

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



Diseño de un Modelo de Gestión de Inventario para el Centro
de Distribución Agrosuper de Viña del Mar

Por

Diego Jonathan Cantillana Marín

Trabajo de Título para optar al grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y Título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Eduardo Lara Yergues

Agosto, 2018

Agradecimientos

Hace un par de años escogí la quinta región para dar comienzo a un sueño que sin saber estaría acompañado de un largo camino con satisfacciones, alegrías y también dificultades. Es por ello que hoy cerrando esta etapa universitaria quiero dar las gracias a las personas que siempre han estado a mi lado y más aún en este proceso, siento que un camino se aliviana bástate teniendo alrededor a las personas correctas, por ello quiero agradecer en primer lugar a mis padres Silvia y Juan Carlos que fueron un pilar fundamental desde un principio, apoyándome en cada una de mis decisiones de forma incondicional como siempre lo han hecho y el inmenso cariño que me han brindado expresado cada uno a su manera, sus llamadas para partir un nuevo día en la universidad o sus “hijo tu puedes confía en tus capacidades”, a ustedes agradezco cada paso que di. No, no te olvide gracias también a ti hermano Carlos por tus consejos tu experiencia y a ti por ser la persona que me alentó a empezar esta travesía en 2011, a tu confianza y tu eterno apoyo en todo.

Tambien dar las gracias a mis tíos: Marisol por su apoyo y cariño la cual me insistió durante los 6 años con el siguiente mensaje “estudiar es tu única responsabilidad”, a lo cual siempre respondí gracias por su preocupación incondicional, Yolanda gracias por estar siempre ahí en cada momento siendo un apoyo en todo sentido y Guillermo por su apoyo para poder lograr finalizar este proceso. Tampoco olvido a toda la familia y amigos que siempre estuvieron a mi lado en todo momento. También agradecido de esta linda experiencia universitaria que me permitió conocer unas lindas personas que con el tiempo se trasformaron en bellas amistades y experimentar bellos momentos junto a ustedes completamente agradecido.

Por último agradecer a mi profesor guía Eduardo Lara que gracias a un trabajo en conjunto se dio termino a este proceso.

Todo esto es por y para ustedes Mamá y Papá las persona más importantes en mi vida.

Diego Cantillana Marín

Índice

Glosario	6
Lista de abreviatura o siglas	7
Lista de figuras	8
Lista de tablas	9
Lista de gráficos	11
Lista de fórmulas	13
Resumen	14
Introducción	16
1. Descripción de la Empresa	18
1.1 Antecedentes generales.....	18
1.2 Marcas y tipos de clientes.....	19
1.3 Modelo de negocio.....	21
2. Descripción del Centro de Distribución Viña del Mar	24
1.3 Antecedentes generales.....	24
1.4 Infraestructura.....	24
1.5 Descripción de los procesos en el Centro de Distribución.....	25
3. Descripción del Problema	32
3.1 Antecedentes generales.....	32
3.2 Análisis de Situación Actual.....	40
3.3 Causas de la demanda insatisfecha (DI).....	40
3.4 Causas de demanda insatisfecha (DI) por producto faltante.....	43
3.5 Objetivos.....	47
4. Metodología	48
5. Marco Teórico	52
5.1 Método ABC.....	52
5.2 Pronóstico de la demanda.....	54
5.2.1 Definiciones y antecedentes generales.....	54
5.2.2 Métodos de pronósticos.....	55
5.2.3 Errores en los pronósticos.....	59
5.3 Inventarios.....	63

