



**“REDISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS
PARA SINOMAQ S.A.: AUMENTANDO EL NIVEL DE SERVICIO
Y OPTIMIZANDO EL STOCK DE REPUESTOS”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Supply Chain Management**

Presentado por

Sr. Daniel Osman Calle Mendivel

Sr. Freddy Matute Miranda

Sr. Ever Joel Yampasi Choque

Asesor: Profesor Gabriel del Castillo Mory

2016

A nuestras familias que vieron nuestro
esfuerzo y a la plana docente que lo exigió.

Resumen ejecutivo

El proyecto “Rediseño del modelo de gestión de inventarios para Sinomaq S.A.: Aumentando el nivel de servicio y optimizando el *stock* de repuestos”, surge como parte de una decisión estratégica de la empresa Sinomaq S.A. con el fin de diferenciarse en el servicio brindado a sus principales clientes, ya que en los últimos años se han reportado quejas por la desatención de repuestos y consumibles debido a –en su mayoría– quiebres de *stock* (*stockout*), por lo que se trazó como objetivo lograr un manejo eficiente de los inventarios en el área de almacén central, que garantice una entrega oportuna y sin errores hacia el cliente.

Para conseguir el éxito del proyecto, se consideró como criterios clave: El rediseño del actual modelo de gestión de inventarios, identificar las variables que permitan aumentar el nivel de servicio y el cumplimiento del presupuesto establecido, con lo cual se alcanzará una mayor rentabilidad.

Índice de contenidos

Índice de tablas	vii
Índice de gráficos	ix
Índice de anexos	xi
Capítulo I. Introducción	1
Capítulo II. Sector y organización	2
1. Análisis del macroentorno.....	2
1.1. Factores económicos	2
1.2. Factores demográficos y socioculturales	4
1.3. Factores internacionales y globales.....	6
1.4. Factores tecnológicos-innovación.....	8
1.5. Factores climatológicos.....	8
2. Análisis del microentorno: 5 fuerzas de Porter	9
2.1. Poder de los consumidores.....	9
2.2. Poder de los proveedores	10
2.3. Riesgo de ingreso de nuevos competidores	10
2.4. Amenaza de productos sustitutos	12
2.5. Rivalidad entre competidores.....	12
Capítulo III. Análisis interno de la organización	14
1. Descripción de la empresa	14
2. Análisis estratégico de la empresa	14
2.1. Análisis FODA.....	14
2.2. Misión y visión.....	15
2.3. Objetivos estratégicos	15
2.4. Estrategia de Sinomaq S.A.....	16
3. Situación actual	16
4. Organización actual de Sinomaq S.A.....	17
5. Cadena de valor de Sinomaq S.A.....	18

5.1. Actividades primarias o principales	18
5.2. Actividades de apoyo o auxiliares.....	18
Capítulo IV. Planteamiento de la problemática	21
1. Identificación de los procesos críticos	21
1.1. Criterios de evaluación.....	21
1.2. Definición del problema.....	22
1.3. Priorización de procesos críticos.....	29
1.4. Oportunidades de mejora	30
Capítulo V. Diseño y evaluación de la propuesta de mejora.....	32
1. Clasificación de repuestos.....	32
1.1. Dimensiones para la clasificación de los artículos.....	32
1.1.1. Clasificación ABC por ventas valorizadas.....	32
1.1.2. Clasificación según variabilidad	33
1.2. Matriz de clasificación	35
2. Análisis de la demanda.....	39
3. Análisis del <i>lead time</i>	41
4. Nivel de servicio	43
5. Definición del modelo de inventarios	46
6. <i>Project charter</i> del modelo propuesto.....	48
7. EDT del modelo de gestión de inventarios propuesto.....	50
8. Análisis de riesgos	51
8.1. Identificación de riesgos	51
8.2. Identificación, estimación y priorización de riesgo	52
8.3. Respuesta a riesgos	54
9. Evaluación del modelo.....	56
9.1. Efecto de la mejora en el nivel de servicio.....	56
9.2. Efecto de la redistribución del inventario	59
9.3. Inversión necesaria.....	59
9.4. Evaluación de la viabilidad del proyecto	60

Conclusiones y recomendaciones	61
1. Conclusiones	61
2. Recomendaciones.....	61
Bibliografía	62
Anexos	64
Nota biográfica	86

Índice de tablas

Tabla 1.	Producción mundial de vehículos 2000 – 2014 (incluye vehículos comerciales ligeros, vehículos de pasajeros, microbuses, camiones y autobuses).....	12
Tabla 2.	Análisis FODA de Sinomaq S.A.	15
Tabla 3.	Estrategia actual de Sinomaq S.A.	16
Tabla 4.	Clasificación de SKU por rotación Sinomaq S.A.....	24
Tabla 5.	Margen y activo 2011-2014 Sinomaq S.A.	26
Tabla 6.	Matriz de decisión tabulada por opinión de expertos Sinomaq S.A.....	28
Tabla 7.	Clasificación motivo de rotura y pesos porcentuales Sinomaq S.A.	30
Tabla 8.	Aplicación de las 5S: Iniciativas de mejora del performance de la operación	31
Tabla 9.	Clasificación ABC - Ventas valorizadas Sinomaq S.A.	33
Tabla 10.	Clasificación por variabilidad de ventas Sinomaq S.A.	35
Tabla 11.	Matriz de clasificación bidimensional Sinomaq S.A.....	35
Tabla 12.	Resumen de reclasificación de los SKU - Sinomaq S.A.	37
Tabla 13.	Nueva Clasificación de SKU por cantidades acumuladas.....	37
Tabla 14.	Data obtenida para el cálculo del pronóstico de la demanda 2015.....	41
Tabla 15.	Resultados de pruebas de bondad de ajuste a una curva normal del <i>lead time</i> de proveedores locales	43
Tabla 16.	Resultados de pruebas de bondad de ajuste a una curva normal del <i>lead time</i> de proveedores foráneos (importación).....	43
Tabla 17.	Disponibilidad de unidades de SKU según nueva clasificación durante el 2015 ..	45
Tabla 18.	Modelos de inventario según nueva clasificación	46
Tabla 19.	<i>Project charter</i> de la propuesta.	48
Tabla 20.	Riesgos identificados del proyecto	52
Tabla 21.	Matriz de probabilidad-impacto	53

Tabla 22.	Cuantificación de riesgos	54
Tabla 23.	Medidas tomadas para mitigar los riesgos.....	55
Tabla 24.	Comparativo del nivel del servicio, actual y propuesto.....	56
Tabla 25.	Comparativo del costo total de inventario anual.	59
Tabla 26.	Inversión necesaria para implementar el proyecto.	59
Tabla 27.	Evaluación económica del proyecto.	60

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Evolución del PBI 2000-2015	2
Gráfico 2.	Evolución del PBI sector transporte 2000 - 2014.....	3
Gráfico 3.	Evolución del parque automotor por tipo de transporte 1988 - 2014	4
Gráfico 4.	Indicador evolución del PBI por departamentos 2001 - 2011	5
Gráfico 5.	Expansión de centros comerciales por ciudades.....	6
Gráfico 6.	Crecimiento del PBI: economía mundial.....	7
Gráfico 7.	Inflación 2015 - Países Sudamérica.....	7
Gráfico 8.	Evolución del PBI sector construcción 2000 - 2014	10
Gráfico 9.	Participación en el mercado segmento minibuses – 2014	11
Gráfico 10.	Participación en el mercado segmento camiones semimedios – 2014	11
Gráfico 11.	Organigrama general de Sinomaq S.A.	17
Gráfico 12.	Cadena de valor de Sinomaq S.A.	19
Gráfico 13.	Cadena de suministro de Sinomaq S.A.	20
Gráfico 14.	Vista aérea del almacén de Sinomaq S.A.	22
Gráfico 15.	Vista de pasadizo del almacén Sinomaq S.A.	23
Gráfico 16.	Vista de repuestos con signos de obsolescencia en almacén Sinomaq S.A.....	23
Gráfico 17.	Vista de zona de estanterías con repuestos sin rotación en almacén Sinomaq S.A.	24
Gráfico 18.	Ventas perdidas por quiebres de <i>stock</i> Sinomaq S.A.	25
Gráfico 19.	Ventas perdidas por clasificación ABC Sinomaq S.A.	26
Gráfico 20.	Evolución del ROI 2011-2014 Sinomaq S.A.	27
Gráfico 21.	Inventario vs ventas 2011-2014 Sinomaq S.A.	27
Gráfico 22.	Índice de rotación de inventarios 2011-2014 Sinomaq S.A.	28
Gráfico 23.	Diagrama causa-efecto del problema principal de roturas de <i>stock</i>	29

Gráfico 24.	Metodología de las 5S	31
Gráfico 25.	Nueva Clasificación de SKUs	38
Gráfico 26.	Comportamiento de la demanda, ventas y pronóstico de ventas Aceite Rimula R4X 15W40 Cilindro (55 Gln).....	39
Gráfico 27.	Calidad de datos para <i>lead time</i> proveedores locales utilizando Watson Analytics..	42
Gráfico 28.	Calidad de datos para <i>lead time</i> proveedores foráneos (importación) utilizando Watson Analytics.....	42
Gráfico 29.	Disponibilidad de unidades x SKU 2015	44
Gráfico 30.	EDT del modelo de gestión de inventarios propuesto	50

Índice de anexos

Anexo 1.	Data para el cálculo de la demanda	65
Anexo 2.	Comparativo de métodos de pronóstico según MAPE	67
Anexo 3.	Data de registro de O/C	70
Anexo 4.	Disponibilidad de unidades de SKU en el 2015	72
Anexo 5.	Estadísticos y pruebas de bondad de ajuste para el <i>lead time</i>	73
Anexo 6.	Distribución de frecuencia <i>lead time</i> por proveedor.....	75
Anexo 7.	Cuadro tabulado de la distribución normal.....	76
Anexo 8.	Sistema de control de inventarios utilizados en el modelo propuesto	78
Anexo 9.	Margen de Contribución y Mezcla de Ventas de Repuestos Periodo 2015.....	82
Anexo 10.	Valoración de Ventas Perdidas.....	84

Capítulo I. Introducción

Sinomaq S.A. es una empresa peruana dedicada a la comercialización y servicio postventa de maquinaria de distintas marcas como Lonking, Yto, Faw y Yutong, todas ellas procedentes de China. La empresa tiene como estrategia de negocio lograr la diferenciación a través de la oferta de un servicio de calidad hacia el cliente, lo cual implica brindar un adecuado soporte técnico, considerando la atención oportuna de repuestos en óptimas condiciones y garantizando un alto nivel de servicio.

En la actualidad, la empresa presenta una deficiente gestión de inventarios, lo que ocasiona problemas en el área de almacén y distribución por los constantes quiebres de *stock (stockout)*, provocando que el nivel de servicio de Sinomaq S.A. se encuentre por debajo del promedio, debido a la errónea definición de la estrategia comercial y a la inadecuada gestión de la demanda. Todo esto conlleva un alto nivel de aprovisionamiento descuidando repuestos de baja rotación, lo que genera un pésimo estado de conservación.

Por ello surge la necesidad de rediseñar el modelo de gestión de inventarios, de tal manera que garantice un adecuado nivel de rotación de inventario, aumentando así el nivel de servicio y la rentabilidad de Sinomaq S.A.

Capítulo II. Sector y organización

Al ser este el capítulo el primero en trabajarse, se empezó a estructurar en Junio del 2015 y se tomó data disponible anterior a esta fecha, algunos de los cuales fueron mensuales y otros anuales, data de este tipo está relacionada con:

Anuales: Evolución del PBI Peruano, Inflación en Sudamérica, Producción mundial de vehículos, Venta de unidades x marca de vehículos en Perú (2014)

Mensuales:

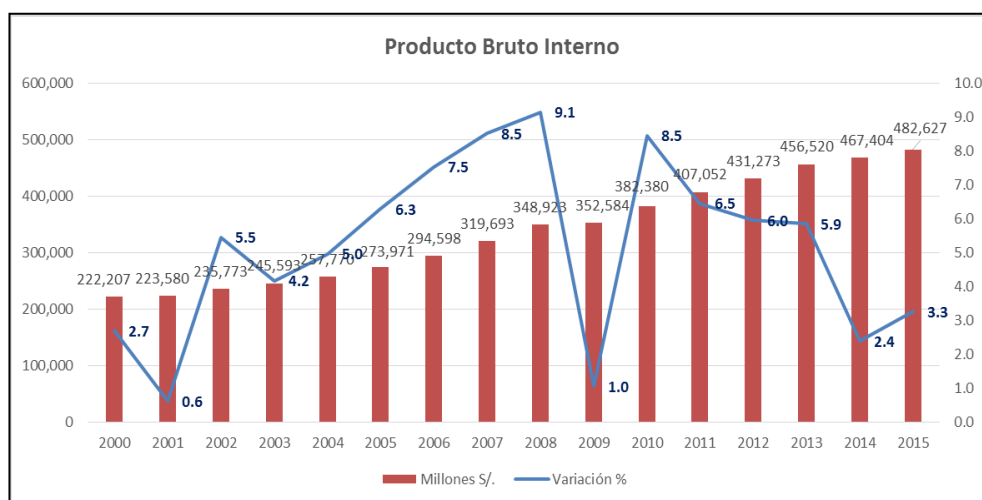
Indicadores Macroeconómicos del País, sector económico al que pertenece (Venta de Maquinarias y repuestos) y los sectores al que atiende (Transporte y Construcción), evolución del PBI, indicadores macroeconómicos comparados con otros países.

1. Análisis del macroentorno

1.1. Factores económicos

En líneas generales, la evolución de la economía peruana en los últimos quince años ha sido favorable, esto se refleja claramente en el Producto Bruto Interno (PBI), el cual ha mantenido un crecimiento constante, tal como se aprecia en el gráfico 1.

Gráfico 1. Evolución del PBI 2000-2015



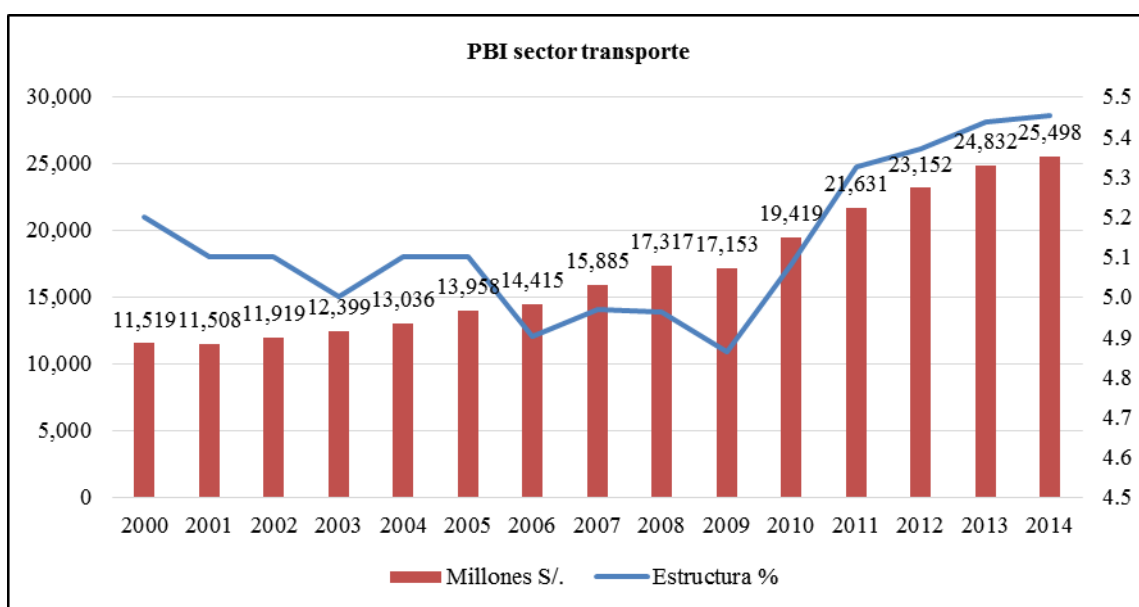
Fuente: INEI y BCR. Elaboración propia.

El crecimiento económico sostenido del Perú de los últimos años no fue ajeno al sector transporte, el cual presentó un crecimiento sostenido, como se muestra en el gráfico 2.

El monto del PBI del sector transporte tiene un crecimiento anual acorde a las cifras presentadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

En el gráfico 2 se muestra que desde inicios del año 2000 el crecimiento en valores absolutos del sector transporte está en constantemente incremento, así como su contribución porcentual al PBI total; muestra una tendencia a crecer, debido, básicamente, al mejoramiento y ampliación de la red e infraestructura de transporte del país.

Gráfico 2. Evolución del PBI sector transporte 2000 - 2014



Fuente: INEI. Elaboración propia.

Otro indicador relevante que demuestra una inversión significativa en el sector transporte es la inversión pública: al cierre del año 2015, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones alcanzó una de sus cifras históricas más altas con un 98,4% de ejecución de su presupuesto.

Además, si se analiza como indicador la evolución del parque automotor en el sector transporte, se demuestra que en la última década se presentó un crecimiento importante en la venta de vehículos tipo ómnibus, camión y remolque.

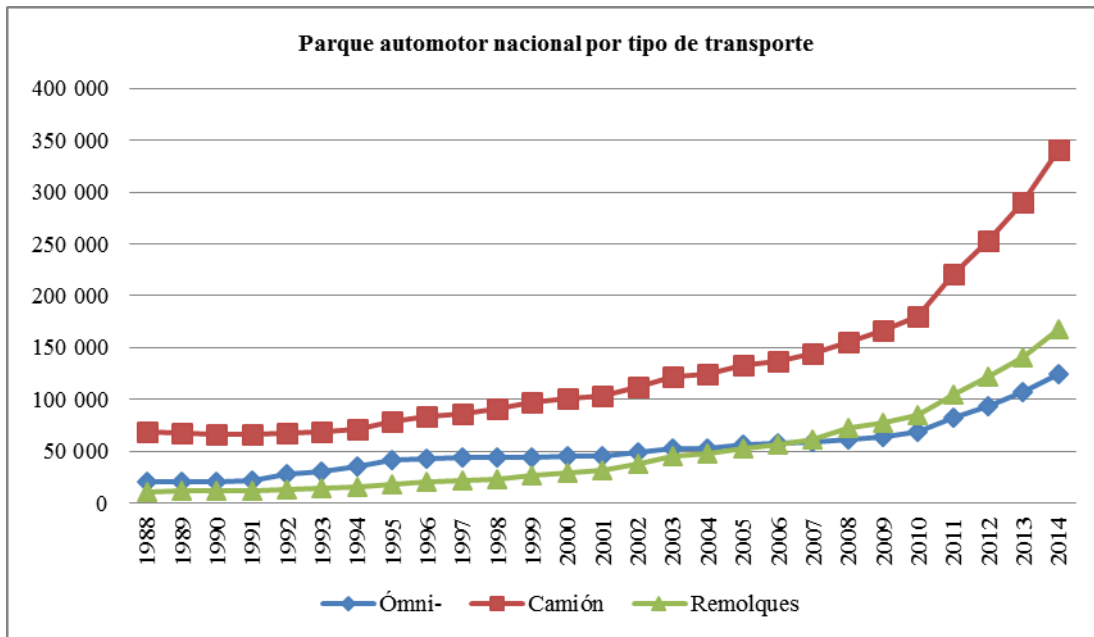


Gráfico 3. Evolución del parque automotor por tipo de transporte 1988 - 2014

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Todos los indicadores antes descritos permiten afirmar que el que el sector transporte en el Perú muestra signos claros de solidez y crecimiento sostenido, lo que es una ventaja para el sector privado y su desarrollo para los próximos años.

1.2. Factores demográficos y socioculturales

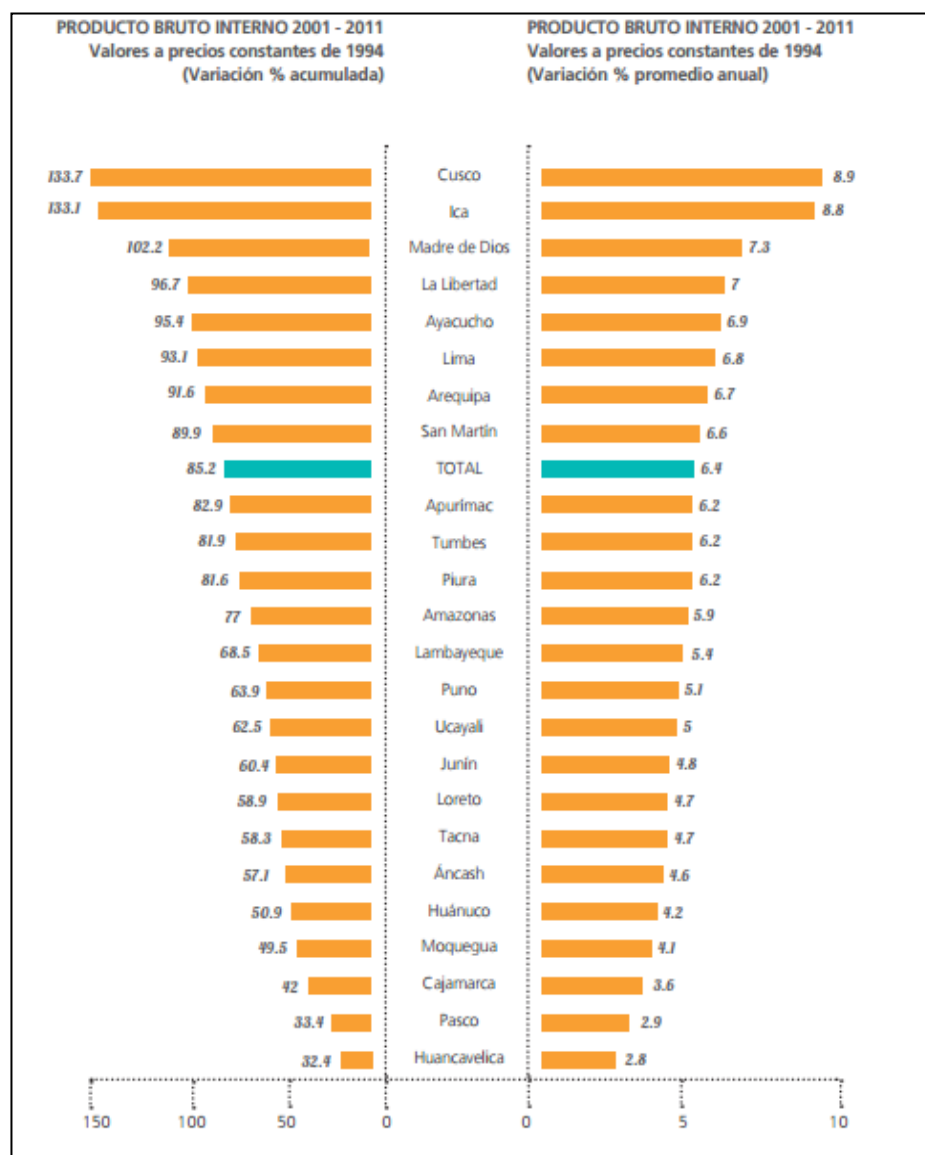
Entre los principales factores que influyen en la actividad privada se encuentra la descentralización y sus efectos, los cuales han mostrado varios signos tangibles de mejoría que es importante recalcar, dado que inciden en el sector transporte y construcción.

