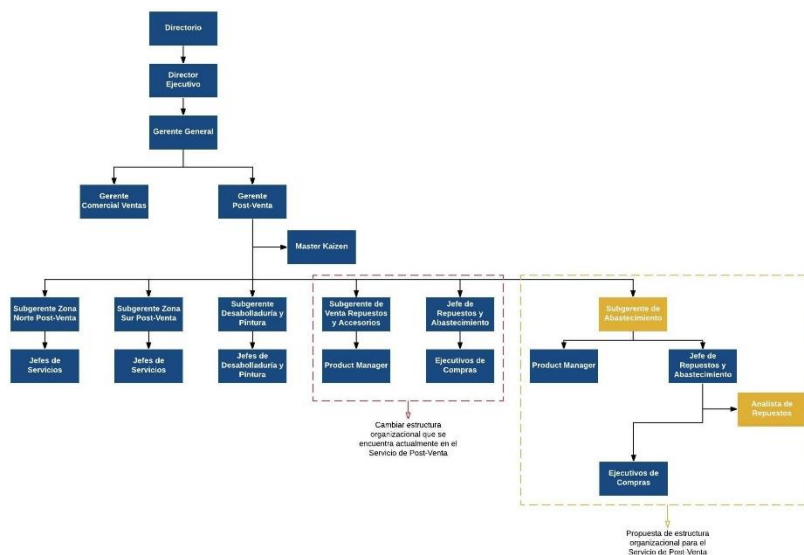


Figura 7: Organigrama actual del Servicio de Post-Venta con la propuesta de rediseño de la Gerencia

Dentro de esta nueva estructura organizacional de la Gerencia de Post-Venta, se cuenta con poder crear el cargo de Ingeniero de Inventarios o Analista de Repuestos; donde sus principales funciones serían:

- Mantención de los inventarios de las distintas bodegas.
- Definir mecanismo de procesamiento de resultados para validar correcta realización de inventarios rotativos.
- Elaboración de informes semanales y mensuales, para la administración de mantenimiento y aprovisionamiento de repuestos en las distintas bodegas.

El motivo de tener este cargo, es poder disminuir la cantidad de repuestos obsoletos y de baja rotación de la marca Nissan de las cinco bodegas en estudio a través de los análisis semanales de los inventarios en las bodegas. En la Tabla 5, se puede apreciar la cantidad de repuestos del inventario total y de la marca en las distintas categorías de consumo para los trabajos a realizar de post-venta.

Tabla 5: Bodegas de Repuestos de Nissan en las distintas categorías para Marzo 2017 (en MM\$)

Inventario	Bodega				
	S1	C3	L1	L4	S5
Repuestos Obsoletos	5,2	10,5	3,6	2,9	2,4
Repuestos de Baja Rotación	9,3	27,4	4,3	2,3	4,9
Repuestos de Media Rotación	5,8	18,4	2,8	2,8	3,7
Repuestos de Alta Rotación	11,1	47,0	3,7	10,1	5,0
Repuestos Nuevos	4,2	6,9	1,2	1,4	0,5
Repuestos Obsoletos Nissan	3,9	0,8	2,9	2,9	2,1
Repuestos de Baja Rotación Nissan	8,2	4,0	2,6	1,9	3,1
Repuestos de Media Rotación Nissan	5,4	3,5	2,2	2,0	3,3
Repuestos de Alta Rotación Nissan	10,9	19,6	3,6	9,0	5,0
Repuestos Nuevos Nissan	3,9	2,6	0,7	1,2	0,1

Cabe señalar que al no realizar utilización de los repuestos que se encuentran en las bodegas, éstos cambian de categoría, empezando como “nuevo” hasta llegar a “obsoleto”. Teniendo en cuenta esto, se debe hacer gestión y énfasis en la bodega L4, ya que, el 84,8 por ciento del inventario de la categoría baja rotación son repuestos Nissan y al no ser utilizados se convertirán en repuestos obsoletos con el paso del tiempo. Mientras que, el 100 por ciento de los repuestos obsoletos son de la marca Nissan en esta bodega. Caso similar ocurre en la bodega S5 con los repuestos obsoletos, ya que el 86,2 por ciento son repuestos Nissan que tienen que ser utilizados antes de fin de año o tendrán que ser regalados o destruidos para liberar inventario. Y por último, la bodega S1 tiene un 87,3 por ciento de repuestos Nissan en la categoría baja rotación los cuales al no tener asignado algún trabajo, serán repuestos obsoletos.