5.3.1 Definiciones y antecedentes generales.....	63
5.3.2 Modelos para periodos fijos de tiempo (P).....	63
6. Aplicación	69
6.1 Análisis de la información y la demanda.....	69
6.1.1 Clasificación de la información:	69
6.1.2 Análisis de los componentes de la demanda del producto	76
6.2 Gestión de inventario.....	79
6.2.1 Sistema de pronóstico.....	79
6.2.2 Sistema de control	85
6.2.2.1 Desarrollo del modelo de gestión de inventario escogido	87
7. Validación y Evaluación Económica del Modelo Propuesto.	100
7.1 Método de pronóstico.....	100
7.2 Modelo de gestión.....	103
7.2.1 Indicadores de la propuesta 9 periodos.....	105
7.2.2 Validación e implementación del modelo P en el periodo 3	107
7.3 Evaluación.....	110
7.3.1 Resultados de situación propuesta comparados con situación actual	110
7.3.2 Evaluación económica de la propuesta	116
Conclusiones y recomendaciones	121
Bibliografía:.....	125
Anexos	127
Anexo 1- Infraestructura y capacidad por almacén	127
Anexo 2- Nivel de servicio.....	128
Anexo 3- Marco teórico	129
Anexo 4- Demanda y quiebre de stock para el periodo 3	143
Anexo 5- Clasificación ABC en función de los quiebres de stock para productos refrigerados.....	151
Anexo 6- Detalle mensual de la participación de los 18 productos en relación al total de los productos refrigerados medidos en unidades y en valor económico.	159
Anexo 7- Análisis del comportamiento de la demanda tendencia y estacionalidad	160
Anexo 8- Análisis y selección del mejor método de pronóstico	167
Anexo 9- Pronostico de demanda para los 9 periodos bajo mejor metodo seleccionado	172
Anexo 10- Tabla A-2 Durbin Watson	182
Anexo 11- Estadístico Durbin Watson para la proyección del método seleccionado	183

Anexo 12- Validación del método de pronóstico establecido.	190
Anexo 13- Cálculo de la cantidad adecuada a solicitar (q)	203
Anexo 14- Ingresos y Costos evaluación económica.....	216

Glosario

- **Asignar:** Proceso en el cual se evalúa la demanda del cliente y el nivel de stock con el que se cuenta para poder dar paso a satisfacer la demanda y generar una orden de pedido.
- **Demanda insatisfecha (DI):** Son aquellos productos que siendo demandados o solicitados por el cliente no serán otorgados a este por uno u otro motivo.
- **Despacho:** Acción en la cual se retira físicamente un producto de bodega para entregar a cliente.
- **Muelle:** Lugar físico en almacén donde se carga y descargan los camiones.
- **Nivel de Servicio (NS):** Es el cumplimiento que el Centro de Distribución realiza con los clientes, es decir la probabilidad que tienen el almacén de cumplir con la demanda del cliente y representa aquellas unidades dentro de la demanda que si son entregadas a los clientes.
- **Palets:** Plataforma de almacenamiento y transporte es utilizada por carretillas elevadoras o transpalets.
- **Racks:** Estructura metálica en la cual se dispone a almacenar productos.
- **Sala:** Lugar físico en el cual se lleva a cabo una venta, un supermercado es considerado una sala.
- **Serie de tiempo:** Es conjunto de datos u observaciones obtenidas en un periodo de tiempo

Lista de abreviatura o siglas

- **B/C:** Relación beneficio costo
- **CD:** Centro de distribución
- **Cj-CJ:** Cajas
- **D:** Demanda proyectada
- **DI:** Demanda insatisfecha
- **Dr- DR:** Demanda real
- **FP:** Producto faltante
- **I:** Nivel de inventario
- **IC:** Inventario corriente
- **IM:** Inventario medio
- **IR:** Índice de rotación
- **Kg:** Kilogramo
- **MAD:** Desviación media estándar
- **MAPE:** Error porcentual absoluto medio
- **NS:** Nivel de servicio
- **Q:** cantidad adecuada a solicitar
- **RMSE:** Error cuadrático medio
- **SS:** Stock de seguridad
- **Ton:** Toneladas
- **TP:** Tiempo que se demora en agotar el inventario
- **TS:** Señal de rastreo

Lista de figuras

Figura 2.1- Diagrama de procesos, recepción de productos.....	27
Figura 2.2- Diagrama de procesos, almacenamiento de productos	28
Figura 2.3- Diagrama de procesos, preparación de pedidos.....	30
Figura 2.4- Diagrama de procesos, despacho de productos.	31
Figura 3.1- Árbol de la realidad actual	41
Figura 3.2- Diagrama de flujo situación actual de planificación y asignación.....	46
Figura 4.1- Metodología	48
Figura 5.1- Clasificación ABC.	53
Figura 5.2- Criterio de autocorrelación de la prueba de DW	62
Figura 5.3- Modelos para periodos fijos de tiempo P.....	64
Figura 5.4- Distribución normal estándar.....	67
Figura 6.1- Estadístico Durbin Watson	84
Figura 6.2- Modelo P propuesto	95