Estas incidencias se reflejan en:

- Incremento de los tiempos de respuesta de atención de pedidos.
- Los pronósticos de venta y gestión de inventarios deben ser de mayor fiabilidad.
- Aumento de costos de transporte, por ende, la planificación de los inventarios es vital.

Al analizar la evolución del PBI por departamentos como indicador importante de descentralización, en el gráfico 4 se muestra que al 2011, 8 departamentos superaron el nivel promedio nacional del PBI.

Gráfico 4. Indicador evolución del PBI por departamentos 2001 - 2011

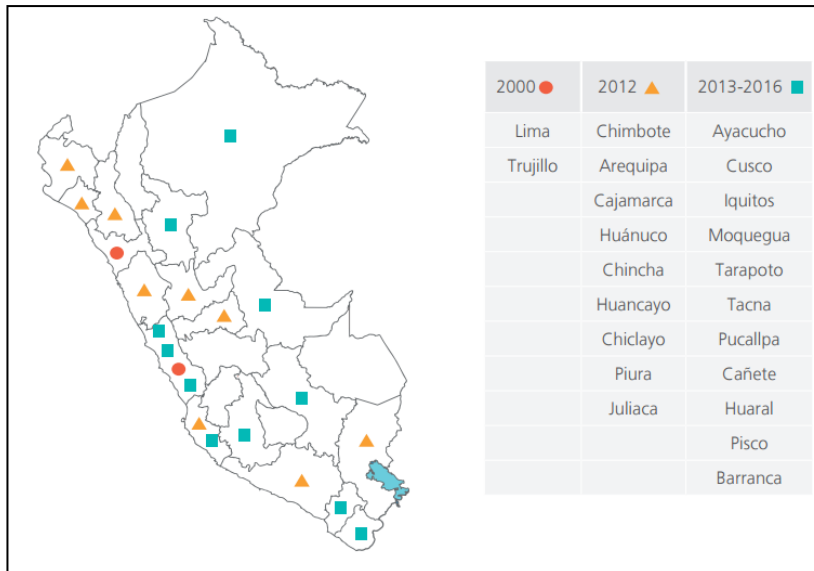


Fuente: INEI 2012. Elaboración AC Pública – APOYO Consultoría.

Asimismo, un indicador interesante del desarrollo de las demás regiones geográficas del país está dado por la siguiente estadística, que muestra la expansión de centros comerciales en los departamentos. En el año 2000 solo se hallaban en 2 departamentos y hacia el año 2016 se

encuentran en 11 departamentos; este es un claro ejemplo de descentralización del consumo interno.

Gráfico 5. Expansión de centros comerciales por ciudades



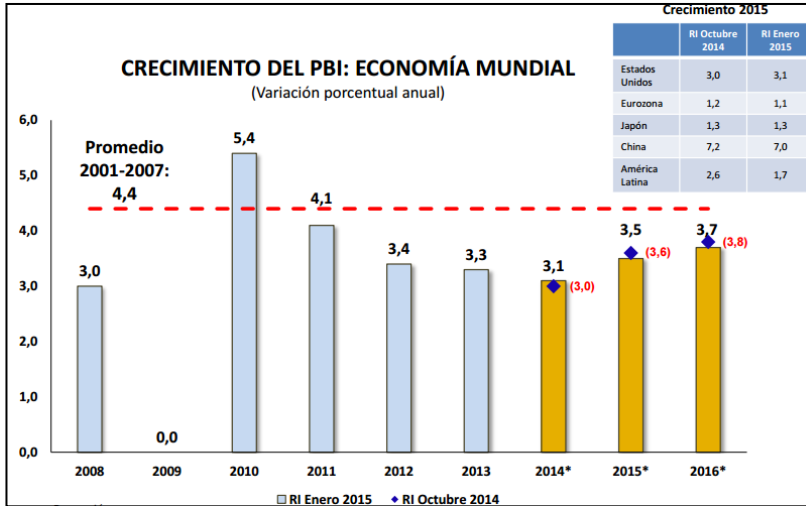
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas 2013 - Asociación de Centros Comerciales y de Entretenimiento de Perú (ACCEP).

Es posible concluir que la paulatina descentralización del comercio incrementa las demandas de transporte tanto de mercaderías como pasajeros, así como estimula la demanda de unidades de transporte de carga y de pasajeros, y también es un factor positivo para la industria del transporte en estudio.

1.3. Factores internacionales y globales

Uno de los factores importantes para analizar el comportamiento económico internacional y global es el crecimiento del PBI: economía mundial, que ha mostrado promedios más bajos que en periodos anteriores (2001 – 2007), debido al menor dinamismo en la Eurozona, América Latina y China. Sin embargo, Perú posee un promedio de crecimiento actual por sobre el promedio de los demás bloques económicos del mundo, lo cual es señal de poseer una sólida economía.

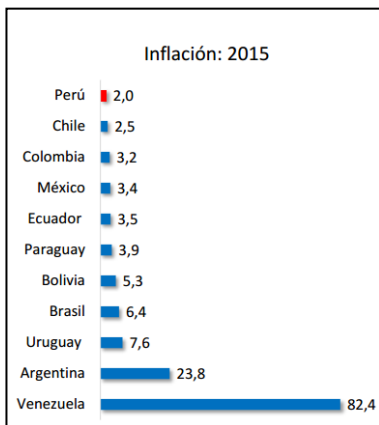
Gráfico 6. Crecimiento del PBI: economía mundial



Fuente: BCRP 2015

Por otro lado, el Perú ha demostrado un eficiente manejo de la inflación, siendo el país con la menor tasa de la región sudamericana.

Gráfico 7. Inflación 2015 - Países Sudamérica



Fuente: Latin American Consensus Forecast (enero 2015) y BCRP para Perú

Respecto de las interacciones regionales, el Perú se encuentra inmerso en varios acuerdos y foros internacionales que buscan, entre otros objetivos, el fortalecimiento y desarrollo de la región sudamericana. Así, por ejemplo, es miembro de la Unión de Naciones Suramericanas

(Unasur) y de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), que buscan fomentar la cooperación mutua e incrementar el comercio entre los países miembros.

1.4. Factores tecnológicos-innovación

Es inevitable que la tecnología tome un rol vital en la gestión y control de los procesos claves del negocio. Esto no es ajeno a la realidad de la industria automotriz y de repuestos. El manejo de grandes cantidades de SKU con sus inherentes variables como *lead times*, puntos de reorden, costos, modelos, marcas, capacidades, entre muchas otras variables, así como el control de los ingresos, *stocks* y salidas es una prioridad para el adecuado control de inventarios, por ello existe la necesidad de contar con una herramienta robusta y a su vez flexible que soporte el negocio automotriz; esta es una necesidad crítica para la continuidad de este tipo de negocio.

Asimismo, son factores importantes asimilar, capacitar y mantener al personal que domine la gestión a través del soporte del sistema que se haya escogido para este propósito.

1.5. Factores climatológicos

El principal factor climatológico influyente en la actividad económica en el Perú es el fenómeno El Niño, el cual afecta negativamente primordialmente los sectores de pesca, agricultura y turismo, debido a sus efectos en la biomasa marina y los trastornos en las lluvias.

Las lluvias, que suelen convertirse en torrenciales, frenan el turismo de las regiones afectadas. Sin embargo, esto tiene un relativo efecto positivo en los sectores de construcción y de transporte (repuestos y consumibles), dado que meses antes se inician trabajos de prevención en todas las zonas que posiblemente sean afectadas por el fenómeno El Niño, y posteriormente se realizan trabajos en las zonas afectadas. Toda esta actividad de prevención y posterior reparación requiere la utilización de transportes y maquinaria pesada y, por ende, sus repuestos.

2. Análisis del microentorno: 5 fuerzas de Porter

2.1. Poder de los consumidores

En líneas generales, la mayor amenaza para el sector de venta de vehículos livianos, medianos, pesados y repuestos, sería la capacidad de los clientes de organizarse para consolidar una mayor demanda y poder negociar mejor con las empresas que ofrecen los vehículos.

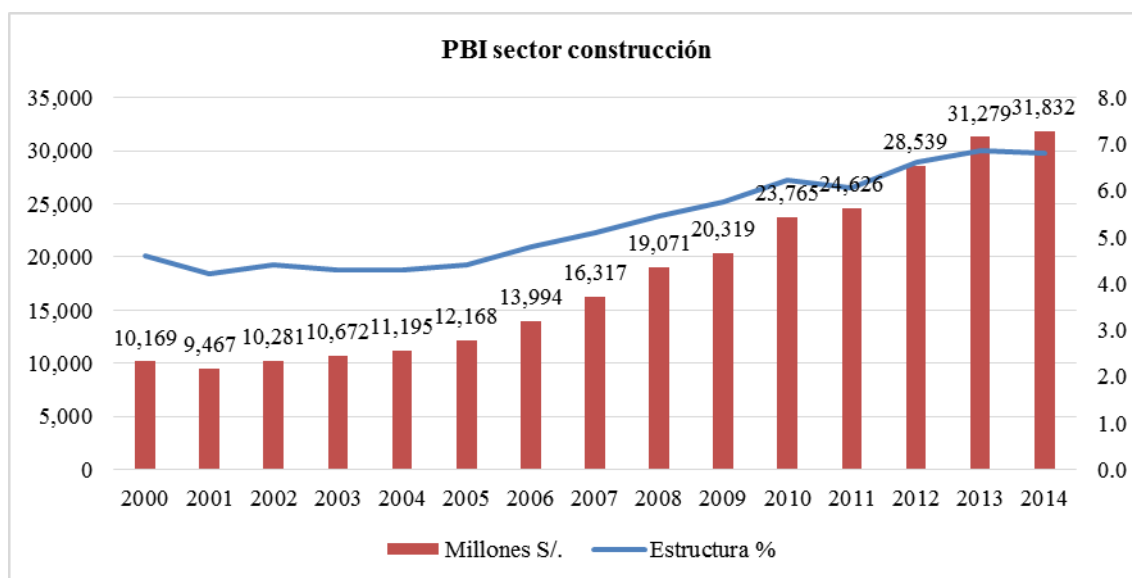
Sin embargo, los principales clientes del rubro son empresas contratistas de ingeniería, así como empresas de transporte público que arriendan o adquieren flotas de diferentes tamaños, por lo que su posición de negociación puede mejorar de acuerdo con la magnitud de los proyectos a desarrollar.

Además, desde el 2013 al 2015 el crecimiento del sector construcción, donde se encuentran concentrados gran cantidad de clientes del sector maquinaria, se ha detenido. La contracción del 2015 se explica por la reducción en obras de infraestructura vial dentro del ámbito nacional y regional. Asimismo, la disminución en otras obras de ingeniería civil se debió a la menor demanda de obras relacionadas con la infraestructura de agua y saneamiento.

Entre los principales clientes de Sinomaq S.A. en el mercado peruano se encuentran:

- Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. - ICCGSA
- JJC Contratistas Generales S.A. - JJC
- Graña y Montero S.A.A. - GyM
- Cosapi S.A. - Cosapi
- Obrascon Huarte Lain S.A. – OHL
- Servosa Gas S.A.C. - Servosa
- Consorcio Empresarial Javier Prado Express

Gráfico 8. Evolución del PBI sector construcción 2000 - 2014



Fuente: INEI. Elaboración propia.

2.2. Poder de los proveedores

Dentro de la cadena de suministro del sector automotriz, los proveedores de repuestos y materias primas juegan un papel importante en el sector y en el aseguramiento o no de la continuidad del negocio.

Para el caso de las marcas chinas analizadas, Faw y Yutong, los proveedores de repuestos y partes de los vehículos y maquinaria son, en la mayoría de los casos, también los proveedores de los fabricantes, lo que ofrece mayor garantía a los clientes.

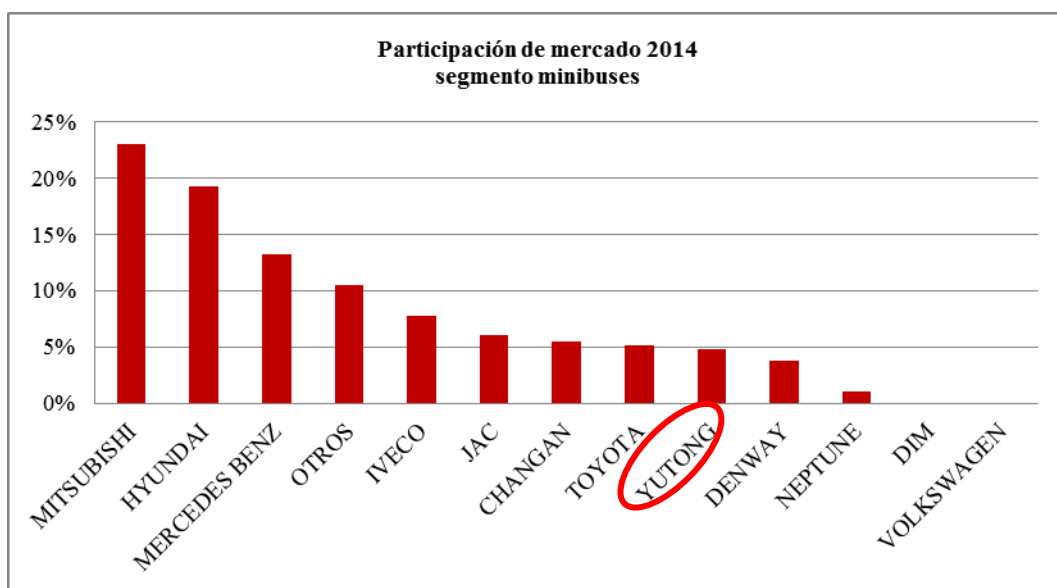
2.3. Riesgo de ingreso de nuevos competidores

El mayor riesgo con respecto a los nuevos competidores son las nuevas marcas, sobre todo de procedencia china, que puedan estar planeando el ingreso al mercado peruano. Sin embargo, este mercado ya se encuentra saturado con las principales marcas a nivel mundial, las cuales tienen la mayor participación de mercado, y las marcas chinas, como JAC, Changan y Yutong,

presentan aún, en total, una baja participación de alrededor del 15% en el segmento de minibuses y un 22% en el segmento de camiones.

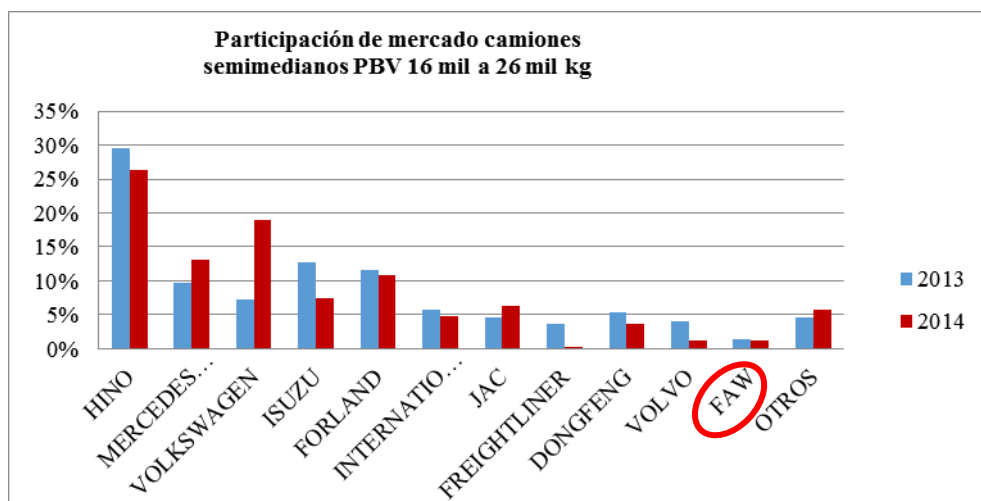
El reto lo presentan las marcas chinas, las cuales deben desarrollar las estrategias comerciales adecuadas para poder incrementar su margen de participación y posicionar mejor sus marcas. Ese es precisamente uno de los objetivos de Sinomaq S.A. y las marcas que representa en Perú (Faw y Yutong).

Gráfico 9. Participación en el mercado segmento minibuses – 2014



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Gráfico 10. Participación en el mercado segmento camiones semimedios – 2014



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

2.4. Amenaza de productos sustitutos

Para el caso del sector de buses y transporte de carga, se podría considerar a las marcas chinas como productos sustitutos de las marcas tradicionales Mitsubishi, Toyota, Hyundai, Komatsu-Mitsui, Iveco, Mercedes Benz entre otras.

Sin embargo, para las marcas chinas, aún no es posible considerar que tengan una real amenaza que los pueda sustituir, aunque la India se está introduciendo gradualmente en el mapa mundial de productores de vehículos.

Tabla 1. Producción mundial de vehículos 2000 – 2014 (incluye vehículos comerciales ligeros, vehículos de pasajeros, microbuses, camiones y autobuses)

Rango	País/Región	2014 ¹	2012 ²	2010 ³	2008 ⁴	2005 ⁵	2000 ⁶
—	Mundo	-	84.141.209	77.703.987	70.526.531	66.482.439	58.374.162
1	China	23.722.890	19.271.808	18.418.876	9.345.101	5.708.421	2.069.069
—	Unión Europea	-	16,233,478 ⁷	17,102,459 ⁸	18,432,070 ⁹	18,176,860 ¹⁰	17,142,142 ¹¹
2	Estados Unidos	11.660.699	10.328.884	8.653.560	8.705.239	11.946.653	12.799.857
3	Japón	9.774.558	9.942.711	8.398.654	11.563.629	10.799.659	10.140.796
4	Alemania	5.907.548	5.649.269	6.311.318	6.040.582	5.757.710	5.526.615
5	Corea del Sur	4.524.932	4.557.738	4.657.094	3.806.682	3.699.350	3.114.998
6	India	3.840.160	4.145.194	3.926.517	2.314.662	1.638.674	801.360
7	Brasil	3.146.118	3.342.617	3.406.150	3.220.475	2.530.840	1.681.517
8	México	3.365.306	3.001.974	2.680.037	2.191.230	1.684.238	1.935.527
9	Tailandia	1.880.007	2.483.043	1.457.798	1.393.742	1.122.712	411.721
10	Canadá	2.393.890	2.463.732	2.134.893	2.077.589	2.687.892	2.961.636

Fuente: Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (OICA).

2.5. Rivalidad entre competidores

En la última década, la cantidad de empresas concesionarias y representantes de marcas ha tenido un crecimiento significativo, debido al crecimiento del sector construcción y transporte en el Perú.

Asimismo, el crecimiento económico de China ha incrementado la oferta de marcas de transportes, por lo que no es una casualidad que actualmente la mayoría de marcas diversificadas en el mercado sean de procedencia china (JAC, Changan, Yutong, Forland).

Sin embargo, las marcas tradicionales de maquinaria pesada y buses poseen una fuerte presencia y reconocimiento como marca, entre ellas destacan claramente Mitsubishi, Toyota, Hyundai y Komatsu-Mitsui.

Capítulo III. Análisis interno de la organización

1. Descripción de la empresa

Sinomaq S.A. es una empresa peruana que forma parte de Samcorp, grupo empresarial que opera desde 1970 y está conformado por 15 empresas, que desarrollan sus actividades en rubros tan diversos como el industrial, comercial, inmobiliario, gastronómico, seguros, infraestructura y entretenimiento. Actualmente, se dedica a la comercialización y servicio postventa de maquinaria para los sectores de construcción, transporte, minería y agricultura. Para ello, mantiene alianzas de negocio con marcas líderes de China, como Lonking (maquinaria para la minería y construcción), Yto (tractores agrícolas), Faw (camiones) y Yutong (autobuses).

La estrategia principal de Sinomaq S.A. es la diferenciación en el servicio, por ello es fundamental que cuente con profesionales altamente capacitados que puedan hacer posible una adecuada atención al cliente y que busquen satisfacer sus expectativas. Asimismo, esta empresa cuenta con técnicos calificados para cada una de las marcas que representa, certificados en el extranjero (China) y en el país. Además, posee una infraestructura de aproximadamente 60.000 m² distribuidos entre salas de exhibición, talleres, centros de reparación, centros de capacitación y almacenes de repuestos descentralizados (en proyectos al interior del país) para lograr una óptima atención a los clientes, y se apoya en una red de representantes de ventas que ofrecen el servicio postventa a nivel nacional.

2. Análisis estratégico de la empresa

2.1. Análisis FODA

Es posible realizar un análisis estratégico de Sinomaq S.A. a través de un análisis FODA, que permitirá determinar las oportunidades y amenazas que pueden afectar el nivel de servicio de Sinomaq S.A. examinando el entorno y panorama actual.

En la tabla 2 se observa que existe un incremento de obras de infraestructura vial, apertura de licitaciones y soporte de mantenimiento de otras marcas, lo cual representa oportunidades de incrementar el mercado, pero de igual forma no se deben descuidar las amenazas que pueden

existir, por lo que se debe considerar las fortalezas y debilidades internas que Sinomaq S.A. puede trabajar para que el riesgo de fracaso de su nueva estrategia sea menor.

Tabla 2. Análisis FODA de Sinomaq S.A.