CONCLUSIONES

De lo mostrado anteriormente: materiales y métodos, resultados y su discusión, se pueden obtener las siguientes conclusiones referentes a la gestión de repuestos utilizando Minería de Datos:

- El rol que juegan los inventarios dentro de la empresa automotriz es de vital importancia para la misma, dado que representa el capital de trabajo en los servicios de post-venta.
- Se puede detectar cuáles son las marcas comercializadas en las distintas sucursales a partir de los datos históricos y poder realizar pronósticos de ventas. Entonces, se puede establecer el plan de compra de los repuestos más utilizados y generar un inventario de seguridad.
- El seguimiento administrativo en la compra de los repuestos que se requieren para los distintos servicios, presenta una constante oportunidad de mejora en el sistema de control de inventarios utilizando herramientas de gestión como por ejemplo: Justo a Tiempo para utilizar los repuestos en los distintos servicios según plazos establecidos.
- Asimismo, el realizar un servicio en los plazos establecidos hace efectivo el propósito de entregar el vehículo al cliente según lo estipulado. Con esto, se logra un acierto en la consecución de los trabajos generando poder llevar un indicador de eficacia sobre el grado de satisfacción de los clientes con relación a los trabajos comprometidos.
- La fidelización del cliente se logra no solo con un buen servicio, sino también, generando en él la confianza de que se utilizan buenas prácticas para gestionar la empresa y entregar un resultado que cumpla satisfactoriamente sus requisitos. Donde es importante llevar un indicador de eficiencia con respecto al tiempo de trabajo del servicio para saber cómo se hicieron los servicios y medir el rendimiento de los recursos utilizados en los mismos.

La aplicabilidad de la minería de datos en sistemas de gestión de inventarios depende de gran medida de la herramienta y del tratamiento de los datos que se requieran analizar. La minería de datos puede contribuir significativamente en las aplicaciones de administración empresarial basada en la relación con el cliente. Se debe tener en cuenta que, a pesar que la metodología elegida en este estudio no brindó un resultado esperado total, sí ayudó a confirmar la distribución de los repuestos y ventas de servicios en las distintas bodegas de la empresa.

El desarrollo de este estudio no solo implicó un análisis profundo de los requerimientos del sistema, sino que además incluyó el estudio de una metodología de minería de datos en conjunto con herramientas adicionales para la administración de la base de datos. Con esto, se determinó que la técnica de análisis de datos utilizada permitió señalar la creación de un cargo dentro de la organización para obtener información útil para la toma de decisiones sobre la gestión de repuestos en las distintas bodegas de la empresa.

REFERENCIAS

Adam, E. E.; Ebert, R. J. (1991). *Administración de la Producción y las Operaciones: Conceptos, modelos y funcionamiento*. 1° ed. México, D.F. / Pearson.

Batini, C.; Ceri, S.; Navathe, S. (1992). *Diseño conceptual de bases de datos: Un enfoque de Entidades-Interrelaciones*. 1° ed. Massachusetts / Addison-Wesley/Diaz de Santos.

Connolly, T.M.; Begg, C.E. (2005). *Sistemas de Bases de Datos: Un enfoque práctico para diseño, implementación y gestión*. 4° ed. Madrid / Pearson.

Elmasri, R.; Navathe, S. (2002). *Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos*. 3° ed. Madrid / Pearson

Fogarty, D.W.; Blackstone, J.H.; Hoffman, T. R. (2001). *Administración de la Producción e Inventarios*. 2° ed. México, D.F. / Compañía Editorial Continental.

Korth, H.; Silberschatz, A.; Sudarshan, S. (2006). *Fundamentos de Bases de Datos*. 5° ed. México, D.F. / McGraw-Hill.

Mize, J. H.; Brooks, G. H.; White, Ch. R. (1982). *Planificación y Control de Operaciones*. 1° ed. Barcelona / Prentice/Hall Internacional.

Pride, W.M.; Ferrell, O.C. (1996). *Marketing Conceptos y Estrategias*. 9° ed. México, D.F. / McGraw-Hill.

Schroeder, R.G.; Meyer, G.S.; Rungtusanatham, M.J. (2011). *Administración de Operaciones: Conceptos y casos contemporáneos*. 5° ed. México, D.F. / McGraw-Hill.