Lista de tablas

Tabla 1.1- Descripción de los centros de producción.....	22
Tabla 1.2- Descripción de los centros de faena.....	23
Tabla 2.1- Capacidad y posición en rack de cada almacén	25
Tabla 2.2- Turnos y participación en los procesos	25
Tabla 3.1- Demanda categorizada por estado para los periodos 1, 2 y 3.	39
Tabla 3.2- Causas más relevantes clasificadas en 3 grupos	42
Tabla 3.3- Porcentaje de participación de las causas agrupadas para el periodo 3	43
Tabla 3.4- Pérdida por demanda insatisfecha en cajas.	44
Tabla 3.5- Perdida por demanda insatisfecha en pesos	45
Tabla 6.1- Participación de productos seleccionados en relación al total de productos refrigerados correspondiente a 311.....	74
Tabla 6.2- Indicadores de control de inventario para los 20 productos.....	75
Tabla 6.3- Estacionalidad producto 1010048	77
Tabla 6.4- Resultado de análisis de tendencia.....	78
Tabla 6.5- Informe de errores MAPE, RMSE, MAD.....	80
Tabla 6.6- Resultado del método más adecuado de pronóstico.....	81
Tabla 6.7- Proyección de la demanda para el producto 1010048.....	82
Tabla 6.8- Estadístico Durbin Watson para la proyección	85
Tabla 6.9- Verificación de la distribución normal de la demanda de los 20 productos	89
Tabla 6.10- Desviación estándar y coeficiente de variación de productos en estudio	91
Tabla 6.11- Calculo del stock de seguridad para la semana 44 (semana 1 de proyección).....	92
Tabla 6.12- Calculo de la cantidad adecuada a solicitar (q).....	97
Tabla 6.13- Calculo de la cantidad adecuada a solicitar (q) para la semana 44.	98
Tabla 7.1- Demanda proyectada V/S Demanda real	101
Tabla 7.2- Validación de la cantidad adecuada a solicitar producto 1010048	103
Tabla 7.3- Comparación de Indicadores de control de inventario para el modelo actual v/s modelo P propuesto para los 9 periodos futuros.....	105

Tabla 7.4- Comparación y beneficios entre modelo actual y el modelo P propuesto para el periodo 3.....	108
Tabla 7.5- Comparación de Indicadores de control de inventario para el modelo actual v/s modelo P propuesto para el periodo 3	110
Tabla 7.6- Comportamiento de la demanda insatisfecha con la situación actual de inventario	111
Tabla 7.7-Comparación de los beneficios porcentuales que presenta la propuesta.....	112
Tabla 7.8- Comparación situación propuesta y real solo 20 productos.....	112
Tabla 7.9- Beneficio económico de la situación propuesta v/s situación real.....	113
Tabla 7.10- Beneficio en los ingresos de la situación propuesta v/s situación actual	114
Tabla 7.11- Relación beneficio costo del modelo propuesto.....	118

Lista de gráficos

Gráfico 1.1- Participación en ventas por tipo de cliente desde noviembre 2015 a octubre 2016	21
Gráfico 3.1- Nivel de servicio –demanda insatisfecha para los periodos 1, 2, 3.....	33
Gráfico 3.2- Nivel de servicio por tipo de cliente para los periodos 1, 2, 3.....	33
Gráfico 3.3- Demanda insatisfecha en unidad de cajas para los periodos 1, 2, 3.....	34
Gráfico 3.4- Valorización de demanda insatisfecha para periodo 1, 2, 3.....	34
Gráfico 3.5- Venta neta en unidad de cajas para el periodo 1, 2, 3.....	35
Gráfico 3.6- Valorización de venta neta en pesos para el periodo 1, 2, 3.....	35
Gráfico 3.7- Nivel de servicio anual por tipo de cliente en el periodo 3.....	36
Gráfico 3.8- Nivel de servicio mensual por tipo de clientes en el periodo 3.....	37
Gráfico 3.9- Demanda insatisfecha anual en cajas por tipo de cliente para el periodo 3.....	38
Gráfico 3.10- Valorización de demanda insatisfecha anual por tipo de cliente para el periodo 3.	38
Gráfico 3.11- Demanda categorizada por estado de producto en porcentaje.....	39
Gráfico 3.12- Comparación ventas reales y demanda insatisfecha por FP para el periodo 3 en unidades de cajas.....	44
Gráfico 3.13- Comparación ventas reales y demanda insatisfecha por FP para el periodo 3 en pesos.....	45
Gráfico 6.1- Clasificación ABC en función del quiebre de stock en el periodo 3.....	71
Gráfico 6.2- Matriz de cuadrante en función del quiebre de stock y precio (1).....	72
Gráfico 6.3- Matriz de cuadrante en función del quiebre de stock y precio (2).....	73
Gráfico 6.4- Análisis de la tendencia para el producto 1010048.....	77
Gráfico 6.5- Proyección de la demanda para el producto 1010048.....	83
Gráfico 6.6- Estadístico Durbin Watson.....	84
Gráfico 6.7- Cantidad adecuada a solicitar (q) para el producto 1010048.....	98
Gráfico 7.1- Señal de rastreo producto 1010048.....	101
Gráfico 7.2- Demanda proyectada v/s demanda real.....	102
Gráfico 7.3- Cantidad adecuada solicitar del producto 1010048.....	104