		INTERNAS	
		FORTALEZAS (+)	DEBILIDADES (-)
		<ul style="list-style-type: none"> • CONOCIMIENTO DEL MERCADO • PERTENECE A UNA CORPORACIÓN SÓLIDA • PERSONAL CAPACITADO • EXCELENTE RELACIÓN CON MARCAS REPRESENTADAS. 	<ul style="list-style-type: none"> • DEFICIENTE USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN • BAJA PARTICIPACIÓN DE LAS ÁREAS EN LA PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS. • POBRE NIVEL DE SERVICIO AL CLIENTE. • BAJA DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS E INSUMOS DE MANTENIMIENTO.
EXTERNAS	OPORTUNIDADES	ALTERNATIVAS FORTALEZA/OPORTUNIDADES	ALTERNATIVAS DEBILIDADES/OPORTUNIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> • INCREMENTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL • APERTURA DE LICITACIONES PARA TRANSPORTE PÚBLICO • SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE OTRAS MARCAS CHINAS (REPUESTOS COMPATIBLES) 	<ul style="list-style-type: none"> • ATRAER CLIENTES QUE TENGAN MAQUINARIA CON REPUESTOS COMPATIBLES A LAS MARCAS REPRESENTADAS POR SINOMAQ. • INCREMENTAR LA PARTICIPACIÓN EN LICITACIONES PARA LOS BUSES DE TIPO TURISMO (UNIVERSIDADES, EMPRESAS DE TRANSPORTE TURÍSTICO, ORGANISMOS DEL ESTADO) 	<ul style="list-style-type: none"> • MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS PARA HACER FRENTE NUEVAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO. • EMPLEO INTENSIVO DE LAS NUEVAS TI PARA MEJORAR LA VISIBILIDAD DE REPUESTOS E INSUMOS.
	AMENAZAS	ALTERNATIVAS FUERZAS/AMENAZAS	ALTERNATIVAS DEBILIDADES/AMENAZAS
	<ul style="list-style-type: none"> • RIESGO DE PERDIDA DE LIQUIDEZ • INGRESO DE NUEVAS MARCAS CHINAS • CONTRACCIÓN DE LOS SECTORES CONSTRUCCIÓN Y TRANSPORTE 	<ul style="list-style-type: none"> • OPTAR POR ALIANZAS CON ENTIDADES FINANCIERAS PARA DAR CREDITOS • CAPTAR INVERSIONISTAS PARA SOPORTAR LAS OPERACIONES. • FIDELIZAR A CLIENTES PRINCIPALES 	<ul style="list-style-type: none"> • MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO QUE PERCIBE EL CLIENTE • MEJORAR LA PLANEAMIENTO DE LA DEMANDA PARA MINIMIZAR LA INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

2.2. Misión y visión

- Misión: Ser una empresa dedicada a la comercialización de maquinaria de la mejor calidad para los sectores agricultura, minería, construcción y automotriz, ofreciendo el mejor servicio postventa a nivel nacional en nuestra categoría.
- Visión: Convertirnos en la empresa líder en la comercialización de maquinaria china en el Perú.

2.3. Objetivos estratégicos

La estrategia que desarrolla Sinomaq S.A. está basada en el logro de los siguientes objetivos estratégicos:

- Asegurar una respuesta profesional y de alta calidad en el servicio
- Atender oportunamente urgencias y requerimientos
- Supervisar constantemente los equipos adquiridos por los clientes
- Mantener *stock* adecuado de repuestos y líneas afines al negocio
- Generar valor agregado a través de la instrucción técnica y capacitación contante a personal del cliente

Estrategia de Sinomaq S.A.

La actual estrategia que Sinomaq S.A. aplica a todos los procesos de gestión es la diferenciación en el servicio. Esta estrategia está enfocada en el cliente de Sinomaq S.A.

En la tabla 3 se mencionan los objetivos a los cuales apunta la estrategia actual, para lo cual se formula la pregunta ¿Qué buscamos lograr con el desarrollo de la estrategia?, considerando para la implementación y uso de diversas herramientas de gestión que se identificarán con la pregunta ¿Cómo lograremos cumplir los objetivos?

Tabla 3. Estrategia actual de Sinomaq S.A.

ESTRATEGIA	¿QUE?	¿COMO?
DIFERENCIACIÓN EN EL SERVICIO	Asegurar una respuesta profesional y alta calidad del servicio.	<ul style="list-style-type: none">• Teniendo al personal capacitado técnicamente.• Concientizando al personal técnico y administrativo que los clientes son la razón de ser del negocio.
	Atender oportunamente urgencias y requerimientos.	<ul style="list-style-type: none">• Contando con una adecuada capacidad de respuesta para atenciones ya sea de repuestos o servicios.• Elaborando planes de contingencia para la atención de imprevistos.
	Supervisar constantemente los equipos adquiridos por el cliente.	<ul style="list-style-type: none">• Planificando y programando visitas periódicas in-situ para mantenimientos preventivos.• Elaborando cartillas de mantenimiento
	Mantener stock adecuado de repuestos y líneas a fines al negocio.	<ul style="list-style-type: none">• Evitando los quiebres de stock• Asegurando la buena conservación de los repuestos• Asegurando la visibilidad de los repuestos
	Generar valor agregado a través de la instrucción técnica y capacitación constante a personal del cliente.	<ul style="list-style-type: none">• Diseñando programas de entrenamiento por cada uno los diferentes equipos ofertados.

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia

3. Situación actual

Actualmente, Sinomaq S.A. está apostando por dos marcas: Faw (camiones) y Yutong (buses), debido a que las ventas de las otras marcas (Yto, Lonking, Zoomlion, Cukurova) no alcanzaron los pronósticos de venta estimados, lo que generó que la empresa adquiriese activos (equipos y repuestos) que no han tenido la aceptación esperada; esto ocasionó que existiera inventario sin rotación, lo cual ha afectado financieramente a la empresa.

Por otro lado, el sector construcción, donde se ubican los principales clientes de Sinomaq S.A., experimentó un decrecimiento, por lo que la empresa se ha visto inmersa en una serie de

cambios organizacionales; entre los cambios internos más importantes figura la eliminación de gerencias y la reducción de personal.

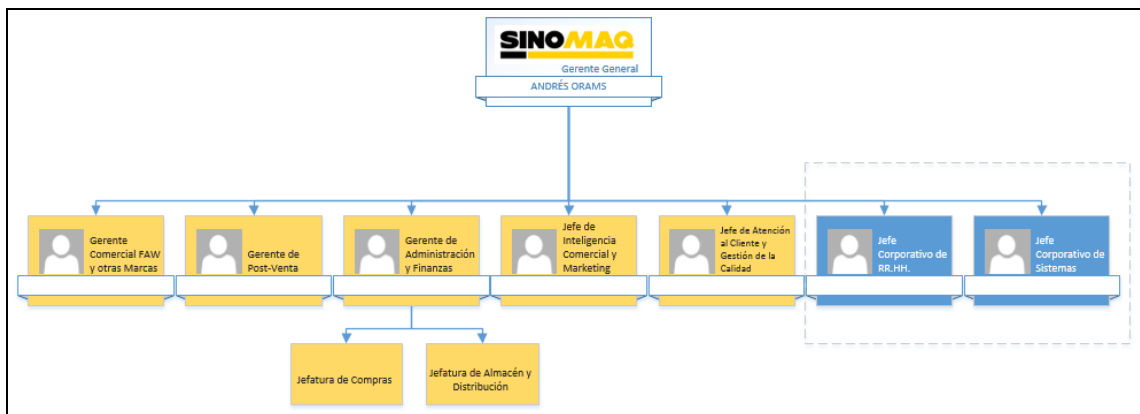
Para el 2016, se tiene como meta de venta de equipos lograr el mismo nivel que en el 2015; respecto en venta de servicios el objetivo es un crecimiento importante, por ello Sinomaq S.A. deberá establecer planes de abastecimiento de repuestos sin que esto afecte el ROI y a la vez se deberá asegurar un adecuado nivel de servicio, que actualmente es del 65%.

4. Organización actual de Sinomaq S.A.

Actualmente, Sinomaq S.A. tiene estructurado un organigrama enfocado a cinco áreas, las cuales se han podido distinguir dentro de los diferentes procesos que involucran la operación de su actual cadena de suministro, estas cinco áreas son dirigidas por el gerente general.

Existen otras dos áreas corporativas que también son administradas por la Gerencia. Según sus funciones, estas áreas que forman parte del grupo se relacionan con el organigrama de Sinomaq S.A., como se señala en el siguiente gráfico.

Gráfico 11. Organigrama general de Sinomaq S.A.



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

5. Cadena de valor de Sinomaq S.A.

Michael Porter, en su libro *Competitive Advantage*, introduce el concepto de cadena de valor y muestra las actividades primarias y secundarias que la componen. A continuación, se detallan las actividades que componen la cadena de valor de Sinomaq S.A.

5.1. Actividades primarias o principales

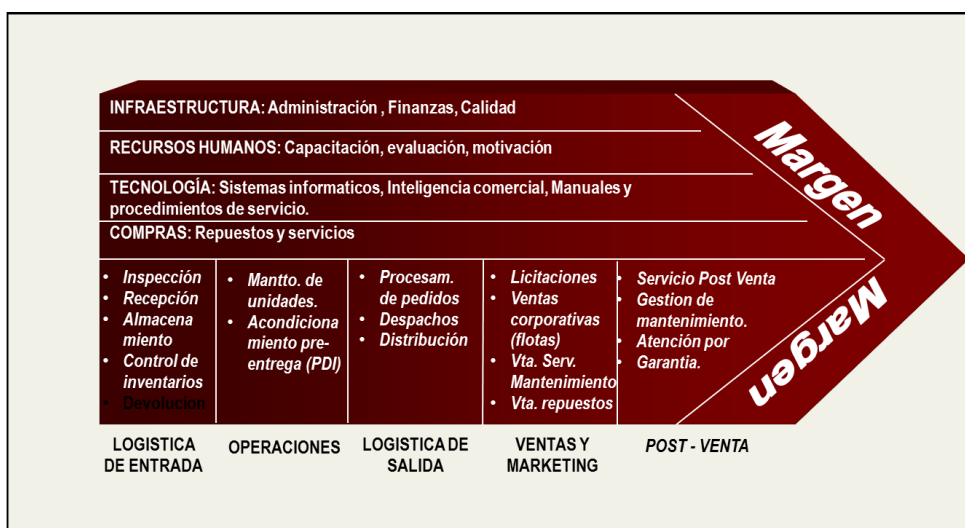
- **Logística interna:** Se incluyen actividades como la inspección y recepción de repuestos, en su mayoría importados de China, así como el almacenamiento y el control de inventarios y el manejo de las devoluciones.
- **Operaciones:** Están contempladas las actividades de servicio de mantenimiento y acondicionamiento de pre-entrega para unidades nuevas, lo que es conocido como *Pre Delivery Inspection (PDI)*. Se generará valor cuando la atención es oportuna y se cumpla con los plazos prometidos al cliente.
- **Logística de salida:** Comprende actividades como el procesamiento de pedidos, los despachos y la distribución. Se puede generar valor cuando la entrega sea rápida y en los tiempos y cantidades que se haya pactado con el cliente y se pueda tener la capacidad de respuesta ante imprevistos.
- **Ventas y marketing:** Aquí se desarrollan las actividades de venta de servicios de mantenimiento, venta de repuestos y venta de equipos nuevos. Se genera valor mejorando la reputación de la marca y brindando servicios para los clientes que compran equipos nuevos.
- **Postventa:** Involucra las actividades de asistencia postventa, capacitación en el uso de equipos y mantenimiento básico de la unidad, así como la atención por garantía. Se genera valor cuando se le brinda al cliente el respaldo necesario y se garantiza que las reparaciones y mantenimiento de su unidad son rápidas y confiables.

5.2. Actividades de apoyo o auxiliares

- **Infraestructura:** Comprende las actividades de administración y finanzas, contabilidad planeamiento y calidad, haciendo posible que la cadena de valor se vea respaldada con recursos para el desarrollo de sus actividades como conseguir el financiamiento que permita comprar los repuestos, registrar oportunamente las facturas para cumplir con los proveedores y evaluar la gestión de las áreas de acuerdo con el manual de calidad.

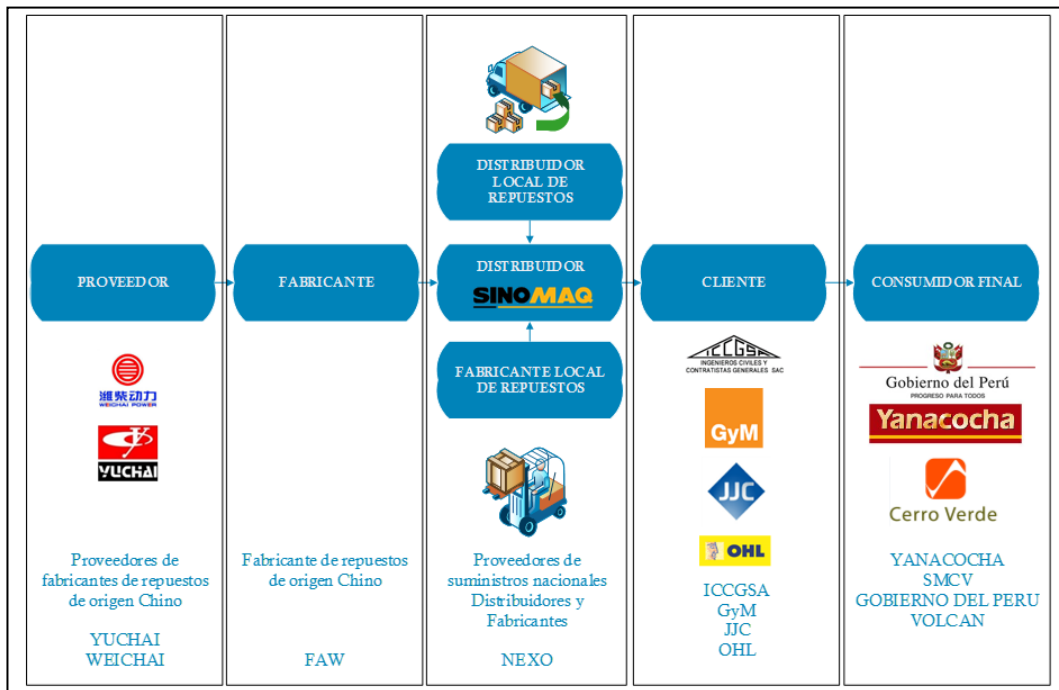
- **Tecnología:** La cadena de valor está apoyada en los sistemas de información, el *know how* traducido en el desarrollo de los manuales de servicio, la investigación del mercado y la explotación de datos que ayuden a la cadena de valor a tomar decisiones, que van desde qué repuestos abastecerse, qué equipos discontinuar debido a la poca respuesta favorable del mercado.
- **Recursos Humanos:** La conforman todas las actividades que buscan tener el personal idóneo para poder brindar el servicio adecuado al cliente. Aquí se puede mencionar la capacitación, la motivación y el compromiso de todo el personal.
- **Abastecimiento:** Esta actividad contempla la compra de repuestos y servicios en las mejores condiciones para la organización, no basándose solamente en el precio sino en las prestaciones finales y en que se cumplan los estándares del servicio requerido.

Gráfico 12. Cadena de valor de Sinomaq S.A.



Fuente: Adaptado de “The Generic Value Chain” en “Competitive Advantage” de M. Porter, Elaboración propia.

Gráfico 13. Cadena de suministro de Sinomaq S.A.



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Capítulo IV. Planteamiento de la problemática

Los datos utilizados en esta etapa de la investigación corresponden, en su mayoría, a periodos mensuales anteriores a Junio del 2015, para datos de ventas y ventas perdidas; y a periodos anuales, para indicadores financieros desde el 2011 hasta el 2014 como el ROI, activos, márgenes, índice de rotación de inventarios, etc.

En Junio del 2015 se da inicio al desarrollo de la investigación y no se contaba con informes contables auditados a la fecha, esto explica el uso de los datos antes descritos.

1. Identificación de los procesos críticos

1.1. Criterios de evaluación

Con la finalidad de determinar en qué problema enfocar los esfuerzos del trabajo, a los procesos críticos identificados se aplica una encuesta a nivel gerencial para establecer qué problema será priorizado. Asimismo, los pesos de cada una de las dimensiones han sido considerados de acuerdo con la opinión del nivel gerencial de Sinomaq S.A.

Además, cabe mencionar que de los cuatro criterios de evaluación seleccionados, dos de ellos son de carácter interno: las dimensiones financieras y de eficiencia en la cadena logística, y dos son de índole externa: el nivel de servicio y la imagen de la empresa.

A continuación, se detallan las dimensiones:

- Impacto financiero: Uno de los objetivos de la presente tesis es la reducción de costos de inventarios, por lo que esta dimensión de evaluación tendrá un mayor peso que otras dimensiones, considerándose un peso de 35%.
- Impacto en los clientes: El otro objetivo del presente trabajo es mejorar el nivel de servicio ofrecido a los clientes. En ese sentido, esta dimensión también tiene un peso representativo, considerándose, al igual que la dimensión financiera, un peso de 35%.
- Impacto en la eficiencia de la cadena logística: Una variable importante a considerar es el desempeño de la cadena logística, la cual influye en el incremento o reducción de costos logísticos. En ese sentido, se ha considerado un peso de 20%.
- Impacto en la imagen: Se considera un peso de 10%.

1.2. Definición del problema

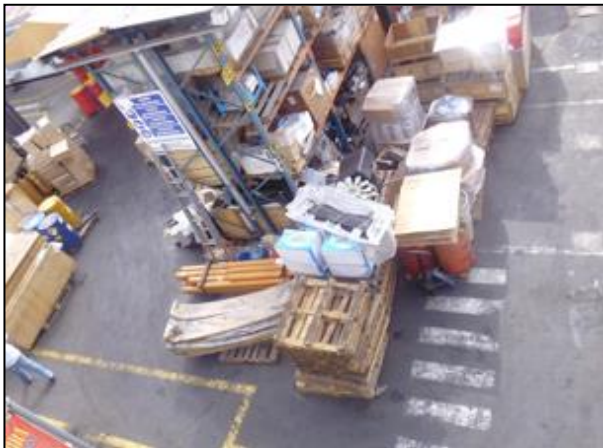
De acuerdo con el levantamiento de información realizado en Sinomaq S.A., existen varios problemas.

A través de análisis de información y a través de inspecciones visuales al almacén, se encontraron los siguientes problemas principales.

a. Falta de espacio

En la etapa de levantamiento de información in-situ en los almacenes de Sinomaq S.A., una de las primeras observaciones fue la falta de espacio. Se visualiza grandes cantidades de *stock* en pasadizos y no se tienen más ubicaciones en *rack* disponibles, como se muestra en el gráfico 14.

Gráfico 14. Vista aérea del almacén de Sinomaq S.A.



Fuente: Elaboración propia

b. *Layout* inadecuado

En las visitas realizadas a Sinomaq S.A. se logró verificar que no existe una distribución adecuada de los *stocks* en las ubicaciones disponibles; no existen áreas definidas para almacenamiento de familias, zonas de ingreso de mercadería, zonas de reacondicionamiento y zonas de *picking*.

También se verificó gran cantidad de *stock* en tránsito que obstaculiza la labor fluida del almacén, como se muestra en el gráfico 15.

Gráfico 15. Vista de pasadizo del almacén Sinomaq S.A.



Fuente: Elaboración propia.

c. Sobre *stock* de repuestos de baja rotación

Otro problema detectado inicialmente en visitas al almacén y corroborado posteriormente con información de las transacciones de *stock* es la presencia de una enorme cantidad de *stock* de ítems de baja o nula rotación, lo cual se puede evidenciar por la presencia de paletas en el almacén con signos claros de deterioro y acumulación de repuestos sin rotación.

Gráfico 16. Vista de repuestos con signos de obsolescencia en almacén Sinomaq S.A.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 17. Vista de zona de estanterías con repuestos sin rotación en almacén Sinomaq S.A.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se presenta un análisis de las transacciones de *stock* del 2015; se llega a la conclusión de que el 75% de ítems del inventario no presentaron ningún movimiento, esto significa claramente que existe un problema con la gestión del inventario, ya que se están comprando repuestos que no son vendidos.

Rotación	SKU	%
Con rotación	5.555	25%

Tabla 4. Clasificación de SKU por rotación Sinomaq S.A., tomando como base el año 2015

Sin rotación	16.658	75%
Total general	22.213	100%

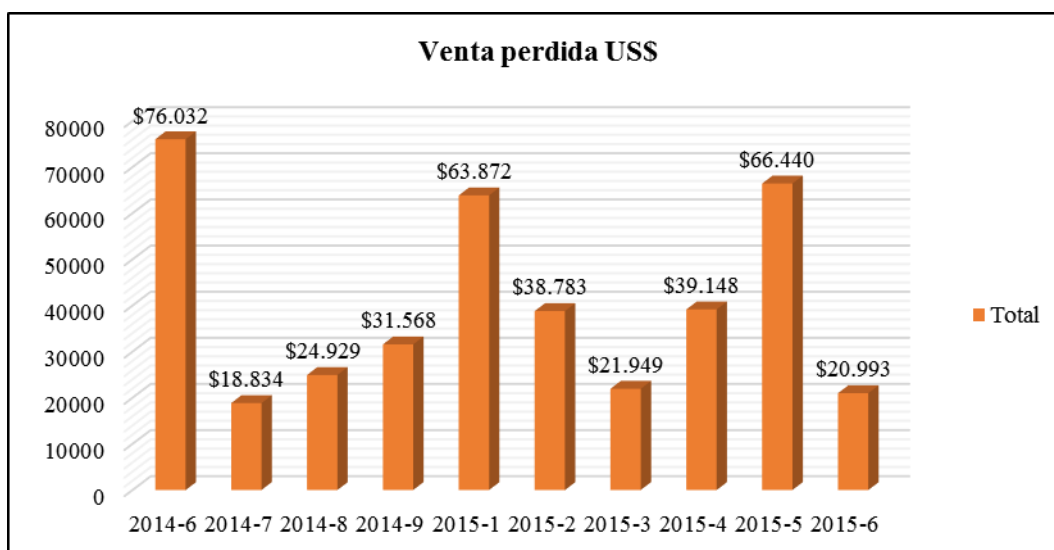
Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

d. Roturas de *stock*

Se identifica que se cuenta con una gran cantidad de eventos de quiebres de *stock* para las atenciones postventa de maquinaria y buses en Sinomaq S.A. Lo más crítico es que esto ocurre con los artículos tipo A, que en teoría son los de mayor rotación y deberían tener la cobertura suficiente para soportar la demanda.

En el gráfico 18 se puede visualizar los montos, en US\$, correspondientes a las ventas perdidas por mes, en un periodo de 12 meses entre el 2014 y 2015, el cual asciende a un total de aproximadamente US\$ 400.000.

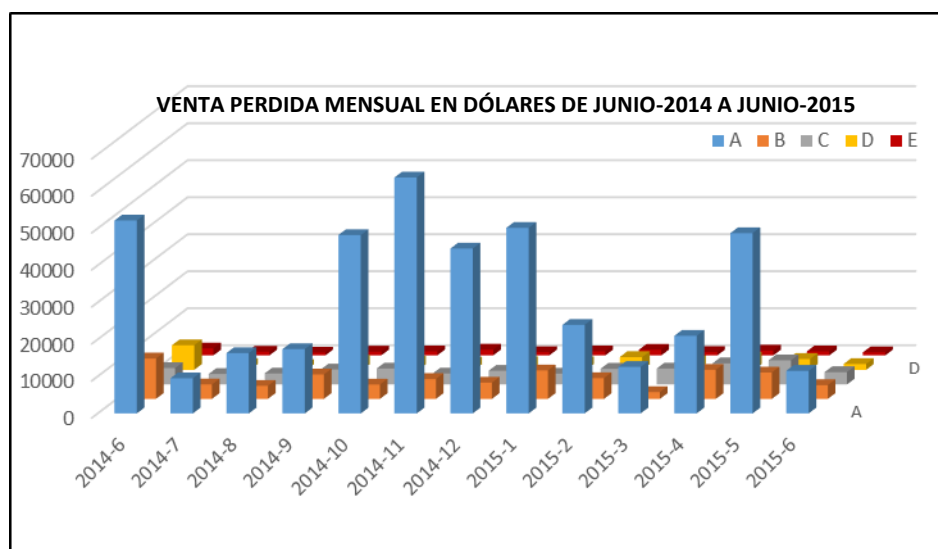
Gráfico 18. Ventas perdidas por quiebres de *stock* Sinomaq S.A., en el periodo Junio-2014 a Junio-2015



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

En el gráfico 19 se observa que, según la clasificación actual ABC de Sinomaq S.A., los productos tipo A, que en teoría son los de mayor rotación (siendo E los de menor rotación), son los que, paradójicamente, tienen la mayor cantidad de quiebres de *stock*, lo cual indica que existe un problema de gestión de inventarios.

Gráfico 19. Ventas perdidas por clasificación ABC Sinomaq S.A. en el periodo Junio-2014



a Junio-2015

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

e. Tiempos de atención

Dado que existe una gran cantidad de eventos de rotura de *stock*, esto impacta directamente en los tiempos de atención de Sinomaq S.A. Es por ello que muchos pedidos se atienden con varios días de retraso.

f. Retorno sobre la inversión (ROI)

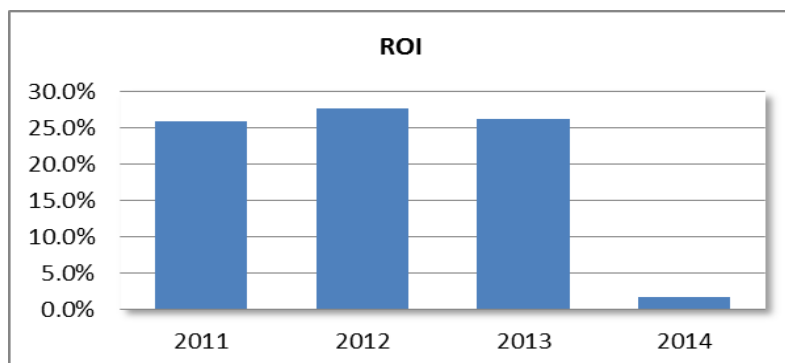
Como parte del diagnóstico, se revisó indicadores financieros claves como el retorno sobre la inversión (ROI). En el gráfico 20 se muestra claramente que para el 2014 este indicador sufrió una baja considerable producto de la caída de las ventas y la acumulación de *stock* en obsolescencia.

Tabla 5. Margen y activo 2011-2014 Sinomaq S.A.

Montos expresados en miles de soles	2011	2012	2013	2014
Margen	25,778.20	32,197.00	35,768.98	2,673.17
Activo	99,469.19	116,487.04	136,204.09	162,832.82
ROI	25.9%	27.6%	26.3%	1.6%

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Gráfico 20. Evolución del ROI 2011-2014 Sinomaq S.A.



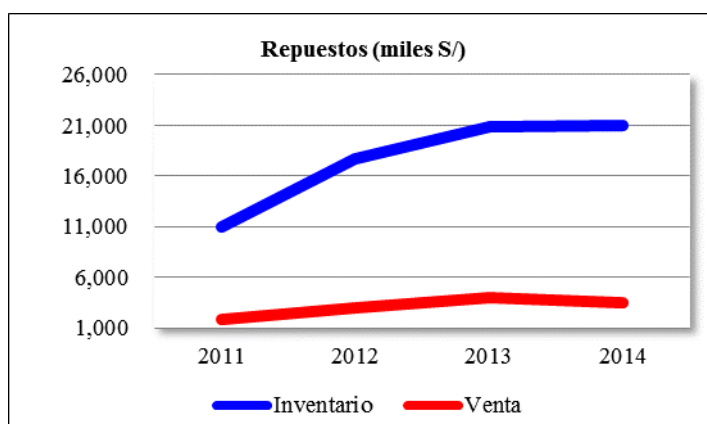
Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

g. Rotación de inventario

Como parte del diagnóstico, se revisa también la rotación de inventarios, la cual se puede apreciar en los gráficos siguientes. El inventario promedio anual supera largamente las ventas, esta es una clara señal de un problema de exceso de inventario.

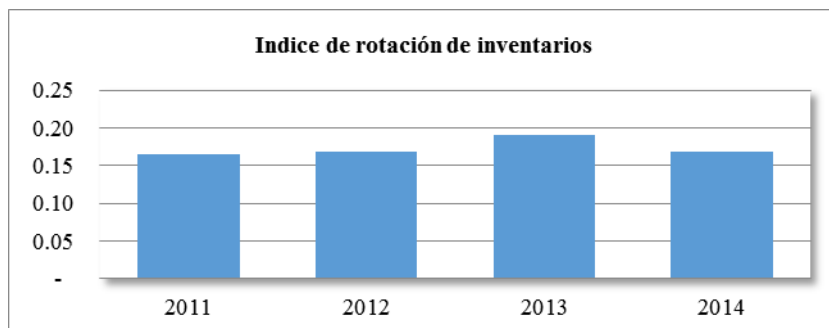
Asimismo, el ratio de rotación de inventario muestra valores mínimos, lo que significa que, en promedio, la mayoría del *stock* es de baja rotación.

Gráfico 21. Inventario vs ventas 2011-2014 Sinomaq S.A.



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Gráfico 22. Índice de rotación de inventarios 2011-2014 Sinomaq S.A.



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Luego de identificar los problemas críticos y definir los parámetros para la evaluación, se aplicó una encuesta a nivel gerencial, de la cual se obtuvo como resultado lo mostrado en la tabla 6. Así, se deduce que el problema de mayor valoración y preocupación para Sinomaq S.A. es el referido a las roturas de *stock*.

Tabla 6. Matriz de decisión tabulada por opinión de expertos Sinomaq S.A.

MATRIZ DE SELECCIÓN DEL PROBLEMA									
PESOS PROBLEMAS	IMPACTO FINANCIERO EN LA EMPRESA P= 35%		IMPACTO EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA P= 10%		IMPACTO EN LA EFICIENCIA DE LA CADENA LOGÍSTICA P= 20%		IMPACTO EN LOS CLIENTES P= 35%		TOTAL
	V	V x P	V	V x P	V	V x P	V	V x P	
	1- Roturas de stock frecuentes de items con alta rotación	4	8	4	4	4	8	4	
2- Sobrestock de repuestos de baja rotación	3	6	1	1	4	8	3	6	21
3- Falta de espacio en el almacén	4	8	2	2	3	6	1	2	18
4- Mala distribución de repuestos en almacén	4	8	2	2	4	8	1	2	20
5- Tiempos de atención	2	4	2	2	3	6	3	6	18

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Es posible afirmar que si bien se pueden apreciar a simple vista varias deficiencias en el almacén de Sinomaq S.A., sería prematuro indicar que el problema se deba a la falta de espacio o en una mala distribución.

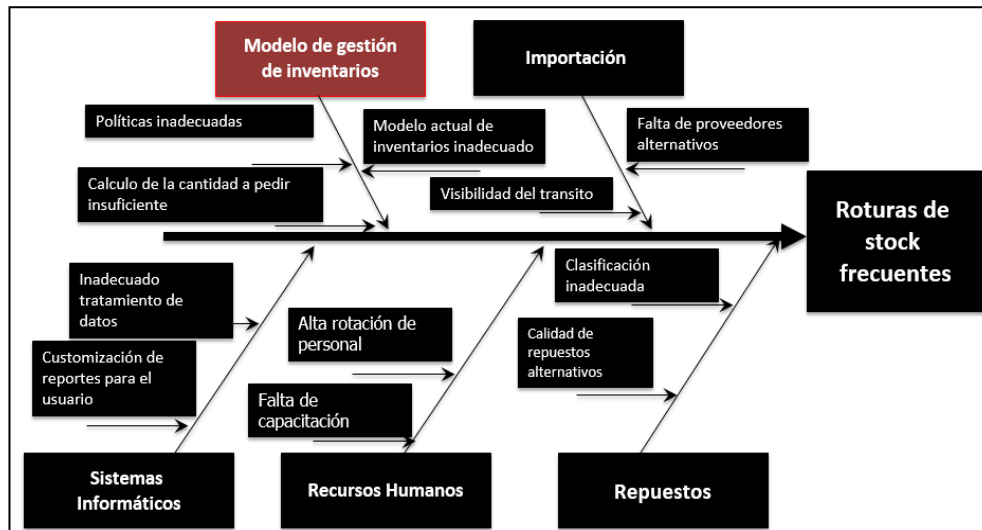
Por otro lado, dada la estrategia definida por Sinomaq S.A., diferenciación con un elevado nivel de servicio, el problema de las roturas de *stock* adquiere un peso mayor. Para asegurar un nivel de servicio óptimo, las roturas de *stocks* deben tender a reducirse o desaparecer, por lo que se analizará a mayor detalle en la siguiente sección.

1.3. Priorización de procesos críticos

A fin de encontrar las causas, raíz del problema donde se enfocarán los esfuerzos del presente trabajo, se opta por usar la herramienta de gestión diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama causa-efecto.

Con esta metodología es posible identificar los diferentes factores que influyen en las roturas de *stock*. A través de reuniones con expertos del tema tanto internos, de Sinomaq S.A., como asesores externos, se llegó a la conclusión de que la causa principal del problema se debe al actual modelo de gestión de inventarios, el cual es ineficiente y genera un exceso de *stock*, que posteriormente se convierte en obsoleto, así como también la falta de *stock*, que posteriormente se convierte en una venta perdida por rotura de *stock*.

Gráfico 23. Diagrama causa-efecto del problema principal de roturas de *stock*



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Complementariamente, como parte del proyecto, a partir de los últimos tres meses del 2015 se registraron los motivos de rotura de *stock* cada vez que esto ocurría, con la finalidad de poder

elaborar un diagrama Pareto y determinar tanto cualitativa como cuantitativamente las causas de mayor peso para la rotura de *stock*.

Los resultados obtenidos de los registros de los motivos de las roturas de *stock* se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7. Clasificación motivo de rotura y pesos porcentuales Sinomaq S.A.

Frente	Motivo rotura	% Participación
Gestión de inventarios	Cantidad insuficiente <i>stock</i>	46%
Importación	Falta proveedores alternativos	29%
Sistemas TI	Datos errados	16%
Repuestos	Clasificación errada	9%
Total general		100%

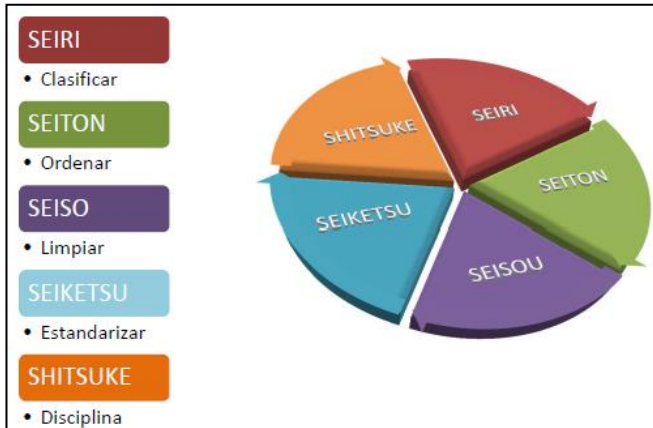
Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Luego del levantamiento de información, se concluye que dentro de los diferentes motivos de la rotura de *stock*, la principal causa se encuentra en el sistema actual de gestión de inventarios.

1.4. Oportunidades de mejora

En todo el proceso de identificación y selección del problema principal de Sinomaq S.A., el cual es la gestión de inventarios, se halló otros problemas colaterales y otras oportunidades de mejora en paralelo que ayudarán a mantener las actividades del almacén de forma fluida y eficiente, dado que varios de los síntomas del almacén fueron el desorden, la congestión, falta de señalización, entre otros. Es por ello que se debe instalar un programa de ordenamiento del almacén; la filosofía y metodología adecuadas son las “5S”.

Gráfico 24. Metodología de las 5S



Fuente: Gestión Gerencial Japonesa – Modelo Toyota 1960.

Tabla 8. Aplicación de las 5S: Iniciativas de mejora del performance de la operación

5S	Oportunidad de mejora	Recomendación
Clasificar	Clasificación y agrupación de productos según características, marcas o tipos de productos, considerando el flujo de movimiento de repuestos	Mejorar clasificación ABC Implementar nuevos criterios de clasificación
Ordenar	Ordenar los repuestos en los almacenes teniendo en cuenta el nivel de rotación para garantizar un mayor nivel de servicio	Actualización de <i>layout</i> y <i>slotting</i>
Limpiar	Mantener los pasadizos fluidos y señalizados para no obstaculizar el tránsito	Señalización y normas
Mantener	Supervisar y crear controles para el correcto almacenamiento dentro de las zonas propuestas	Generar procedimientos
Disciplina	Crear compromiso, capacitaciones y sensibilización de la importancia de las 5S	Motivar buena actitud de los Trabajadores

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Capítulo V. Diseño y evaluación de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora planteada se refiere a la implementación de nuevos modelos de gestión de inventarios en Sinomaq S.A., implementación que incluirá realizar una nueva clasificación de los SKUs inventariados, plantear políticas diferenciadas para esta nueva clasificación, así mismo, buscará reducir el costo total del inventario, reducir los quiebres de *stock* y mejorar el nivel de servicio para sus clientes.

La data utilizada para hacer el análisis cuantitativo abarca el periodo anual 2015, los modelos de gestión de inventarios serán evaluados con datos de la demanda que también corresponden al periodo anual 2015, por último, los resultados obtenidos permitirán comparar la eficiencia de los modelos de gestión de inventarios propuestos respecto al modelo que actualmente se emplea en Sinomaq S.A. para gestionar los inventarios en la organización.

1. Clasificación de repuestos

La clasificación actual de artículos comprende desde una A, cuando la rotación es de hasta 5 veces por mes, hasta una E, cuando no existe consumo en los últimos 6 meses. Esta escala se calcula solo sobre la base de las unidades consumidas en el histórico de transacciones y posee un alcance insuficiente para una mejor gestión del inventario.

A fin de mejorar la gestión del inventario, se propone el manejo de dos dimensiones para clasificar los artículos, estas dimensiones son por ABC por venta valorizada y según la variabilidad de la demanda.

1.1. Dimensiones para la clasificación de los artículos

1.1.1. Clasificación ABC por ventas valorizadas

Dado que medir un ABC solo por cantidad de unidades no refleja el impacto en los resultados del negocio, se aplicará el criterio de cantidad por valor venta unitaria, es decir, se tendrá las ventas valorizadas con la finalidad de clasificar los artículos según su impacto en la contribución en las ventas de los repuestos.

El ABC se aplicará con el criterio de Pareto, según los siguientes porcentajes:

- Clase “A”: 80% de las ventas valorizadas al costo
- Clase “B”: 15% de las ventas valorizadas al costo
- Clase “C”: 5% de las ventas valorizadas al costo

Según la reclasificación ABC, se obtiene el siguiente cuadro resumen de la cantidad de SKU.

Tabla 9. Clasificación ABC - Ventas promedio mensual valorizadas 2015 Sinomaq S.A.

Grupo	Descripción	Cantidad de SKU	Valor (US\$)
A	Alto valor ventas	483	238.261
B	Mediano valor ventas	1.208	44.721
C	Bajo valor ventas	20.522	14.896
	Total	22.213	297.878

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Sin embargo, elaborar una clasificación utilizando únicamente este criterio es insuficiente, ya que las tres categorías propuestas, especialmente las del tipo “A” tienen demasiados SKU, por lo que llevar un control de una gran cantidad de SKU sería muy engorroso.

Por otro lado, un alto valor de ventas no asegura que la demanda haya sido uniforme, porque podría tratarse de SKU que se han stockeado para reemplazo de repuestos por campaña y cuyo consumo no es uniforme en el tiempo, es por esto que nace la necesidad de incorporar otra dimensión como la variabilidad.

1.1.2. Clasificación según variabilidad

Una dimensión que no se considera en el modelo actual es la variabilidad, dado que existen artículos que si bien pueden tener un gran impacto en las ventas, en los últimos doce meses solo han tenido movimiento en un solo mes, por lo que representan una venta que no tiene un comportamiento predecible. Por otro lado, existen otros artículos que sí presentan ventas prácticamente todos los meses, por lo que presentan una mayor predictibilidad.

La dimensión de variabilidad indica el grado de incertidumbre de la demanda, para lo cual en cada caso se deberá plantear distintas estrategias de abastecimiento.

Para efectos de la clasificación se utilizará el coeficiente de varianza (CV) como criterio para realizar la segmentación:

$$CV = \frac{\delta}{\bar{X}}$$

Dónde:

CV: Coeficiente de varianza

δ : Desviación estandar de las ventas en unidades en 12 meses

\bar{X} : Promedio de las ventas en unidades en 12 meses

Así también se definirán los siguientes tres grupos de acuerdo a su grado de variabilidad:

- Baja variabilidad (L)

Se consideran artículos de baja variabilidad aquellos que tienen un comportamiento regular todos los meses con cantidades de pedido similares, con estos artículos el planeamiento es mucho más predecible y se pueden aplicar métodos como el EOQ.

$$CV \leq 1$$

- Mediana variabilidad (M)

Se clasificarán los artículos en el siguiente rango de valores del coeficiente de varianza:

$$1 < CV < 2$$

- Alta variabilidad (H)

Existen muchos artículos en Sinomaq S.A., los cuales tienen poca frecuencia de venta o su demanda en cantidad es irregular, por lo que el grado de incertidumbre de estos artículos es mucho mayor. Se clasificarán con la siguiente condición:

$$CV \geq 2$$

Luego de realizar la reclasificación por variabilidad se obtienen los datos mostrados en la tabla 9, que indican que solamente un 6% de los SKU muestra entre baja y mediana variabilidad, en ellos resulta más conveniente la aplicación del modelo EOQ.

Tabla 10. Clasificación por variabilidad de promedio de ventas mensuales 2015 Sinomaq S.A.

Grupo	Descripción	Cantidad de SKU	Valor (US\$)
L	Baja variabilidad	237	79.987
M	Mediana variabilidad	1.162	66.453
H	Alta variabilidad	20.814	151.438
	Total	22.213	297.878

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

1.2. Matriz de clasificación

De acuerdo con las dimensiones definidas de variabilidad y consumo valorizado, se realiza una matriz en la que los artículos se clasificarán considerando estas dos dimensiones y presentando un comportamiento similar para cada cuadrante, y posteriormente la definición, políticas y parámetros para la gestión de sus inventarios.

Tabla 11. Matriz de clasificación bidimensional Sinomaq S.A.

		Variabilidad		
		Baja (L)	Media (M)	Alta (H)
Venta		SKU crítico	SKU importante	SKU observable
	A	SKU importante	SKU importante	SKU observable
	B	SKU prescindible	SKU prescindible	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoletos
	C			

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

A continuación, se describen los cuadrantes de la matriz.

- SKU crítico

Son aquellos repuestos que tienen alto consumo y poca variabilidad, lo que los convierte en estratégicos para la organización. Por ejemplo: el aceite lubricante de motor 15W40, ya que sin este artículo no se podría brindar un mantenimiento regular a las unidades de los clientes.

- SKU importante

Son aquellos repuestos que pueden tener un consumo considerable y de igual forma su variabilidad no llega a ser alta, estos repuestos requieren una atención moderada. Un ejemplo típico es la batería, ya que viene de fábrica con baterías de origen chino instaladas y en ocasiones estas fallan y deben ser cambiadas.

- SKU observable

Son aquellos SKU que si bien tienen un consumo regular para arriba, su variabilidad es alta. Estos SKU, por lo general, son importados por campaña de cambios y una vez nacionalizados se hace una programación de despachos hasta poder entregarlos todos. Un ejemplo notable de este tipo de SKU son los asientos de buses, se importan en grandes cantidades y se entregan como máximo un mes, ya que por su volumen no se justifica tenerlos almacenados.

- SKU prescindible

Este grupo de SKU posee un bajo consumo y una variabilidad considerable; el consumo de estos SKU obedece a que se trata de artículos de modelos de unidades ya discontinuadas; sin embargo, hay que mantener un *stock* mínimo y son prescindibles en la medida en que si la empresa decide quitar el soporte a unidades antiguas, estos repuestos pasarían a ser discontinuados y se optaría por abastecerlos solo ha pedido.

Ejemplo típico de un SKU que encaja en este tipo de repuestos son los parabrisas de los buses: cada nuevo modelo de bus tiene una configuración distinta que hace que los vidrios entre los modelos más actuales no sean compatibles con los de una generación anterior.

- SKU con riesgo a obsolescencia u obsoletos

Estos SKU son los que tienen un bajo consumo y una variabilidad alta, por lo que su permanencia en *stock* debería de revisarse.

Deberán ser solicitados exclusivamente como pedidos puntuales.

Realizando una nueva clasificación del inventario según se puede observar en la tabla 12 se obtienen algunas conclusiones interesantes:

El 0,5% de total de SKU son realmente críticos para la organización y representan el 26% del valor de inventario promedio mensual en el periodo 2015, se debe asegurar su abastecimiento bajo estrictas revisiones de stock; asimismo, 89% de SKUs están en riesgo o son obsoletos, por lo que básicamente se deberá atender a pedido y no reabastecer usando promedios históricos, dado que esta mala práctica seguirá aumentando el nivel de obsolescencia y capital inmovilizado.

Tabla 12. Resumen de nueva clasificación de los SKU según nuevos criterios - Sinomaq S.A.

Descripción	Cantidad de SKUs	Valor (US\$) Prom. Men. 2015	% Cant. de SKUs	% Valor (US\$)
SKU critico	100	76,486	0.5%	25.7%
SKU importante	650	66,511	2.9%	22.3%
SKU observable	941	139,987	4.2%	47.0%
SKU prescindible	649	3,445	2.9%	1.2%
SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto	19,873	11,451	89.5%	3.8%
Total	22,213	297,878	100%	100%

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Visualmente podemos ver esta clasificación en el grafico 25 que se muestra en la siguiente página, la línea azul se tiene el valor promedio mensual acumulado y las barras en verde son las cantidades de SKUs.