Gráfico 7.4- Capacidad bodega situación actual	115
Gráfico 7.5- Capacidad bodega situación propuesta	116

Lista de fórmulas

Fórmula 5.1- Método ARMA.....	55
Fórmula 5.2- Proceso autorregresivo (AR)	56
Fórmula 5.3- Proceso de media móvil (MA).....	56
Fórmula 5.4- Error del pronóstico	60
Fórmula 5.5- Error porcentual absoluto medio	60
Fórmula 5.6- U de Theil	61
Fórmula 5.7- Estadístico Durbin Watson	62
Fórmula 5.8- Cantidad adecuada a solicitar en la orden para el modelo P.....	64
Fórmula 5.9- Desviación estándar durante el periodo T+L.....	65
Fórmula 5.10- Estadístico Z	66
Fórmula 5.11- Nivel de significancia	66
Fórmula 5.12- Probabilidad considerando solo el lado positivo de la campana de gauss.....	66

Resumen

El presente trabajo de título “Diseño de un modelo de Gestión de Inventario para el Centro de Distribución Agrosuper de Viña del Mar”, resulta de la necesidad de mejorar la situación actual del Centro de Distribución, el cual presenta pérdidas económicas y fidelización por parte de los clientes debido a los quiebres de stock generados por la falta de productos en almacén, ocasionando un alto índice de demanda insatisfecha lo cual se ve reflejado bajo Nivel de Servicio que ha tenido el centro en el último tiempo.

Es por ello que para dar una solución a este problema se plantea como objetivo general “Diseñar un modelo de gestión de inventario para disminuir los quiebres de stock y mejorar el Nivel de Servicio en el Centro de Distribución”, logrando disminuir así la demanda insatisfecha. En el desarrollo de este trabajo se presentan 4 puntos principales que permiten la exposición de la propuesta y que se basan en la metodología para el desarrollo de este trabajo de título, en primer lugar se presenta un análisis de los productos más relevantes, en segunda instancia se presentan distintos métodos de pronóstico y aquel método escogido, en tercera instancia se establece aquel método de gestión de inventario que más se acomoda al Centro de Distribución y finalmente se presenta una validación y posterior evaluación económica del modelo de gestión de inventario propuesto, donde se analiza si la propuesta es económicamente viable mediante indicadores de evaluación de proyectos como ingresos, egresos y relación de beneficio/costo (B/C).

Como resultado a esta propuesta se logró disminuir los quiebres de stock ocasionados por el producto faltante (FP) de un 10% a un 4% para los productos refrigerados, lo cual genera un aumento de las ventas para el Centro de Distribución en un 10% correspondiente a un promedio semanal de 53 millones, a la vez esta disminución de quiebres de stock logra mejorar el Nivel de Servicio en un 7% debido a la disponibilidad de productos que se tendrá en almacén, llevando este indicador desde un 84% a un 92%.

Abstract

The present title work "Design of an Inventory Management Model for the Agrosuper Distribution Center of Viña del Mar", is the result of the need to improve the current situation of the Distribution Center, which presents economic losses and loyalty on the part of customers due to stock breaks generated by the lack of products in storage, causing a high rate of unsatisfied demand which is reflected in the level of service that the center has had in recent times.