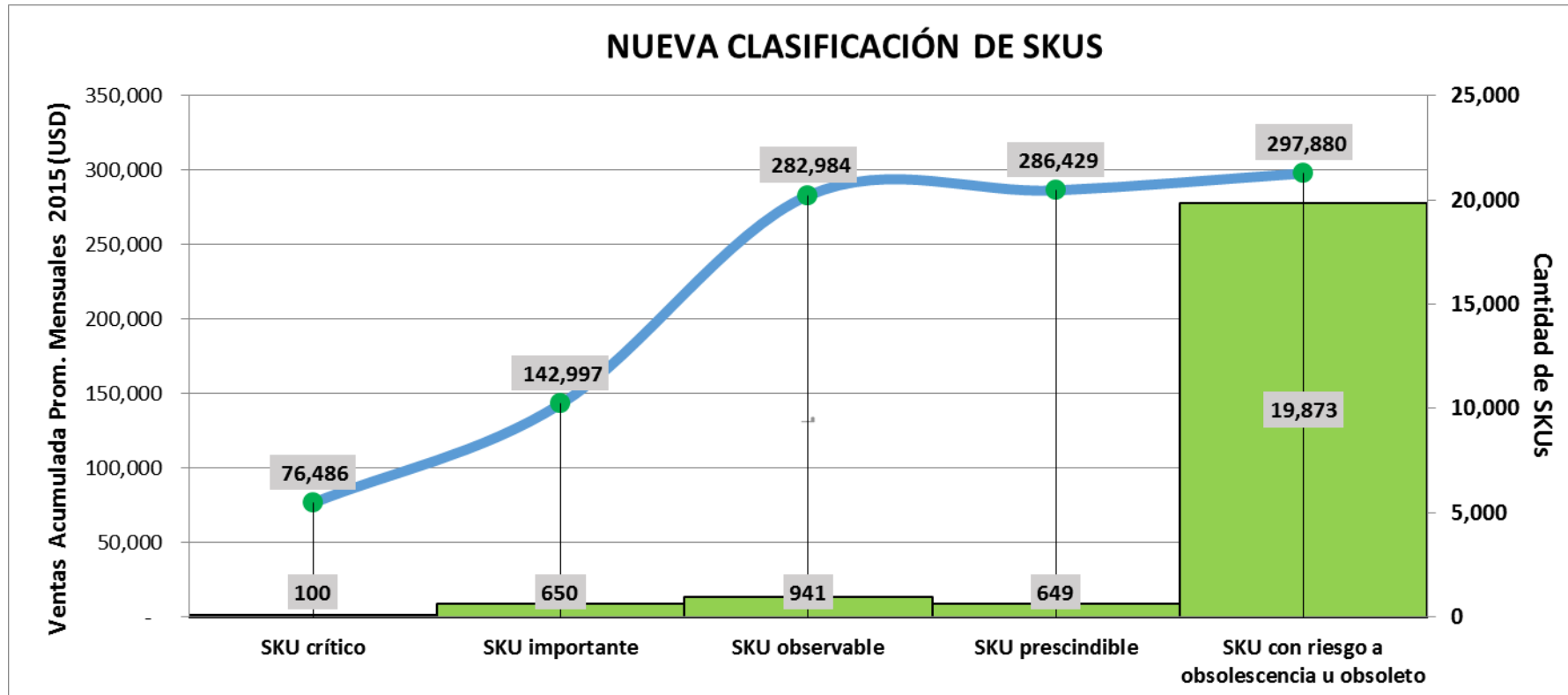
Este grafico se ha elaborado a partir de los datos de la Tabla 13

Tabla 13. Nueva clasificación de los SKU por cantidades acumuladas

Descripción	Cantidad de SKUs	Valor (US\$) Prom. Men. 2015	Cant. de SKUs Acum.	Valor (US\$) Prom. Men. 2015 Acum.
SKU critico	100	76,486	100	76,486
SKU importante	650	66,511	750	142,997
SKU observable	941	139,987	1,691	282,984
SKU prescindible	649	3,445	2,340	286,429
SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto	19,873	11,451	22,213	297,880
Total	22,213	297,878		

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Grafico 25. Nueva clasificación de SKUs



Fuente: Elaboración propia.

2. Análisis de la demanda

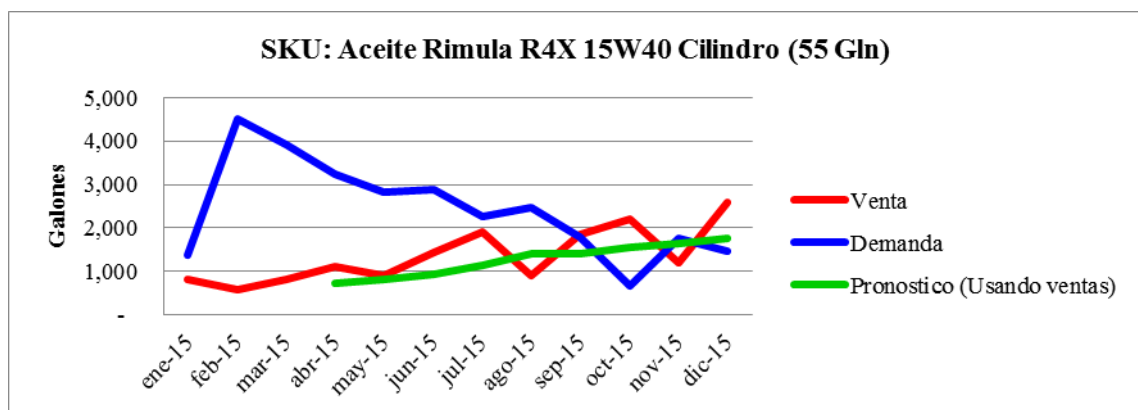
Una vez culminada la reagrupación de los SKU que se ha definido, se revisa la demanda, la principal falencia del modelo que actualmente se está utilizando es precisamente el cálculo de la demanda, ya que la misma se estima empleando datos de ventas cuando en realidad debe hacerse utilizando los pedidos efectuados por los clientes, ahí es donde se pueden notar los quiebres de *stock*, ya que utilizar los registros de las ventas como fuente de datos para pronosticar la demanda no es correcto porque solamente se vende lo que hay en ese momento en *stock*.

Al respecto tomemos como ejemplo el siguiente, el SKU:

SKU	Nro. Parte	Descripción
07036N00017	731033	ACEITE RIMULA R4X 15W40 CILINDRO (55GLN)

Este es un SKU crítico, a continuación se muestra gráficamente la demanda real, el comportamiento de las ventas y el pronóstico de ventas si se considera como tal las ventas y no la demanda real.

Gráfico 26. Comportamiento de la demanda, ventas y pronóstico de ventas Aceite Rimula R4X 15W40 Cilindro (55 Gln)



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que existe una gran brecha entre la venta y la demanda real, ello se traduce en una pérdida de ventas. El patrón se seguirá repitiendo si se sigue utilizando la data de ventas para hacer los pronósticos y no la demanda real, más aun si se trata de un ítem crítico, teniendo como

consecuencia un nivel de servicio muy bajo. Esto no sucede por incrementar el *stock* a costa de perder rentabilidad.

En primer lugar, se recaba la información de los sistemas que posee la empresa, labor que tomó tiempo porque no toda la información se tuvo a la mano, no es obtenible por los reportes que genera el mismo sistema informático, por lo que fue necesario recoger la data ingresando a la base de datos de la empresa y con ayuda del Departamento de TI se solicitó la data que se requería para hacer el análisis (ver anexo 1).

A partir de la data obtenida, se empezó a trabajar una fuente de información confiable, es decir, que los datos sean coherentes e íntegros. Según Coyle al hacer una predicción de la demanda se deben tener en cuenta los siguientes factores: aleatoriedad, tendencia, estacionalidad, ciclo económico del negocio, existen muchos métodos para pronosticar la demanda, entre ellos podemos mencionar: Promedio Móvil Simple, Promedio Móvil Ponderado, Suavización exponencial simple, Suavización exponencial con tendencia, sin embargo siempre existirá diferencias entre la demanda real y la demanda pronosticada, para minimizar los errores de estimación existen las medidas de error de pronóstico: CFE, MAD, MAPE, sea cual fuere la medida de error el criterio que prima siempre será elegir el método que menor medida de error nos genere, en el anexo 2 se muestra los comparativos de los métodos de pronóstico empleados y el criterio de elección utilizado, pero definitivamente viendo el comportamiento de la demanda esta es del tipo independiente y tienen un comportamiento probabilístico, esto es común en la práctica ya que en su mayoría la demanda presenta cierta aleatoriedad y no puede definirse con técnicas como promedios simples, método que es utilizado actualmente en el sistema de inventarios adoptado por la organización, es importante hacer notar esto porque de ello dependerá el tipo de control de inventarios que queramos implantar, la clave según es buscar liberar capital invertido en inventarios de seguridad de SKU con demanda de baja variabilidad y distribuirlo en *stock* de seguridad de ítems con alta variabilidad.

Así, fue posible estimar la demanda empleando cualquiera de los métodos de *forecasting* conocidos, eligiendo el método que menor error de pronóstico nos genera, así se discriminaría aquellos ítems que han tenido poca demanda y cuyo *stock* no valdría la pena reponer, más aun si pertenecen al grupo de los SKU que van a caer en obsolescencia o ya son obsoletos, pero que han registrado una demanda puntual. Por ejemplo, un equipo discontinuado que requiere un repuesto original y el cliente opta por comprarlo en el representante oficial de la marca en el país.

A continuación, se muestra una tabla con los diferentes productos y las demandas mensuales registradas.

Tabla 14. Data obtenida para el cálculo del pronóstico de la demanda 2015

		DATA DEMANDA 2015												
CODIGO	CLASIFICACIÓN	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
07036N00017	SKU critico	1,467	1,755	677	1,792	2,465	2,262	2,871	2,824	3,233	3,926	4,502	1,378	29,152
07036N00009	SKU critico	943	680	507	561	1,266	1,602	1,416	1,365	1,024	1,742	1,757	691	13,554
01001N00334	SKU critico	128	200	1,928	2,008	1,072	2,960	700	200	1,054		934	672	11,856
01001N00200	SKU importante	42	12	56	33	30	38	25	15	52	9	3	13	328
01001N00233	SKU importante	30	24	79	30	23	33	45	5	31	8	8		316
3523010-76 ^a	SKU observable							8			4	4		16
SQ99014520042/B5PV	SKU observable									6	6	2	2	16
01015N01162	SKU observable	3								13				16
01002I00772	SKU observable	14		2										16
01004I00420	SKU observable					5		8	2		1			16
01015I00354	SKU prescindible	6	12			3	2	4		18				45
01015N00876	SKU prescindible	10				9			4	4		8	10	45
01005I00128	SKU prescindible	1	1	29		1	1	2	8		2			45
01002I00960	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto						2							2
01004I00938	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto		1							1				2
01002N00162	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto					1							1	2
01003I01126	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto		2											2

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

3. Análisis del *lead time*

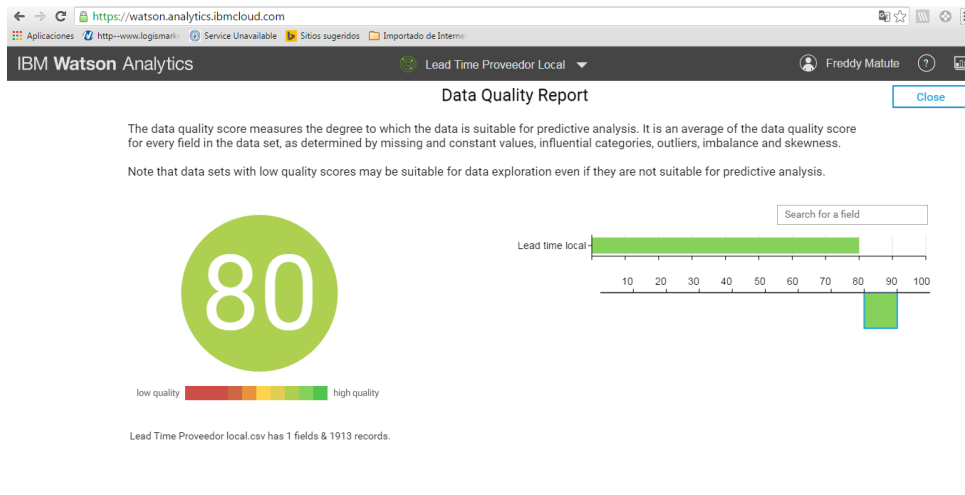
Otro de los factores a tomar en cuenta cuando se está diseñando un nuevo sistema de gestión de inventarios es el *lead time*. La empresa tiene aproximadamente 650 proveedores, un número excesivo si se quiere mejorar esa condición. Un SKU es abastecido por “n” proveedores y un proveedor puede abastecer “m” SKU.

El análisis de la cantidad óptima de proveedores y su importancia es materia de un estudio más profundo que no forma parte de este trabajo de investigación. Sin embargo, aquí sí se separa a los proveedores en dos grupos. El criterio a usar es el origen del SKU, que puede conseguirse localmente o importarse.

Nuevamente la dificultad que se tiene es conseguir la data apropiada. Una vez más, accediendo a la base de datos de la organización es que se puede listar las órdenes de compra por artículo, proveedor y origen (ver anexo 3).

Para asegurar la calidad de la data se ha utilizado Watson Analytics tanto para proveedores locales como para proveedores foráneos (importación). Para proveedores locales, se ha tomado una muestra de 1.913 entregas, luego de eliminar datos no representativos.

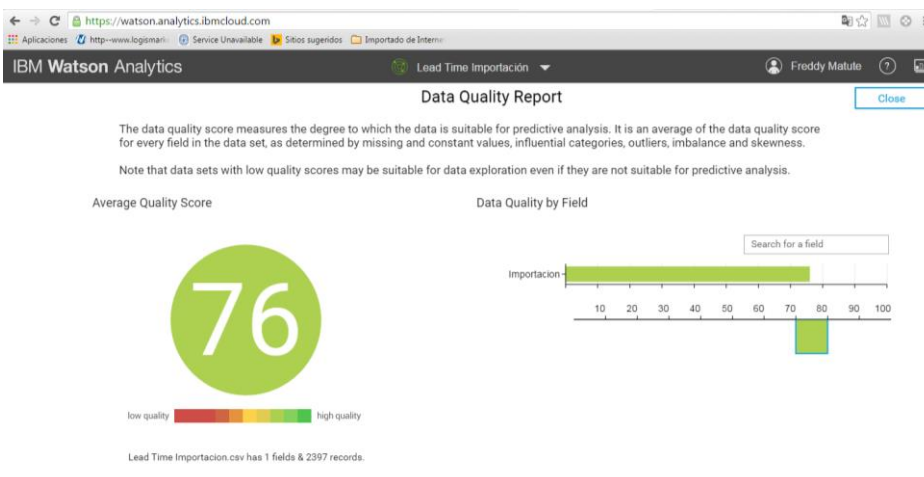
Gráfico 27. Calidad de datos para *lead time* proveedores locales utilizando Watson Analytics



Fuente: Captura de pantalla de Watson Analytics.

Asimismo, para proveedores foráneos (importación) se ha tomado muestra de 2.397 entregas, luego de eliminar datos no representativos.

Gráfico 28. Calidad de datos para *lead time* proveedores foráneos (importación) utilizando Watson Analytics



Fuente: Captura de pantalla de Watson Analytics.

A continuación, se utilizará las pruebas de bondad de ajuste para ver si los datos recopilados para ambas distribuciones de los *lead times* tanto local como de importación se ajustan a una distribución normal. Para simplificar el proceso manual, se ha utilizado el *software* estadístico Easyfit. Los resultados muestran que no es posible suponer que la data recopilada se ajusta a una distribución normal.

Tabla 15. Resultados de pruebas de bondad de ajuste a una curva normal del *lead time* de proveedores locales

		Lead time proveedor local			Tamaño de muestra:		1.913
		¿Rechazar?			A		
		0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	
Prueba bondad de ajuste	Kolmogorov-Smirnov	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Anderson-Darling	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Chi-Cuadrado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Resultados de pruebas de bondad de ajuste a una curva normal del *lead time* de proveedores foráneos (importación)

		Lead time importación			Tamaño de muestra:		2.397
		¿Rechazar?			A		
		0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	
Prueba bondad de ajuste	Kolmogorov-Smirnov	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Anderson-Darling	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Chi-Cuadrado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	

Fuente: Elaboración propia.

Los estadísticos y los detalles de las pruebas de bondad de ajuste se muestran en el anexo 5.

Sobre esa base es posible establecer una lista de observaciones (plazos de entrega) y sus frecuencias. El cuadro obtenido se encuentra en el anexo 6.

4. Nivel de servicio

Existen varias formas de calcular el nivel de servicio. En este caso va ser la disponibilidad del SKU, según Lambert el nivel de servicio se puede definir por grupos y estos de acuerdo al peso del factor que se está considerando, en este caso ventas, se puede hallar el nivel de servicio total. En la práctica no resulta tan sencillo definir un Nivel de servicio adecuado para los SKU

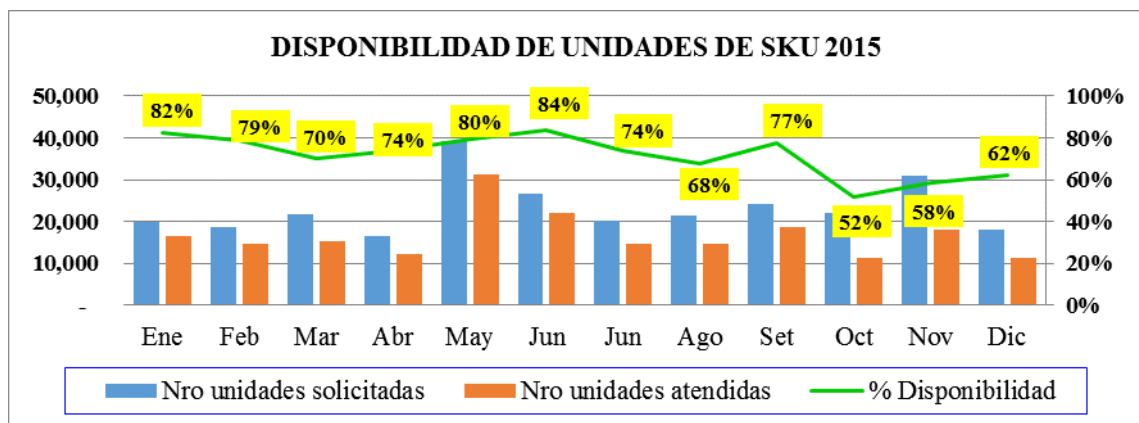
independientemente de la clasificación que tengan, pero si se puede hacer indirectamente definiendo cuanto está dispuesta la empresa a permitir quiebres de *stock* o faltantes, para poder tomar esa decisión deberíamos ser capaces de mostrar cual fue el % de disponibilidad de unidades de SKU en el periodo 2015, esta se define con la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Numero de unidades de SKU entregadas x mes}}{\text{Numero de unidades de SKU solicitadas x mes}}$$

Teniendo esta información como punto de partida la empresa tomaría la decisión en qué % quisiera incrementar la disponibilidad en unidades del SKU, esto se puede ver en el gráfico 29 y en la tabla 17, la data trabajada se puede ver en el anexo 4.

Otro punto clave aquí es definir los faltantes, debiendo de considerarse si las ventas pueden atenderse parcialmente con el compromiso de completar el pedido o dar la venta por pérdida. Para este caso, se asume esto último, porque en la gran mayoría de los casos el cliente opta por realizar el servicio con otro taller de servicio de una marca china que sea compatible, y en el mercado sí los hay, el costo de la venta perdida para nuestro modelo será el margen de ganancia de cada SKU.

Gráfico 29. Disponibilidad de unidades x SKU 2015



Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Tabla 17. Disponibilidad de unidades de SKU según nueva clasificación durante el 2015

Ítems según nueva clasificación	Solicitado	Atendido	Disponible
SKU crítico	122,374	88,128	72%

SKU importante	42,915	29,746	69%
SKU observable	23,193	17,432	75%
SKU prescindible	28,399	20,378	72%
SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto	62,101	44,806	72%
Total	278,981	200,489	72%

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

5. Definición del modelo de inventarios

Una vez conocidas las características de los artículos y revisadas la demanda, los tiempos de reaprovisionamiento y el nivel de servicio, es posible plantear el modelo de inventario a adoptar, el cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18. Modelos de inventario según nueva clasificación

Descripción	Sistema de Control	Justificación
SKU critico	(s, Q)	Ítems cuya falta hacen que se origine una pérdida de venta del servicio de mantenimiento o que se incurra en penalidades innecesarias, el costo de faltantes para ítems de este tipo puede traer serias consecuencias tanto económicas como de pérdida de imagen frente a los clientes, por lo que está justificado los esfuerzos que se hagan en materia de cálculos sofisticados ya que se trata de SKUS de alto valor de consumo y poca variabilidad.
SKU importante	(R,S)	SKUs que no llegan a ser estratégicos, pero su falta podrían generar una posible pérdida de venta, estos artículos en algún momento llegaron a ser críticos o están en transición, por lo general son complementos de los ítems críticos o parte de kits de reparación cuyo valor no es alto pero su uso en el tiempo tiene una variabilidad moderada.
SKU observable	Bajo pedido/SKUs para campañas de mantenimiento	Estos SKUs se requieren en épocas de campañas de mantenimiento de piezas de recambio sin costo para el cliente y lo asume el proveedor, por lo general son ítems que aún están en garantía o son parte de la negociación comercial, por lo que su <i>stock</i> si bien es cierto no impacta financieramente a la empresa si genera un costo de almacenamiento, y no han cumplido su periodo de garantía.
SKU prescindible	(R,S)	Estos SKU si bien es cierto poseen bajo valor de ventas y su variabilidad no es elevada, nos indica que su control debería hacerse considerando periodos de revisión fijos, el pronóstico de la demanda se puede hacer por promedios móviles simples.
SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto	Bajo pedido/Considerar su venta final por remate	Estos SKU al tener un bajo volumen de ventas y tener alta variabilidad tienen altas probabilidades de considerárseles obsoletos, por lo que su control si bien es cierto no debería ser estricto, lo que si se recomienda es considerar seriamente su remate puesto que al no tener rotación, generan costos de almacenamiento innecesarios, se recomienda que su abastecimiento se haga bajo pedido.

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Según Vidal (2005), todo sistema de control de inventarios debe ser capaz de absolver tres preguntas básicas:

- ¿Con qué frecuencia debe revisarse el nivel de inventario?
- ¿Cuándo debe pedirse reabastecimiento?
- ¿Qué cantidad debe pedirse?

Los detalles de los sistemas de control que se adoptarán en el modelo propuesto así como los algoritmos de cálculo¹ se exponen en el anexo 8.

¹ Las fórmulas y los algoritmos de cálculo han sido adaptadas, a la realidad de la empresa estudiada, del libro “Fundamentos de Gestión de Inventarios” de Carlos Julio Vidal Holguín (2005), tomando en consideración los modelos probabilísticos.

6. *Project charter* del modelo propuesto

Según el PMBOK, el *project charter* o acta de constitución de proyecto es el documento donde se autoriza formalmente un proyecto o una fase y donde se documentan los requisitos iniciales que cubran las expectativas de las partes interesadas, aquí se detallan cada uno de los aspectos fundamentales y cruciales de todo proyecto.

En este caso, se utilizará este documento para formalizar el proyecto, delimitar el alcance, definir los objetivos, establecer los entregables, definir las posiciones (*stakeholders*, clientes), asignación de responsabilidades, definir los planes (financieros, recursos, calidad) y las consideraciones (riesgos, asunciones, restricciones).

A continuación, se presenta el *project charter* del modelo de inventarios propuesto.

Tabla 19. *Project charter* de la propuesta

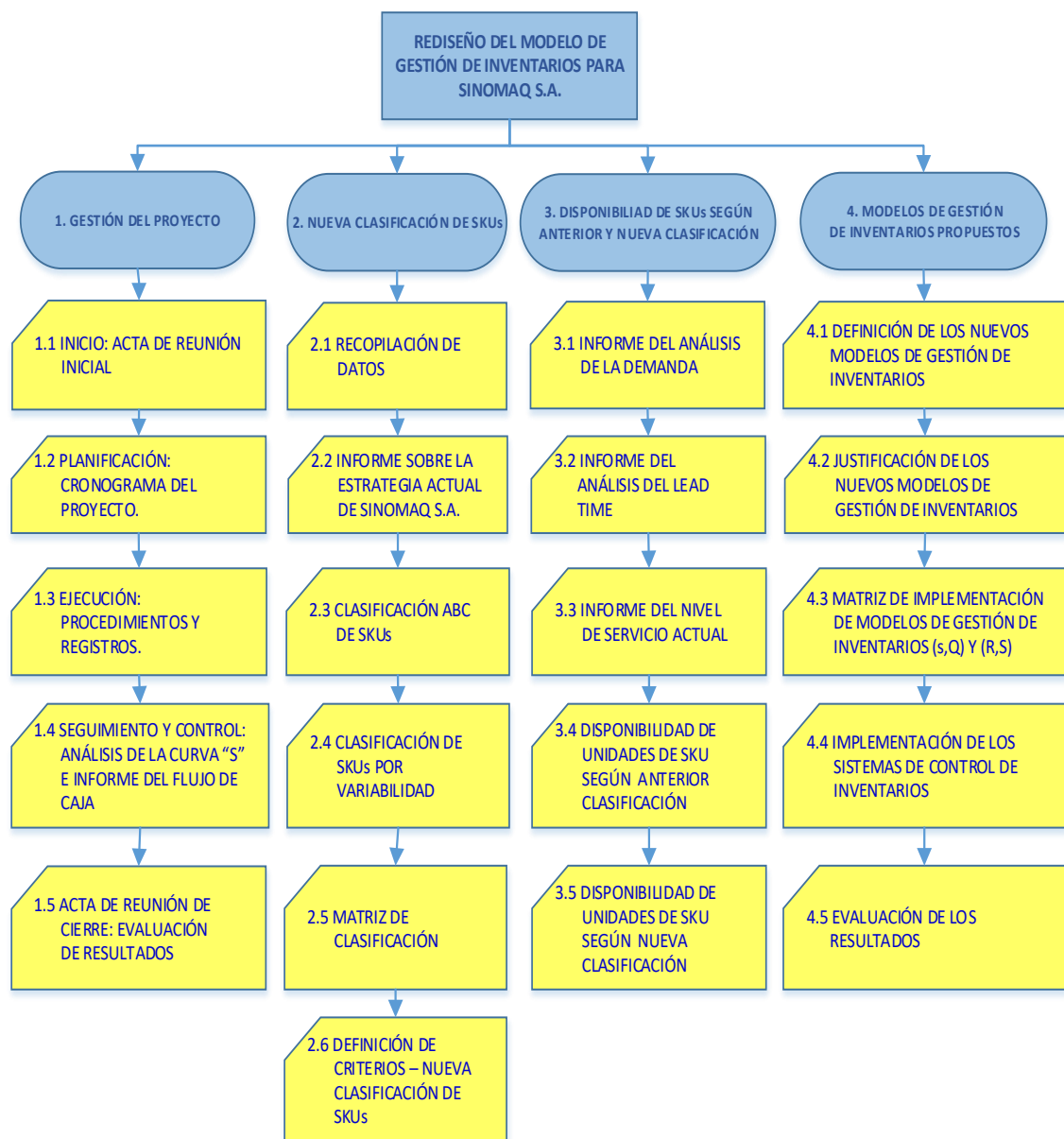
PROJECT CHARTER			
Nombre del Proyecto:	Rediseño del modelo de gestión de inventarios		
Patrocinado por:	Gerencia de Administración y Finanzas		
Preparado por:	Jefatura de Almacén y Distribución	Fecha:	03/11/2015
Revisado por:	Gerencia de Administración y Finanzas	Fecha:	05/11/2015
Aprobado por:	Gerencia General / Gerencia de Administración y Finanzas	Fecha:	11/11/2015
DEFINICIÓN DEL PROYECTO			
<p>El proyecto consiste en plantear una propuesta de un modelo de control de inventarios. El desarrollo del proyecto consistirá en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar una nueva clasificación de los SKUs • Realizar un análisis de la demanda • Realizar un análisis del lead time • Realizar un análisis del Nivel de Servicio • Definir el modelo de inventarios mas adecuado <p>El desarrollo del proyecto estará a cargo de las siguientes personas de Sinomaq:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freddy Matute Miranda: Jefe de Almacén y Distribución • Marco Zapata Euribe: Gerente de Administración y Finanzas • Andres Orams Bustamante: Gerente General <p>El proyecto tiene como patrocinador a la Gerencia de Administración y Finanzas y será aprobado por la Gerencia General, la supervisión directa de la ejecución y responsable del éxito del proyecto es del Jefe de Almacén y Distribución.</p> <p>El proyecto será realizado desde el 16 de Noviembre 2015 hasta el 30 de Abril del 2016</p> <p>La Gestión del proyecto se realizará en las instalaciones de Sinomaq.</p>			
DEFINICIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO			
El producto del proyecto será un nuevo “Modelo de Gestión de Inventarios”, que pruebe ser mas eficiente al actual			

modelo empleado, mejorando el Nivel de Servicio y minimizando los costos de inventario.	
ALINEAMIENTO DEL PROYECTO	
1. Objetivo Estratégico de la Organización	2. Propósito del proyecto
Lograr un manejo eficiente de los repuestos, traducido en una entrega oportuna y sin errores generando una diferenciación en el servicio al cliente.	Mayor eficiencia en la entrega de los repuestos a los clientes , lo que mejorará el nivel de servicio al cliente. Mejor control de los inventarios , permitiendo aminorar la cantidad de repuestos que caigan en obsolescencia y subir el nivel de <i>stock</i> de los ítems que a pesar de tener alta rotación han presentado roturas de <i>stock</i> frecuentes.
OBJETIVOS DEL PROYECTO	
Alcance:	El proyecto se llevará a cabo en el almacén central de la organización y comprenderá el seteo de los parámetros de reposición, luego de una clasificación previa, de todos los SKU que hayan tenido <i>stock</i> y movimiento en el año analizado (2015)
Tiempo:	Aproximadamente 06 meses (16 Noviembre – 30 Abril)
Costo:	30,568 USD / 2,500 USD (Diseño) + 28,068 USD (Implementación)
Calidad:	El nuevo sistema de inventarios deberá tener en cuenta una adecuada predicción de la demanda, los tiempos de reabastecimiento y el nivel deseado de roturas de <i>stock</i> , asimismo deberá ser capaz de entregar como valores de salida: La cantidad a reponer, el tiempo de reposición o periodo de reposición, pero siempre sujeta a la restricción de la inversión en inventarios, esto es minimizar el valor de los <i>stocks</i> .
CRITERIOS DE ÉXITO DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> - El proyecto se desarrolla en el tiempo estipulado y cumpliendo el presupuesto establecido. - El compromiso del personal involucrado para el logro del proyecto - El diseño del proyecto cumple con los estándares de calidad definidos previamente. 	

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

7. EDT del modelo de gestión de inventarios propuesto

Gráfico 30. EDT del modelo de gestión de inventarios propuesto



Fuente: Elaboración propia.

8. Análisis de riesgos

8.1. Identificación de riesgos

Los riesgos basados en el EDT, se agrupan en:

- Gestión
- Organizacional
- Financiero
- Externo
- Servicio

Para el proyecto se han identificado los principales riesgos que se considera que son los que podrían presentarse durante la duración del proyecto, estos se exponen en la tabla 20.

Tabla 20. Riesgos identificados del proyecto

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Efecto
Organizacional	La decisión de la gerencia en terciarizar el almacenamiento de repuestos.	Paralización del proyecto
Organizacional	La decisión del grupo empresarial de vender la empresa.	Paralización del proyecto
Organizacional	La decisión del grupo empresarial de modificar el mix de marcas representadas	Paralización del proyecto
Organizacional	Cambios en la organización de la empresa	Suspensión y atraso del proyecto
Financiero	No se cuenta con los recursos financieros necesarios para realizar el proyecto	Suspensión y atraso del proyecto
Gestión	Renuncia de personal ligado al proyecto	Suspensión y atraso del proyecto
Gestión	Dificultad en la recopilación de data necesaria para desarrollar el proyecto	Incumplimiento de metas
Gestión	Tiempo de procesamiento de la data recopilada	Incumplimiento de metas

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

8.2. Identificación, estimación y priorización de riesgo

Identificados los riesgos en el acápite anterior, se procede a calcular el grado de exposición de los mismos, para ello utilizamos la matriz de probabilidad – impacto utilizando las dos principales dimensiones del riesgo, esto se puede apreciar en la tabla 21.

Tabla 21. Matriz de probabilidad-impacto

Probabilidad		Impacto		Calificación	Rango
Muy bajo	1	Muy bajo	1	Riesgo Bajo	1-5
Bajo	2	Bajo	2	Riesgo Medio	6-12
Moderado	3	Moderado	3	Riesgo Alto	13-19
Alto	4	Alto	4	Riesgo Crítico	20-25
Muy alto	5	Muy alto	5		

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

A continuación se presenta la matriz de cuantificación de riesgos, la cual ayudará a identificar los riesgos, evaluar la escala de impacto, la probabilidad de ocurrencia, exposición a riesgos y clasificación de los mismos (ver tabla 22).

Tabla 22. Cuantificación de riesgos

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Efecto	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo
Organizacional	La decisión de la gerencia en terciarizar el almacenamiento de repuestos.	Paralización del proyecto	2	4	8
Organizacional	La decisión del grupo empresarial de vender la empresa.	Paralización del proyecto	3	4	12
Organizacional	La decisión del grupo empresarial de modificar el mix de marcas representadas	Paralización del proyecto	2	5	10
Organizacional	Cambios en la organización de la empresa	Suspensión y atraso del proyecto	4	4	16
Financiero	No se cuenta con los recursos financieros necesarios para realizar el proyecto	Suspensión y atraso del proyecto	2	4	8
Gestión	Renuncia de personal ligado al proyecto	Suspensión y atraso del proyecto	2	4	8
Gestión	Dificultad en la recopilación de data necesaria para desarrollar el proyecto	Incumplimiento de metas	3	3	9
Gestión	Tiempo de procesamiento de la data recopilada	Incumplimiento de metas	2	3	6

Fuente: Elaboración propia.

Es posible afirmar que el proyecto es de riesgo moderado. Por ello, se recomienda revisar periódicamente mientras se desarrolla el proyecto, ya que pueden aparecer más riesgos no previstos en esta etapa.

8.3. Respuesta a riesgos

Una vez que se han cuantificado los riesgos, es posible para poder establecer medidas que mitiguen sus efectos. Estas medidas se presentan en la tabla 23.

Tabla 23. Medidas tomadas para mitigar los riesgos

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Efecto	Nivel de riesgo	Respuesta a los Riesgos
Organizacional	La decisión de la gerencia en terciarizar el almacenamiento de repuestos.	Paralización del proyecto	8	Modificar el proyecto, puesto que los parámetros de reposición variarían.
Organizacional	La decisión del grupo empresarial de vender la empresa.	Paralización del proyecto	12	Paralizar el proyecto, puesto que la nueva administración tendría sus propias políticas de manejo de inventarios.
Organizacional	La decisión del grupo empresarial de modificar el mix de marcas representadas	Paralización del proyecto	10	Modificar el proyecto, puesto que los parámetros de reposición variarían.
Organizacional	Cambios en la organización de la empresa	Suspensión y atraso del proyecto	16	Paralizar los trabajos, mientras se completen los cambios al interior de la organización
Financiero	No se cuenta con los recursos financieros necesarios para realizar el proyecto	Suspensión y atraso del proyecto	8	Modificar el proyecto, al no tener los recursos necesarios para su desarrollo.
Gestión	Renuncia de personal ligado al proyecto	Suspensión y atraso del proyecto	8	Modificar el proyecto, reajustando los tiempos de entrega ya que se cuenta con menos recurso humano.
Gestión	Dificultad en la recopilación de data necesaria para desarrollar el proyecto	Incumplimiento de metas	9	Modificar el proyecto, reajustando los tiempos de entrega ante la dificultad de conseguir la data o redefinir el alcance con la data disponible.
Gestión	Tiempo de procesamiento de la data recopilada	Incumplimiento de metas	6	Modificar el proyecto, ajustando los tiempos de entrega, ante la dificultad de procesar la data.

Fuente: Elaboración propia.

9. Evaluación del modelo

9.1. Efecto de la mejora en el nivel de servicio

Luego de hacer la corrida del modelo propuesto, es posible comprobar la efectividad del modelo, este se resume en la siguiente tabla.

Tabla 24. Comparativo del nivel del servicio, actual y propuesto

	Nivel de servicio
Actual	65%
Propuesto	94%
Variación	+ 29%

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

Aquí es posible notar que el modelo planteado mejora en un 29% el nivel de servicio y el costo de inventario a pedir baja. A priori esto no tendría sentido, pues si se eleva el nivel de servicio los inventarios tienen que subir, lo que en realidad está ocurriendo es que se ha redistribuido de una manera óptima el inventario, es decir, se está pidiendo menos de los SKU que contribuyen menos al volumen de ventas, pero que elevan el costo de *stock* y se está pidiendo más de aquellos artículos que tienen una alta demanda.

El efecto directo de la redistribución del inventario es la disminución de las ventas perdidas debido a que se va tener una mayor disponibilidad de los productos con mayores ventas, cuantitativamente hablando ello se traduce como un incremento en las ventas, como planteamos en el cuadro anterior se va tener un incremento en el nivel del servicio del 29%, así mismo podemos conocer el margen de contribución promedio del periodo 2015 estudiado que para nuestro estudio resulta siendo de 52%, además si consideramos el volumen de ventas del mismo periodo en este caso de USD 2 831 363 y la pérdida de ventas que se dio en el mismo periodo fue de 27% que puede obtenerse por el registro que se tiene de la demanda insatisfecha debido principalmente por la falta de stock, todo lo mencionado anteriormente servirá para calcular el beneficio que se puede obtener al aplicar el modelo propuesto, entonces ya estamos en la capacidad de poder definir una fórmula que nos calcule el beneficio obtenido y que a continuación se expone a detalle:

$$\text{Beneficio Anual (USD)} = VA \times \% MCP \times \% VP \times \% \Delta NS$$

Donde:

VA: Venta Anual

% MCP: % Margen de Contribución Promedio

%VP: % Venta Perdida

%ΔNS: % Incremento del Nivel de Servicio

A continuación se explica el significado de cada uno de los factores y el cálculo que hizo posible su obtención:

- *VA (Venta Anual)*

Son las ventas anualizadas del periodo 2015, este dato se obtuvo de los registros de ventas y en ese periodo ascendió a USD 2 831 363

- *% MCP (Margen de Contribución Promedio)*

Para poder calcular el Margen de Contribución Promedio, es necesario conocer antes dos conceptos:

- Mezcla de Ventas
- Margen de Contribución

- Mezcla de Ventas

Es la proporción que sobre el total de las ventas representa cada uno de los SKUs que se han vendido en un determinado periodo, para nuestro caso es el año 2015, esto es:

$$\% \text{Mezcla de Ventas } SKU_i = \frac{\text{Ventas 2015 } SKU_i}{\text{Ventas 2015 total}} \times 100$$

Cabe recordar que las ventas pueden expresarse en unidades o en dinero, para objeto del presente estudio nosotros hemos adoptado expresar las ventas en dinero.

- % Margen de Contribución

Es el % que representa la diferencia entre el Precio de Venta y los costos variables dividido entre el Precio de Venta, de la misma manera que como en el caso de la mezcla de ventas para su cálculo se ha tomado como base el periodo 2015, y el Precio de Venta y el Costo de SKU se ha tomado de los registros contables de Ventas y de Costos, y podemos expresarlo como sigue:

$$\% \text{Margen de Contribución } SKU_i = \frac{\text{Precio de Venta } SKU_i - \text{Costo } SKU_i}{\text{Precio de Venta } SKU_i} \times 100$$

Conocido estos dos conceptos podemos calcular el %Margen de Contribución Promedio, para una organización como Sinomaq que tiene varios miles de SKUs, es conveniente y de mayor utilidad conocer su margen de contribución promedio en lugar de conocer márgenes de contribución por cada SKU, esto es muy útil cuando se quiere planificar presupuestos, reabastecimientos, establecer políticas de inventarios, etc.

El % Margen de Contribución Promedio se calcula mediante:

$$\% \text{ Margen de Contribución Promedio} = \sum_{i=0}^n \% \text{ Mezcla de Ventas } SKU_i \times \% \text{ Margen de Contribución } SKU_i$$

Luego de efectuados los cálculos el % de Margen de contribución promedio resulto siendo 52%, el resumen de la data y los cálculos se pueden observar en el anexo 9.

$$\% \text{ Margen de Contribución Promedio} = 52\%$$

Efectuando los cálculos obtenemos el siguiente Beneficio Anual:

$$\text{Beneficio Anual (USD)} = 2\,831\,363 \times 52\% \times 27\% \times 29\%$$

Beneficio Anual (USD) = 115 282

9.2. Efecto de la redistribución del inventario

Durante el año 2015 el Costo total de Inventario llegó a USD 3 584 753, si se compara con los resultados obtenidos por el nuevo modelo de gestión de inventarios obtenemos un Costo total de USD 2 425 026, lo que también genera un beneficio adicional de USD 641 727 el resumen se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25. Comparativo del Costo total de inventario anual

	Costo Total de Inventario
Actual	3 584 753
Propuesto	2 943 026
Variación	-641 727
Variación %	-32%

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

9.3. Inversión necesaria

Para poder implementar el nuevo sistema de control de inventarios es necesario efectuar una inversión, que pasa por contratar a personal idóneo que pueda efectuar el análisis de inventarios y dar el soporte necesario al modelo así como también actualizar los parámetros de reposición de manera periódica, así mismo se debe dar los recursos necesarios para que efectúen su labor, tales como: Software especializado, mobiliario, equipos de cómputo, equipos de comunicación, entre otros, ello se resume en la siguiente tabla.

Tabla 26. Gastos de operación anual luego de implementado el proyecto

Rubro	Costo unitario	IGV	Cantidad	Costo total
Salario anual de analista de inventarios senior	13,200	-	1	13,200
Salario anual de asistente de control de inventarios	7,080	-	1	7,080
Teléfono y/o Celular	720	130	2	1,699
Laptop	930	167	2	2,195
Muebles de escritorio y otros mobiliarios	350	63	2	826
Software (EasyFit, Watson Analytics(Cloud))	2,200	396	1	2,596
Gastos generales administrativos	400	72	1	472
Total				28,068

Fuente: Sinomaq S.A. Elaboración propia.

9.4. Evaluación de la viabilidad del proyecto

Asimismo, se evaluó la viabilidad del proyecto utilizando el ratio costo/beneficio.

Tabla 27. Evaluación económica del proyecto

BENEFICIOS DEL PROYECTO	VALOR
Beneficio	USD 757 009
Inversión	USD 30 568
BENEFICIO ANUAL DEL PROYECTO	
CRITERIO DE EVALUACIÓN	VALOR
Costo-beneficio	24.76

Fuente: Elaboración propia.

Con la evaluación anterior demostramos la viabilidad del proyecto.

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones

Es posible concluir que la recolección y procesamiento de datos es fundamental para tomar mejores decisiones. En este caso, el trabajo se ha basado en recopilar data histórica, muchas veces tediosa de conseguir y en otros casos se ha tenido que generar durante el desarrollo de esta investigación a fin de darle la objetividad suficiente y no caer en sesgos.

La importancia de tener controlados los *stocks* es una prioridad hoy en día si se quiere asegurar una empresa rentable. El inventario como capital en sí genera un costo del que muchas veces la empresa solamente se da cuenta cuando está perdiendo rentabilidad, como ha sido el caso de la empresa analizada; una mala decisión de inventarios podría generar sobre *stock* y pérdida de ventas, por lo que es necesario homogenizar los inventarios pero a la vez identificar el nivel de atención o nivel de servicio al que se aspira. Un nivel de servicio alto implica una fuerte inversión en inventarios, con lo que los costos asociados se incrementan también; el control también juega un rol importante el tener un nivel de servicio bajo para artículos de altas ventas no significa descuidarlos, estos son caros y generan un mayor ingreso, por lo que los mayores esfuerzos deberían dedicársele a estos mejorando el control e incrementando la revisión en periodos más cortos, solamente así será posible actuar oportunamente ante cualquier cambio imprevisto de la demanda.

2. Recomendaciones

El modelo concebido da una aproximación a un nivel de *stock* menor que el actual, pero no necesariamente podría ser el óptimo. Existen modelos mucho más sofisticados como el expuesto en esta investigación; un trabajo que podría desprenderse de esta investigación podría ser la comparación de este modelo frente a otros más avanzados.

El modelo como tal ha sido concebido en una hoja de cálculo que hasta cierto nivel es manejable, pero si se pretende hacerlo más sofisticado incluyendo nuevas variables o haciendo una clasificación más fina, la practicidad y simpleza que da una hoja de cálculo se pierde y es necesario automatizarla a nivel de un *software*.

Bibliografía

Anderson, David *et al.* (2011a). *Estadística para negocios y economía*. 11ª ed. México: CENGAGE Learning.

Anderson, David *et al.* (2011b). *Métodos cuantitativos para los negocios*. 11ª ed. México: CENGAGE Learning.

Ballou, Ronald (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*. 5ª ed. México: Pearson.