That is why to provide a solution to this problem, the general objective is to "Design an inventory management model to reduce stock breakdowns and improve the Service Level in the Distribution Center", thereby reducing unmet demand. In the development of this work four main points are presented that allow the presentation of the proposal and that are based on the methodology for the development of this title work, in the first place an analysis of the most relevant products is presented, in second instance different methods of forecasting are presented and that method chosen, in third instance, that inventory management method is established that best suits the Distribution Center and finally a validation and subsequent economic evaluation of the proposed inventory management model is presented, where analyzes whether the proposal is economically viable through project evaluation indicators such as income, expenses and benefit / cost ratio (B / C).

As a result of this proposal, it was possible to reduce the stock breaks caused by the missing product (FP) from 10% to 4% for refrigerated products, which generates an increase in sales for the Distribution Center by 10% corresponding to a weekly average of 53 million, at the same time this decrease in stock breakage manages to improve the Service Level by 7% due to the availability of products that will be stored, taking this indicator from 84% to 92%. %.

Introducción

Para una empresa u organización es de vital importancia gestionar correctamente el nivel de inventario que se tiene para poder satisfacer así tanto la demanda externa de sus distintos clientes como la demanda interna de los distintos departamentos de una organización, en varias ocasiones las empresas no gestionan correctamente su nivel de inventario, ya sea por no implementar un método de pronóstico adecuado, por un modelo de gestión que no responde a las características de la organización, por no considerar la variabilidad de la demanda o bien se trabaja con la información que no es la adecuada, cayendo en las denominadas roturas de stock por falta de productos, lo cual trae consigo consecuencias para la organización como pérdidas por ventas, pérdida de imagen y pérdida de confianza por parte de los clientes, cabe mencionar que cada vez que se presenta una rotura de stock se tiene un cierto porcentaje de demanda insatisfecha lo que se ve reflejado en el porcentaje de Nivel de Servicio que entrega la empresa al cliente. Es por ello que es esencial poder responder a las siguientes preguntas ¿cuándo debemos emitir una orden de pedido?, ¿qué cantidad se debe solicitar en cada orden?, ¿cuántas unidades de cada producto se debe mantener en stock? [Chase04].

En este trabajo de título se estudiará el problema que presenta el Centro de Distribución de Agrosuper ubicado en la ciudad de Viña del Mar el cual se abordará en el capítulo basado en el alto porcentaje de rotura de stock que presenta el almacén. Esta situación es el resultado de una gestión inadecuada en el nivel de inventario, el cual recae específicamente en un método de pronóstico que no responde a la demanda real y un modelo de gestión de inventario que no evalúa las existencias de reserva según la variabilidad que posee la demanda, ocasionando que no se cuente con el nivel de inventario adecuado en el momento de que un cliente solicite un cierto producto.

Es por ello que para responder a las preguntas expuestas en el párrafo anterior se presentan los capítulos 5, 6 y 7, donde se plantea desarrollar un modelo de gestión de inventario para disminuir los quiebres de stock y mejorar así el nivel de servicio para el Centro de Distribución. Para dar solución al problema presentado e implementar la metodología propuesta se desarrolló el capítulo 6 el cual se inicia con un estudio exhaustivo de la demanda de los

productos verificando aquellos que se incurren en mayor quiebre y que poseen mayor valor económico para el centro de distribución, pues estos serán aquellos productos de mayor importancia y que deben tener un control más riguroso. El análisis y selección se realizó por medio de metodologías como análisis ABC y matriz de cuadrantes, posteriormente se escogió un método de pronóstico que refleje la demanda real en base al menor error ayudado del software Crystal Ball, este método fue utilizado como herramienta en el modelo de gestión de inventario escogido correspondiente al modelo de periodo fijo de tiempo P debido a que se adecua a las características del Centro de Distribución y que considerará un nivel de existencias de reserva en función de la variabilidad de la demanda, para finalizar se desarrolla el capítulo 7 donde se generó una validación del funcionamiento de la propuesta y posteriormente una evaluación económica mediante indicadores de evaluación como: ingresos, egresos y relación de beneficio/costo (B/C).