Botter, Renee y Fourtin Leonard (1998). “*Stocking strategy for service parts – a case study*”. Fecha de consulta: 4/02/2016. <cms.ieis.tue.nl/beta/files/workingpapers/beta_wp33.doc>

Chopra, Sunil y Meindl, Peter (2013). *Administración de la cadena de suministro*. 5ª ed. México: Pearson.

Coyle, John *et al.* (2008). *Supply Chain Management: A Logistics Perspective*. 8ª ed. Estados Unidos: CENGAGE Learning.

Frazelle, Edward y Sojo, Ricardo (2007). *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Bogotá: Norma.

Jensen, Paul (2010) “*Operations Research Models and Methods Internet*”. Fecha de consulta: 14/12/2015.

<<https://www.me.utexas.edu/~jensen/ORMM/supplements/units/inventory/inventory.pdf>>

Lambert, Douglas *et al.* (1998). *Fundamentals of Logistics Management*. Estados Unidos: McGraw-Hill.

Project Management Institute (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK)*. 5ª ed. Estados Unidos: Project Management Institute.

Porter, Michael (1998). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Estados Unidos: The Free Press.

Vidal, Carlos Julio (2005). *Fundamentos de Gestión de Inventarios*. 3ª ed. Colombia: Universidad del Valle.

Villajuana, Carlos (2013). *Estratejiendo: Plan estratégico y balanced scorecard*. Perú: ESAN Ediciones.

Whiteside, Bill (2012). “*ABC Analysis-Manage What Matters*”. Fecha de consulta: 8/02/2016. <<http://www.apics.org/careers-education-professional-development/events/online-events/leverage/vendor-webcasts/2012/01/31/default-calendar/manage-what-matters-the-pareto-principle-abc-analysis-and-how-to-manage-by-exception-sponsored-by-demand-solutions>>.

Anexos

Anexo 1. Data para el cálculo de la demanda

Requerimiento	Código	Descripción	UM	Cant. Pedida	Usuario Solicitante	Fecha Solicitud	Fecha Aprobación	Cantidad atendida acumulada
10111	01001N00150	MANGUERA DE ALTA PRESION PARA CAJA DE DI	UND	1	EUSQUIANO	14/04/2014	16/05/2014	1
10111	01001I00601	RESERVORIO AUXILIAR DE REFRIGERANTE	UND	1	EUSQUIANO	14/04/2014	16/05/2014	1
10136	01015N00610	FOCO LED (LAGRIMA) 24 V 1.2 W PARA TABL	UND	100	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	100
10136	01001N00060	PERNO DE RUEDA POSTERIOR C/TUERCA	UND	40	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	3
10136	01001I01186	CRUCETA DE TOMAFUERZA VOLQUETE CA3256	UND	6	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	6
10136	01001I00414	FARO DELANTERO DERECHO	UND	5	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	1
10136	01005I00062	SERVO DE DIRECCION – 3256 E2	UND	3	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	0
10136	01005I00216	POLEA DE TENSION DE FAJA DE VENTILADOR	UND	4	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	4
10136	01001I01050	LUNA POSTERIOR DERECHO DE CABINA	UND	2	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	2
10139	01002I01633	BOMBA DE IMPLEMENTOS	UND	1	JRODRIGUEZ	15/04/2014	09/06/2015	1
10136	01005N00030	FAJA DE VENTILADOR 8PK 800 – WD615.46	UND	10	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	10
10136	01015N00813	BATERIA 12V 23 PLACAS	UND	6	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	2
10136	01001I01696	FRENO DE MOTOR – 3256 E3	UND	5	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	2
10136	01005I00214	TEMPLADOR DE FAJA DE AIRE ACONDICIONADO	UND	4	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	4
10136	01023I00055	TOMAFUERZA	UND	2	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	1
10139	01002I00220	EMPAQUETADURA DE BOMBA DE DIRECCION	UND	1	JRODRIGUEZ	15/04/2014	09/06/2015	1

Requerimiento	Código	Descripción	UM	Cant. Pedida	Usuario Solicitante	Fecha Solicitud	Fecha Aprobación	Cantidad atendida acumulada
10145	01004N00094	KIT DE REPARACION PARA SERVO DE DIRECCIO	UND	25	JGUILLEN	15/04/2014	09/06/2015	25
10136	01005I00213	VARILLA DE EMPUJE	UND	4	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	4
10136	01001I00415	FARO POSTERIOR DERECHO	UND	6	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	3
10136	01001I00416	FARO POSTERIOR IZQUIERDO	UND	6	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	0
10136	01001I01486	SEGURO DE CINTURON DE SEGURIDAD LADO DE	UND	10	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	7
10136	01001N00275	FORRO DE ZAPATA DE FRENO POSTERIOR	UND	80	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	80
10136	01001N00334	REMACHE PARA ZAPATA DE FRENO POSTERIOR	UND	500	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	10
10136	01005I00066	ARRANCADOR	UND	2	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	2
10136	01005I00054	FAJA AIRE ACONDIC 13x11x25 - WD615.46	UND	10	JPRADO	15/04/2014	09/06/2015	10

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Comparativo de métodos de pronóstico según MAPE

DATA DEMANDA 2015															Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavización Exponencial simple ($\alpha=0.1, \beta=0.9$)
CODIGO	CLASIFICACIÓN	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total	MAPE	MAPE	MAPE
07036N00017	SKU critico	1,467	1,755	677	1,792	2,465	2,262	2,871	2,824	3,233	3,926	4,502	1,378	29,152	261.38	351.80	240.96
07036N00009	SKU critico	943	680	507	561	1,266	1,602	1,416	1,365	1,024	1,742	1,757	691	13,554	492.42	492.42	240.96
01001N00334	SKU critico	128	200	1,928	2,008	1,072	2,960	700	200	1,054		934	672	11,856	995.43	995.43	222.62
07036N00012	SKU critico	469	467	255	170	1,113	999	1,469	685	300	1,487	1,850	665	9,929	143.26	143.26	240.96
07036N00044	SKU critico	486	356	77	323	185	707	660	729	1,051	1,441	1,826	956	8,797	338.63	338.63	240.96
07036N00033	SKU critico	271	546	126	119	469	764	283	590	473	851	1,125	362	5,979	264.76	264.76	240.96
07036N00021	SKU critico	359	145	330	468	748	580	316	430	353	614	830	194	5,367	285.24	285.24	240.96
1103010-Q205	SKU critico	19	4	11	7	1		8	5	1				56	189.70	189.70	240.96
01001I00623	SKU critico	12	5	7	1	2	2		2	2	4	4		41	177.78	177.78	254.91
07036N00023	SKU importante	50	169	104	5	5	27	5	4	4	5	5	55	438	312.55	312.55	240.96
2919010-Q304-1SP1PV	SKU importante	97	81	117	24	10		4	12	19	8	15	5	392	247.06	247.06	254.65
07036N00014	SKU importante	36	70	15	10	35	25	20	10		65	35	30	351	441.64	441.64	240.96
01001N00200	SKU importante	42	12	56	33	30	38	25	15	52	9	3	13	328	687.93	687.93	222.62
01001N00233	SKU importante	30	24	79	30	23	33	45	5	31	8	8		316	333.57	333.57	222.62
01001N00067	SKU importante	20	18	16	12	8	19	2	28	12	8	2	116	261	240.42	240.42	222.62
01005I00162	SKU importante	2	2	9	1	214	1	3	4	4	2	1		243	200.28	200.28	240.96
01015N00441	SKU importante	17	26	33	5	18	12	21	51	17	16	9	6	231	290.40	290.40	240.96
01001N00149	SKU importante	17		41	19	15	37	25	18	1	3	22	20	218	1,013.47	1,013.47	222.62

DATA DEMANDA 2015															Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavización Exponencial simple ($\alpha=0.1, \beta=0.9$)
CODIGO	CLASIFICACIÓN	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total	MAPE	MAPE	MAPE
01001N00319	SKU observable	2	2	1				43	197	320				565	162.09	162.09	222.62
01002I01338	SKU observable		47			37			24	44				152	145.56	145.56	239.97
01002I00120	SKU observable	34	45	16	24		23			6				148	256.77	256.77	222.62
01002I01322	SKU observable		71				8		1	53				133	183.78	183.78	239.97
2919005-D603U	SKU observable		3	8		4			37	23				75	256.88	256.88	254.65
01004I00295	SKU observable		1			4			1	1	1		55	63	182.19	182.19	241.42
2201030-BJ212	SKU observable				2	5	1	3	29	4	3	10	4	61	319.84	319.84	254.65
01005I00161	SKU observable	2	1	2	2	9	5				1			22	236.36	236.36	240.96
01001I00498	SKU observable	10		4			2			3	3			22	157.94	157.94	456.05
01005N00095	SKU prescindible	7	17	11	6	2	4	5	5	17	14	23	22	133	208.33	208.33	240.96
6104105-Q126A	SKU prescindible		17	5	5	4	4	36	12	5		8	24	120	321.33	321.33	255.22
01001N00076	SKU prescindible		20	55	6		6		18	6				111	228.99	228.99	222.62
01001N00276	SKU prescindible	12		9	41	8	12	8	4	4		8	2	108	236.14	236.14	222.62
01005I00076	SKU prescindible	3	4	6	1	3		2	6		71			96	215.29	215.29	240.96
01001I00148	SKU prescindible	27	1	24		20	3			12				87	171.69	171.69	456.05
01001N00047	SKU prescindible	14		46	2	4	10		8	2				86	207.87	207.87	222.62
01001N00119	SKU prescindible	13	6	12	5		16		14			8	4	78	146.37	146.37	222.62
01015N00951	SKU prescindible			35		3			20	5		14		77	208.49	208.49	240.96
01001I01622	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto	1	1		1				1				1	5	166.67	166.67	222.62

DATA DEMANDA 2015															Promedio Móvil	Promedio Móvil Ponderado	Suavización Exponencial simple ($\alpha=0.1, \beta=0.9$)
CODIGO	CLASIFICACIÓN	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total	MAPE	MAPE	MAPE
01001I01410	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto		1			1				2			1	5	161.11	161.11	200.51
01001I01298	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto				2				1	2				5	164.44	164.44	255.18
01005I00499	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto			1				1		1			1	4	155.56	155.56	240.96
01001I00810	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto				1				2	1				4	166.67	166.67	198.80
1143016-DN431PV	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto		1				1			1				3	172.22	172.22	223.42
3722010-D821H	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto			1				1				1		3	177.78	177.78	255.14
01001I01983	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto	1				1				1				3	177.78	177.78	222.62
01001I00551	SKU con riesgo a obsolescencia u obsoleto	1				1				1				3	177.78	177.78	456.05

Anexo 3. Data de registro de O/C

ORDEN_CO MPRA	ORDEN_ FECHA	RUC	PROVEEDOR	RECIBO_NR O	RECIBO_FEC HA	COMPRAD OR	ORDEN_I TEM	PARTE_CODIGO	TIPO
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	1	1000-00524	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	2	1000-00536	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	3	1002-00579	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	4	1002-00580	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	5	1002-00594	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	6	1003-00059	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	7	1003-00060	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	8	1003-00539	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	9	1003-00819	IMPORTACION
OC-0005848	01/10/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006362	17/12/2015	VSOTELO	10	1003-00960	IMPORTACION
OC-0005817	14/12/2015	10458782402	SANTOS CELESTINO DIEGO ARMANDO	RC-0006374	17/12/2015	PPOLASTRI	1	11000N00014	LOCAL
OC-0005817	14/12/2015	10458782402	SANTOS CELESTINO DIEGO ARMANDO	RC-0006374	17/12/2015	PPOLASTRI	3	11000N00020	LOCAL
OC-0005817	14/12/2015	10458782402	SANTOS CELESTINO DIEGO ARMANDO	RC-0006374	17/12/2015	PPOLASTRI	2	11000N00085	LOCAL
OC-0005797	23/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006347	15/12/2015	VSOTELO	44	4303336	IMPORTACION
OC-0005795	08/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006344	15/12/2015	VSOTELO	59	5001011-Q377	IMPORTACION
OC-0005795	08/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006344	15/12/2015	VSOTELO	100	5001015-3695PV	IMPORTACION
OC-0005795	08/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006344	15/12/2015	VSOTELO	99	5001020-3695PV	IMPORTACION
OC-0005797	23/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006347	15/12/2015	VSOTELO	78	5001020B1097PV	IMPORTACION
OC-0005795	08/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006344	15/12/2015	VSOTELO	7	5103212-3625PV	IMPORTACION
OC-0005664	09/11/2015	90000000059	SHANGHAI SHINEHO INDUSTRY DEVELOPMENT CO., LTD	RC-0006181	28/11/2015	VSOTELO	3	1105050-DL02A5PV	IMPORTACION
OC-0005688	11/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006175	28/11/2015	VSOTELO	35	1109010-Q703	IMPORTACION
OC-0005662	13/11/2015	90000000002	YUTONG HONGKONG LIMITED	RC-0006183	28/11/2015	VSOTELO	2	1140-02012	IMPORTACION
OC-0005663	10/11/2015	90000000078	TAIAN YUEXIN INDUSTRY&TRADE CO., LTD	RC-0006182	28/11/2015	VSOTELO	7	1203060-Q4855PV	IMPORTACION

ORDEN_CO MPRA	ORDEN_ FECHA	RUC	PROVEEDOR	RECIBO_NR O	RECIBO_FEC HA	COMPRAD OR	ORDEN_I TEM	PARTE_CODIGO	TIPO
OC-0005687	27/11/2015	20101067379	INVERSIONES MIDAS S.A.	RC-0006174	28/11/2015	RLAURA	4	1297.298.4021PV	LOCAL
OC-0005688	11/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006175	28/11/2015	VSOTELO	21	1308020-D8155PV	IMPORTACION
OC-0005687	27/11/2015	20101067379	INVERSIONES MIDAS S.A.	RC-0006174	28/11/2015	RLAURA	1	1316.304.1681PV	LOCAL
OC-0005687	27/11/2015	20101067379	INVERSIONES MIDAS S.A.	RC-0006174	28/11/2015	RLAURA	3	1316.304.1701PV	LOCAL
OC-0005687	27/11/2015	20101067379	INVERSIONES MIDAS S.A.	RC-0006174	28/11/2015	RLAURA	2	1316.304.1831PV	LOCAL
OC-0005663	10/11/2015	90000000078	TAIAN YUEXIN INDUSTRY&TRADE CO., LTD	RC-0006182	28/11/2015	VSOTELO	4	2402043015PV	IMPORTACION
OC-0005688	11/09/2015	90000000074	JINAN SHINE INTERNATIONAL TRADE CO., LTD.	RC-0006175	28/11/2015	VSOTELO	28	2402055D1H	IMPORTACION

Anexo 4. Disponibilidad de unidades de SKU en el 2015

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jun	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Nro. unidades solicitadas	19.915	18.557	21.736	16.436	39.313	26.503	20.066	21.532	24.087	21.880	31.066	17.893	278.981
Nro. unidades atendidas	16.377	14.652	15.293	12.086	31.285	22.152	14.760	14.604	18.616	11.375	18.137	11.154	200.489
% Disponibilidad	82%	79%	70%	74%	80%	84%	74%	68%	77%	52%	58%	62%	72%

Anexo 5. Estadísticos y pruebas de bondad de ajuste

Estadística descriptiva *lead time* proveedores locales

Estadística	Valor
Tamaño de la muestra	1913
Rango	9
Media	3.69
Varianza	5.2067
Desviación estándar	2.2818
Coef. de variación	0.61838
Error estándar	0.05217
Asimetría	0.28864
Curtosis	-0.56158

Percentil	Valor
Min	0
5%	0
10%	0
25% (Q1)	2
50% (Mediana)	3
75% (Q3)	5
90%	7
95%	8
Max	9

Estadística descriptiva *lead time* proveedores foráneos (importación)

Estadística	Valor
Tamaño de la muestra	2,397
Rango	13
Media	50.259
Varianza	10.872
Desviación estándar	3.2972
Coef. de variación	0.0656
Error estándar	0.06735
Asimetría	0.44355
Curtosis	-0.63333

Percentil	Valor
Min	45
5%	46
10%	46
25% (Q1)	48
50% (Mediana)	49
75% (Q3)	52
90%	56
95%	56
Max	58

Pruebas de Bondad de Ajuste a una Distribución Normal Lead Time Proveedores Locales					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	1,913				
Estadística	0.13529				
Valor P	0				
Rango	5				
A	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.02453	0.02796	0.03105	0.03471	0.03724
¿Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Pruebas de Bondad de Ajuste a una Distribución Normal Lead Time Proveedores Locales					
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	1913				
Estadística	30.895				
Rango	4				
A	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
¿Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	6				
Estadística	307.9				
Valor P	0				
Rango	6				
A	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	8.5581	10.645	12.592	15.033	16.812
¿Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Pruebas de Bondad de Ajuste a una Distribución Normal Lead Time Proveedores Foráneos (Importación)					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	2,397				
Estadística	0.16524				
Valor P	0				
Rango	35				
A	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.02192	0.02498	0.02774	0.03101	0.03327
¿Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	2397				
Estadística	43.545				
Rango	28				
A	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
¿Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	9				
Estadística	1279.1				
Valor P	0				
Rango	27				
A	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666
¿Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Anexo 6. Distribución de frecuencia *lead time* por proveedor

Distribución de probabilidad *lead time* proveedor local

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia	Probabilidad	PA	Min	Max	Lead Time (Marca de clase)
-	2	255	0.133	0.133	1	13	1
2	4	733	0.383	0.516	14	52	3
4	6	530	0.277	0.794	53	79	5
6	8	269	0.141	0.934	80	93	7
8	10	126	0.066	1.000	94	100	9
	Total	1,913	1.000				

Distribución de probabilidad *lead time* importación

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia	Probabilidad	PA	Min	Max	Lead Time (Marca de clase)
45	48	559	0.233	0.233	1	23	46
48	51	737	0.307	0.541	24	54	49
51	54	740	0.309	0.849	55	85	52
54	57	268	0.112	0.961	86	96	55
57	60	93	0.039	1.000	97	100	58
	Total	2,397	1.000				

Anexo 7. Cuadro tabulado de la distribución normal

Tomado parcialmente del libro: “Fundamentos de Gestión de Inventarios” (Vidal 2005)

<i>K</i>	<i>f_u (k)</i>	<i>p_u (k)</i>	<i>G_u (k)</i>	<i>k</i>
0,00	0,398942	0,500000	0,398942	0,00
0,01	0,398922	0,496011	0,393962	0,01
0,02	0,398862	0,492022	0,389022	0,02
0,03	0,398763	0,488033	0,384122	0,03
0,04	0,398623	0,484047	0,379261	0,04
0,05	0,398444	0,480061	0,374441	0,05
0,06	0,398225	0,476078	0,369660	0,06
0,07	0,397966	0,472097	0,364919	0,07
0,08	0,397668	0,468119	0,360218	0,08
0,09	0,397330	0,464144	0,355557	0,09
0,10	0,396953	0,460172	0,350935	0,10
0,11	0,396536	0,456205	0,346353	0,11
0,12	0,396080	0,452242	0,341811	0,12
0,13	0,395585	0,448283	0,337309	0,13
0,14	0,395052	0,444330	0,332846	0,14
0,15	0,394479	0,440382	0,328422	0,15
0,16	0,393868	0,436441	0,324038	0,16
0,17	0,393219	0,432505	0,319693	0,17
0,18	0,392531	0,428576	0,315388	0,18
0,19	0,391806	0,424655	0,311122	0,19
0,20	0,391043	0,420740	0,306895	0,20
0,21	0,390242	0,416834	0,302707	0,21
0,22	0,389404	0,412936	0,298558	0,22
0,23	0,388529	0,409046	0,294448	0,23
0,24	0,387617	0,405165	0,290377	0,24
0,25	0,386668	0,401294	0,286345	0,25
0,26	0,385683	0,397432	0,282351	0,26
0,27	0,384663	0,393580	0,278396	0,27
0,28	0,383606	0,389739	0,274479	0,28
0,29	0,382515	0,385908	0,270601	0,29
0,30	0,381388	0,382089	0,266761	0,30
0,31	0,380226	0,378281	0,262959	0,31
0,32	0,379031	0,374484	0,259196	0,32
0,33	0,377801	0,370700	0,255470	0,33
0,34	0,376537	0,366928	0,251782	0,34
0,35	0,375240	0,363169	0,248131	0,35
0,36	0,373911	0,359424	0,244518	0,36

<i>k</i>	<i>f_u (k)</i>	<i>p_u (k)</i>	<i>G_u (k)</i>	<i>k</i>
0,37	0,372548	0,355691	0,240943	0,37
0,38	0,371154	0,351973	0,237404	0,38
0,39	0,369728	0,348268	0,233903	0,39
0,40	0,368270	0,344578	0,230439	0,40
0,41	0,366782	0,340903	0,227011	0,41
0,42	0,365263	0,337243	0,223621	0,42
0,43	0,363714	0,333598	0,220267	0,43
0,44	0,362135	0,329969	0,216949	0,44
0,45	0,360527	0,326355	0,213667	0,45
0,46	0,358890	0,322758	0,210422	0,46
0,47	0,357225	0,319178	0,207212	0,47
0,48	0,355533	0,315614	0,204038	0,48
0,49	0,353812	0,312067	0,200900	0,49
0,50	0,352065	0,308538	0,197797	0,50
0,51	0,350292	0,305026	0,194729	0,51
0,52	0,348493	0,301532	0,191696	0,52
0,53	0,346668	0,298056	0,188698	0,53
0,54	0,344818	0,294598	0,185735	0,54
0,55	0,342944	0,291160	0,182806	0,55
0,56	0,341046	0,287740	0,179912	0,56
0,57	0,339124	0,284339	0,177051	0,57
0,58	0,337180	0,280957	0,174225	0,58
0,59	0,335213	0,277595	0,171432	0,59
0,60	0,333225	0,274253	0,168673	0,60
0,61	0,331215	0,270931	0,165947	0,61
0,62	0,329184	0,267629	0,163254	0,62
0,63	0,327133	0,264347	0,160594	0,63
0,64	0,325062	0,261086	0,157967	0,64
0,65	0,322972	0,257846	0,155372	0,65
0,66	0,320864	0,254627	0,152810	0,66
0,67	0,318737	0,251429	0,150280	0,67
0,68	0,316593	0,248252	0,147781	0,68
0,69	0,314432	0,245097	0,145315	0,69
0,70	0,312254	0,241964	0,142879	0,70
0,71	0,310060	0,238852	0,140475	0,71
0,72	0,307851	0,235762	0,138102	0,72
0,73	0,305627	0,232695	0,135760	0,73
0,74	0,303389	0,229650	0,133448	0,74
0,75	0,301137	0,226627	0,131167	0,75
0,76	0,298872	0,223627	0,128916	0,76
0,77	0,296595	0,220650	0,126694	0,77
0,78	0,294305	0,217695	0,124503	0,78

Anexo 8. Sistema de control de inventarios utilizados en el modelo propuesto

Modelo (s, Q)

Donde:

$D =$ Demanda anual

$A =$ Costo de ordenar USD/orden

$G_u(k) =$ Función de la distribución normal $N(0,1)$

$Q^* =$ Tamaño de pedido en unidades

$r =$ Costo de mantener inventario en %

$v =$ Valor unitario en USD

$$P_u(k) = 1 - \frac{Qr}{DB}$$

$$\text{Cantidad a ordenar } (Q^*) = \sqrt{\frac{2D[A + (Bv)\sigma_L G_u(k)]}{vr}}$$

$$\hat{x}_L = DL$$

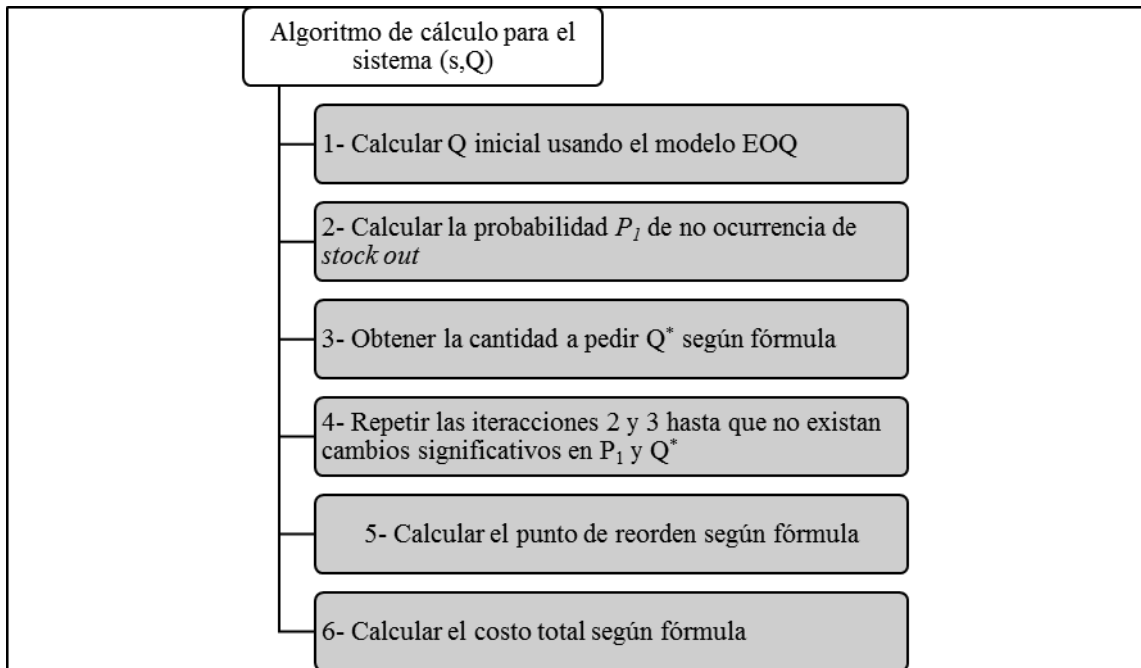
$$\sigma_L = \sigma_1 \sqrt{L}$$

$$\text{Punto de pedido } (s) = \hat{x}_L + k\sigma_L$$

$$\text{Nivel de Servicio: } P_2 := 1 - \frac{\sigma_L G_u(k)}{Q}$$

$$\text{Costo Total} = \frac{AD}{Q} + \left(\frac{Q}{2} + k\sigma_L\right)vr + \frac{D}{Q}(Bv)\sigma_L G_u(k)$$

Algoritmo de cálculo sistema (s, Q)



Modelo (R, S)

Donde:

D = Demanda anual

A' = Costo de ordenar USD/orden + % revisión de inventario

$G_u(k)$ = Función de la distribución normal $N(0,1)$

Q = Tamaño de pedido en unidades

r = Costo de mantener inventario en %

v = Valor unitario en USD

$$EOQ: \text{Cantidad a ordenar } (Q) = \sqrt{\frac{2A'}{vr}}$$

$$\text{Intervalo de revisión } (R) = \frac{EOQ}{D} = \sqrt{\frac{2A'}{Dvr}}$$

$$\sigma_{R+L} = \sigma_1 \sqrt{R+L}$$

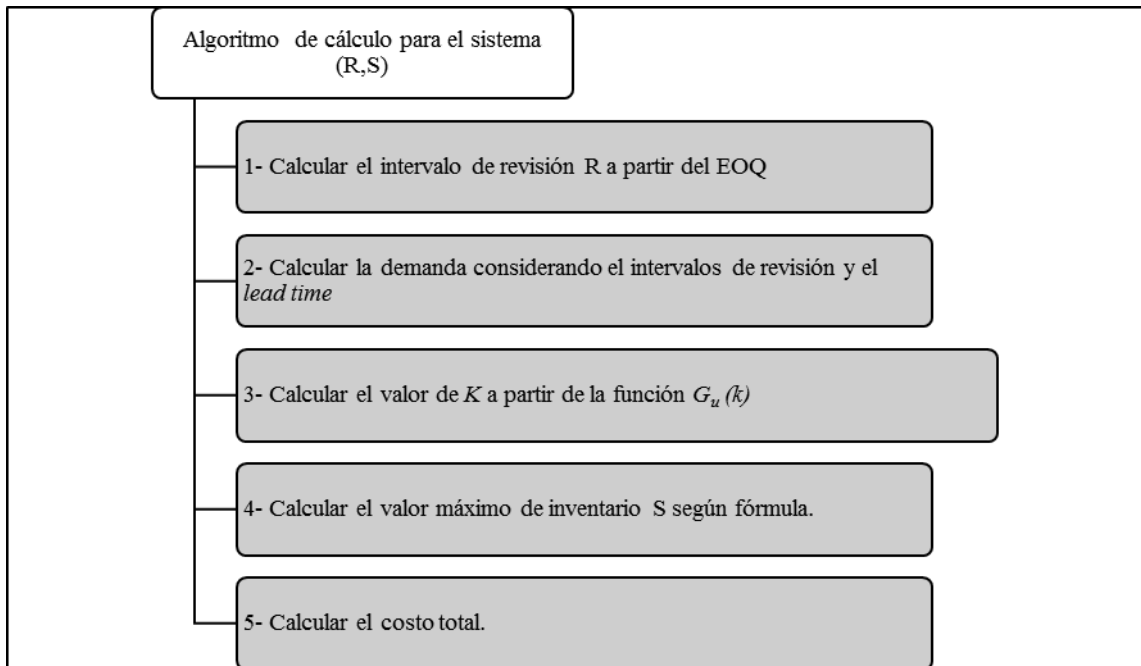
$$\hat{x}_{R+L} = D(R+L)$$

$$G_u(k) = \frac{DR}{\sigma_{R+L}} (1 - P_2)$$

$$\text{Valor máximo de inventario } (S) = \hat{x}_{R+L} + k\sigma_{R+L}$$

$$\text{Costo Total} = \frac{A'}{R} + \left(\frac{DR}{2} + k\sigma_{R+L} \right) vr + \frac{1}{R} (Bv)\sigma_{R+L} G_u(k)$$

Algoritmo de cálculo sistema (R, S)



Anexo 9. Margen de Contribución y Mezcla de Ventas de Repuestos Periodo 2015

Margen de Contribución y Mezcla de Ventas de Repuestos Periodo 2015

%MCP= **52%**

Código	Nro. Parte	Descripción	% Margen de contribución (1)	% Mezcla de Ventas (2)	% MC Promedio (1) x (2)
Primeros registros...					
07036N00017	731033	ACEITE RIMULA R4X 15W40 CILINDRO (55GLN)	58.5%	10.9%	6.4%
07036N00009	723432	ACEITE SPIRAX S2 A 85W140 CILINDRO (55 GLN)	62.3%	5.6%	3.5%
01001N00334	H62	REMACHE PARA ZAPATA DE FRENO POSTERIOR	53.8%	4.8%	2.6%
07036N00044	705632	ACEITE ROTELLA T3 NG 15W40 55GLN	63.6%	4.1%	2.6%
07036N00012	724032	ACEITE SPIRAX S4 CX 10W CILINDRO (55 GLN)	37.4%	3.3%	1.2%
07036N00021	723332	ACEITE SPIRAX S2 80W90 CILINDRO (55 GLN)	66.5%	2.7%	1.8%
07036N00033	700033	REFRIGERANTE ACTION COOLANT RTU 50/50 CI	59.5%	2.3%	1.4%
01009N00037	61000070005	FILTRO DE ACEITE MOTOR(FM-1820) - 3256E2	40.0%	1.7%	0.7%
01009N00035	1105050-Q395	FILTRO SEPARADOR DE AGUA(FS-1360)-1161E3	50.0%	1.1%	0.6%
01009N00036	612600081334	FILTRO DE COMBUSTIBLE (FC-3682) - 3256E2	40.0%	0.9%	0.4%
01001N00275	W3502020F01C	FORRO DE ZAPATA DE FRENO POSTERIOR	42.5%	0.9%	0.4%
07036N00018	731038	ACEITE RIMULA R4X 15W40 BALDE (5 GLN)	54.1%	0.9%	0.5%
07036N00026	726332	ACEITE TELLUS S2 M46 CILINDRO (55GLN)	44.5%	0.7%	0.3%
07036N00027	537385	GRASA GADUS S2 V220 BALDE (18KG)	48.1%	0.7%	0.3%
07036N00049	537386	GRASA GADUS S2 V220 CILINDRO (180KG)	44.9%	0.6%	0.3%
01009N00033	1109070-55A-2SP	FILTRO DE AIRE SEC (FA7056) - 3256E2	57.1%	0.6%	0.3%
07036N00008	723428	ACEITE SPIRAX S2 A 85W140 BALDE (5 GLN)	50.0%	0.5%	0.3%
01001N00060	W3104051F01C	PERNO DE RUEDA POSTERIOR C/TUERCA	67.8%	0.5%	0.3%
07036N00002	723732	ACEITE SPIRAX S2 ATF CILINDRO (55GLN)	54.1%	0.4%	0.2%

Margen de Contribución y Mezcla de Ventas de Repuestos Periodo 2015

%MCP= 52%

Código	Nro. Parte	Descripción	% Margen de contribución (1)	% Mezcla de Ventas (2)	% MC Promedio (1) x (2)
.. Últimos registros					
01005I00260	61500080090	PERNO RACOR DE RETORNO DE COMBUSTIBLE	33.3%	0.1%	0.0%
01005I00242	61500050025	SEGURO DE RESORTE DE VALVULA	53.8%	0.1%	0.0%
01015N00141	RN1300069	STOVE BOLT 3/16" X 1	68.5%	0.1%	0.0%
3104051-4EC11PV	3104051-4EC1	ESPARRAGO RUEDA M20X1.5X65/1.5X60(42)	76.9%	0.1%	0.0%
6126300102392PV	612630010239	FILTRO DE ACEITE MOTOR(B7383) - 3256E3	74.2%	0.1%	0.0%
01015N00552	16 AWG - MARRON	CABLE AWG#16 AUTOMOTRIZ MARRON	53.8%	0.1%	0.0%
01005I00010	612600040114	RETEN DE GUIA DE VALVULA	53.8%	0.1%	0.0%
9816001161PV	981600116	ARANDELA SEGURIDAD, M16 - CDM1220	33.3%	0.1%	0.0%
1105050-Q3955PV	1105050-Q395	FILTRO SEPARADOR DE AGUA(FS-1360)	80.9%	0.1%	0.0%
01001I01731	W2502131~34F01C	ARANDELA DE AJUSTE	85.7%	0.1%	0.0%
01000N01803	06X10X1.00	ARANDELA 06X10X1.00	25.0%	0.1%	0.0%
01015N01043	RF0000855	CONECTOR 1 VIA C/CABLE MACHO	19.5%	0.1%	0.0%
01015N01189	RSABMC014	ABRAZADERA PARA AJUSTE MANGUERA CORRUGAD	39.4%	0.1%	0.0%
3103-00239	3103-00239	PERNO Y TUERCA DE RUEDA DELANTERA	53.8%	0.1%	0.0%
3104-00219	3104-00219	PERNO Y TUERCA DE RUEDA	53.8%	0.1%	0.0%
01002I00151	GB/T802-1988 (M24)	TUERCA M24	53.8%	0.1%	0.0%
01002I01341	144-1358	UÑA DE CUCHARON	53.8%	0.1%	0.0%
43241024121PV	4324102412	FILTRO SECADOR DE AIRE AC-7901	57.1%	0.1%	0.0%
1143-00018	1143-00018	FILTRO DE GAS DE ALTA PRESION - 6120	53.8%	0.1%	0.0%

Anexo 10. Valoración de Ventas Perdidas

Venta 2015 (USD): 2,831,363
 Ventas perdidas 2015 (USD): 776,270
 % Ventas perdidas 2015: 27%

REQUERIMIENTOS SIN ATENDER PERIODO ANUAL 2015

REQ.	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UM	CANT PEDI DA	PRECIO UNITARIO USD	USUARIO SOLICITANTE	FECHA SOLICITUD	CANT. ATEN. ACUM.	CANT. X ATENDER	VALOR CANT. X ATENDER
Primeros registros...										
13527	01004N00023	PARABRISA DELANTERO DERECHO ZK6118 1260X	UND	2	230.99	MMATIAS	02/01/2015	1	1	230.99
13527	01004N00036	PARABRISA DELANTERO DERECHO	UND	1	238.00	MMATIAS	02/01/2015	0	1	238.00
13527	01004N00036	PARABRISA DELANTERO DERECHO	UND	1	238.00	MMATIAS	02/01/2015	0	1	238.00
13527	01003N00177	LUNA CON PERFORACIONES 1372X650	UND	3	77.19	MMATIAS	02/01/2015	1	2	154.39
13527	01004I00648	PARABRISA DELANTERO IZQUIERDO	UND	1	225.41	MMATIAS	02/01/2015	0	1	225.41
13527	01001N00279	PARABRISA DELANTERO LAMINADO 770 X 2050	UND	1	197.37	MMATIAS	02/01/2015	0	1	197.37
13527	01001N00278	PARABRISAS DELANTERO	UND	1	154.01	MMATIAS	02/01/2015	0	1	154.01
13527	01004N00022	VIDRIO DE PARABRISA TRASERO	UND	1	128.65	MMATIAS	02/01/2015	0	1	128.65
13527	01004I00613	VIDRIO INFERIOR DE VENTANA DE CONDUCTOR	UND	2	8.92	MMATIAS	02/01/2015	1	1	8.92
13527	01004I00594	ULTIMO VIDRIO INFERIOR DE LA IZQUIERDA	UND	2	7.31	MMATIAS	02/01/2015	1	1	7.31
13527	01004I00596	6TA LUNA SUPERIOR IZQUIERDA	UND	2	7.31	MMATIAS	02/01/2015	1	1	7.31
13527	01004I00597	ULTIMO VIDRIO SUPERIOR DE LA IZQUIERDA	UND	2	7.31	MMATIAS	02/01/2015	1	1	7.31
13527	01004I00599	VIDRIO SUPERIOR DE LA PUERTA POSTERIOR D	UND	2	7.31	MMATIAS	02/01/2015	1	1	7.31
13527	01004I00593	LUNA SUPERIOR DE PUERTA DELANTERA DE PAS	UND	2	7.31	MMATIAS	02/01/2015	1	1	7.31
13527	01004I00595	ULTIMO VIDRIO INFERIOR DE LA DERECHA	UND	2	7.31	MMATIAS	02/01/2015	1	1	7.31
13527	01004I00598	ULTIMO VIDRIO SUPERIOR DE LA DERECHA	UND	2	7.31	MMATIAS	02/01/2015	1	1	7.31
13527	01004I00587	ULTIMA LUNA CERRADA LADO DERECHO	UND	1	12.36	MMATIAS	02/01/2015	0	1	12.36
13527	01004I00576	CUARTO VIDRIO SUPERIOR DE LA IZQUIERDA	UND	1	7.31	MMATIAS	02/01/2015	0	1	7.31
22473	07036N00044	ACEITE ROTELLA T3 NG 15W40 55GLN	GLN	7	4.72	CAQUINO	02/01/2015	3	4	18.90
13544	01015N00813	BATERIA 12V 23 PLACAS	UND	8	120.27	MRIVERA	06/01/2015	6	2	240.53
13545	01001I00383	PISTON DE LEVANTE DE CABINA CA3256	UND	3	945.45	JLLANOS	06/01/2015	2	1	945.45
13545	01001I01502	TUBO DE ESCAPE ARTICULADO	UND	6	116.39	JLLANOS	06/01/2015	4	2	232.78
13546	01001N00179	RACHET DE FRENO POSTERIOR,IZQ	UND	10	30.97	KPALOMINO	06/01/2015	3	7	216.76
13546	01001N00180	RACHET DE FRENO POSTERIOR,DER	UND	10	30.96	KPALOMINO	06/01/2015	3	7	216.73
13545	01001I02471	SINCRONIZADOR	UND	2	137.94	JLLANOS	06/01/2015	0	2	275.87

REQUERIMIENTOS SIN ATENDER PERIODO ANUAL 2015

Venta 2015 (USD): 2,831,363
 Ventas perdidas 2015 (USD): 776,270
 % Ventas perdidas 2015: 27%

REQ.	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UM	CANT PEDI DA	PRECIO UNITARIO USD	USUARIO SOLICITANTE	FECHA SOLICITUD	CANT. ATEN. ACUM.	CANT. X ATENDER	VALOR CANT. X ATENDER
... Últimos registros										
36093	01015N00866	ABRAZADERA 20-32	UND	2	0.94	GINAM	29/12/2015	1	1	0.94
18089	01001I00119	O-RING 42X5	UND	3	0.13	PDELACRUZ	29/12/2015	1	2	0.27
18089	2916010-D643-1SP1PV	PIN DE GOMA DE BARRA ESTABILIZADORA	UND	22	26.96	YDELGADO	30/12/2015	16	6	161.78
36092	3552-00309	ZAPATA DE FRENO POSTERIOR	UND	4	120.99	JMINANO	30/12/2015	3	1	120.99
36086	3552-00309	ZAPATA DE FRENO POSTERIOR	UND	4	120.99	MICHEL	30/12/2015	3	1	120.99
18151	14767322	VALVULA HIDRAULICA DE DISTRIBUCION	UND	1	392.62	YDELGADO	30/12/2015	0	1	392.62
18154	3101078-Q4021PV	PROTECTOR DE TUERCA DE RUEDA DELANTERA	UND	180	1.90	YDELGADO	30/12/2015	68	112	212.87
18155	01004I02268	ZAPATA DE FRENO POSTERIOR	UND	4	41.68	JMINANO	30/12/2015	1	3	125.03
18151	1254811PV	COLLARIN DE EMBRAGUE - 3256E2	UND	1	135.00	TECSQ14	30/12/2015	0	1	135.00
18151	5103317-D604	TAPABARRO DELANTERO,IZQ - 3256 E3	UND	2	67.42	YDELGADO	30/12/2015	0	2	134.84
18153	A-7947	ADAPTADOR COMPLETO	UND	1	110.81	TECSQ14	30/12/2015	0	1	110.81
36120	01003I00228	PERNO M20X2X135-10.9-ZN.D	UND	22	5.15	YDELGADO	30/12/2015	8	14	72.05
18151	01000I00898	PLUMILLAS	UND	24	2.80	YDELGADO	30/12/2015	9	15	42.06
18151	2916149-Q4025PV	GOMA DE BARRA ESTABILIZADOR - 3256E2	UND	22	5.60	YDELGADO	30/12/2015	8	14	78.47
36120	1602350-Q8515PV	SERVO DE EMBRAGUE	UND	1	34.21	TECSQ14	30/12/2015	0	1	34.21
18154	01004I01847	FORRO DE ZAPATA	UND	8	3.74	JMINANO	30/12/2015	4	4	14.95
18151	2905418-1H1PV	BOCINA DE JEBE CONICO DE AMORTIGUADOR	UND	20	2.19	YDELGADO	30/12/2015	10	10	21.90
18151	612630030009	RETEN POSTERIOR DE CIGUEÑAL	UND	4	11.20	YDELGADO	30/12/2015	2	2	22.41
18165	01001N00436	SEPARADOR DE TOPE MUELLE 3 1/4X2X6	UND	4	3.42	MICHEL	30/12/2015	2	2	6.85
18151	3716020-3625PV	FARO POSTERIOR DERECHO	UND	3	6.19	YDELGADO	30/12/2015	1	2	12.38
18151	2916010-D643-2SP1PV	GOMA CONICA DE BARRA ESTABILIZADORA	UND	44	0.17	YDELGADO	30/12/2015	22	22	3.63
36123	01001I00119	O-RING 42X5	UND	3	0.13	GINAM	30/12/2015	1	2	0.27
PV-0006947	01003I00468	LAMPARA POSTERIOR IZQUIERDO	UND	1	4.84		31/12/2015	0	1	4.84
18182	39779865PV	ECM DE MOTOR	UND	5	0.17	JMINANO	31/12/2015	2	3	0.50

Nota biográfica

Daniel Osman Calle Mendivel

Ingeniero Industrial, egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería, con Especialización en Operaciones y Logística en ESAN. Labora actualmente como Jefe de Operaciones en Neptunia S.A.

Ejecutivo con más de 10 años de experiencia en el sector industrial y de servicios. Especialista en Operaciones, Logística, Distribución, Proyectos de mejora continua e informáticos y Servicio al Cliente. Experto en diseñar, planificar y gestionar cadenas de suministro, enfocado a generar valor y mejorar niveles de servicio para los clientes internos/externos

Freddy Matute Miranda

Ingeniero Industrial, egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería. Labora actualmente como Jefe de Almacén y Distribución en Sinomaq S.A.

Tiene experiencia en los sectores Manufactura, Minería y Comercial, principalmente en todas aquellas actividades relacionadas a la logística de salida. Ha ocupado cargos de supervisión y jefatura en Foamflex S.A, Empresa Periodística Nacional S.A., AK Drilling International S.A., Doe Run Perú SRL, Renova SAC. Ha desarrollado proyectos de optimización de procesos en almacenes y rediseño de layout, diseño de redes de distribución.

Ever Joel Yampasi Choque

Ingeniero Mecánico, egresado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, posee una Especialización en Gestión Logística y Operaciones en ESAN. Labora actualmente como Jefe de Compras en la empresa China International Water & Electric Corp. (Perú)

Cuenta con más de 6 años de experiencia como responsable de la logística de proyectos en los sectores de: minería y construcción.