1. Descripción de la Empresa

Agrosuper es la principal productora de proteína animal de Chile, con presencia en el mercado tanto nacional como internacional. La compañía participa en todos los procesos de la cadena desde la producción de alimentos, producción animal, faena, distribución y hasta la comercialización de las distintas líneas de productos, entre éstas se encuentran: Pollos, Cerdos, Pavos, Salmones y Alimentos procesados, logrando una trazabilidad al participar como único actor en cada uno de los procesos [Agrosuper14]

1.1 Antecedentes generales

Historia de la empresa [Agrosuper14]

- (1955) Agrosuper en el año 1955 emprendió vendiendo huevos frescos en la comuna de Doñihue de la sexta región de O'Higgins.
- (1960) Tras cinco años Agrosuper buscó nuevos mercados expandiendo su producción a la crianza de pollos creando la marca Súper Pollo
- (1983) La empresa ingresa al negocio de la carne de Cerdo, comercializando dichos productos bajo la marca Súper Cerdo.
- (2000) Inicia un proceso de expansión al extranjero, abriendo oficinas en los mercados de: Italia, Estados Unidos, Japón, México, China, Brasil y Shanghai.

Pilares en los que se basa la empresa

- a) Líderes del desarrollo agroindustrial de la región, basando su liderazgo productivo y comercial en el desarrollo sustentable de productos y marcas junto a las comunidades vecinas, a través de un vínculo cercano y transparente
- b) Ser productores de clase mundial contando con un modelo de integración vertical, lo que permite tener un control y trazabilidad de sus productos, maximizando las economías de escala y facilitando la diversificación de los alimentos que produce.

- c) Extensa red de distribución y canales de ventas en Chile pudiendo acceder a más del 98% de la población del país, con una cartera diversificada de clientes acercando las ventas al consumidor final.
- d) Replicar el modelo de posicionamiento como motor de crecimiento. Últimamente las exportaciones de Agrosuper se han fortalecido posicionándose como una fuente de crecimiento importante para la empresa, asegurar este nivel requiere mantener un estricto control sobre las medidas sanitarias del proceso productivo y de comercialización a objeto de minimizar el riesgo de contagio y conservar la relación con los mercados más exigentes del mundo.

1.2 Marcas y tipos de clientes

Marcas

- Súper Pollo: Es una marca especializada en generar productos provenientes de la línea de pollos, obteniendo como resultado gran variedad de cecinas, carnes a granel, productos elaborados, entre otros.
- Súper Cerdo: Es una marca especializada en generar productos provenientes de la línea de cerdos, obteniendo como resultado gran variedad de cecinas, carnes a granel productos envasados y también elaborados.
- Sopraval: Esta marca representa todos aquellos productos provenientes de la línea de pavo, entre ellos se encuentran cecinas, pavos enteros, productos elaborados, entre otros.
- La Crianza: Nace como una marca Premium y solo trabaja con productos de selección dirigida a un tipo específico de cliente, entre sus productos se encuentran hamburguesas, costillas al vacío entre otras.
- Súper Salmón: Produce solo productos del mar, entre ellos salmones, congelados y otros.
- King: Al igual que Super Pollo, la marca King también produce productos provenientes de la línea de pollo.

Tipos de clientes

- **Tradicional y Grandes Clientes:** Representa a los clientes de formatos más pequeños, como: almacenes, minimarkets y carnicerías. Cuenta con una cartera de 42.441 locales y 31 % de las ventas nacionales.
- **Supermercado:** Grupo de clientes con presencia nacional y regional. Representa el mayor canal de ventas para Agrosuper, dónde las grandes cadenas de supermercados son Walmart Chile, Cencosud, SMU y Tottus. Cuenta con una cartera de 46 clientes y 1408 salas (local físico) y 45% de las ventas nacionales.
- **Food Service:** Atiende el mercado de alimentación fuera del hogar. Los clientes son: restaurantes, hoteles, fuentes de soda, asadurías de pollo, casinos concesionados e instituciones públicas entre otros. Cuenta con una cartera de 12.000 clientes y 10 % de las ventas nacionales.
- **Industrial:** Son aquellos clientes que adquieren productos desde el Centro de Distribución con la finalidad de usar estos como materia prima en algún proceso. En el rubro se encuentran industrias como: cecineras, refinerías, procesadores y empresas que hacen alimentos para mascotas. Además cuenta con una cartera de 400 clientes y 14 % de las ventas nacionales.

La participación en ventas que representan los tipos clientes descritos en el párrafo anterior se expone el gráfico 1.1, donde las ventas corresponden a periodo de 12 meses desde noviembre de 2015 a octubre de 2016

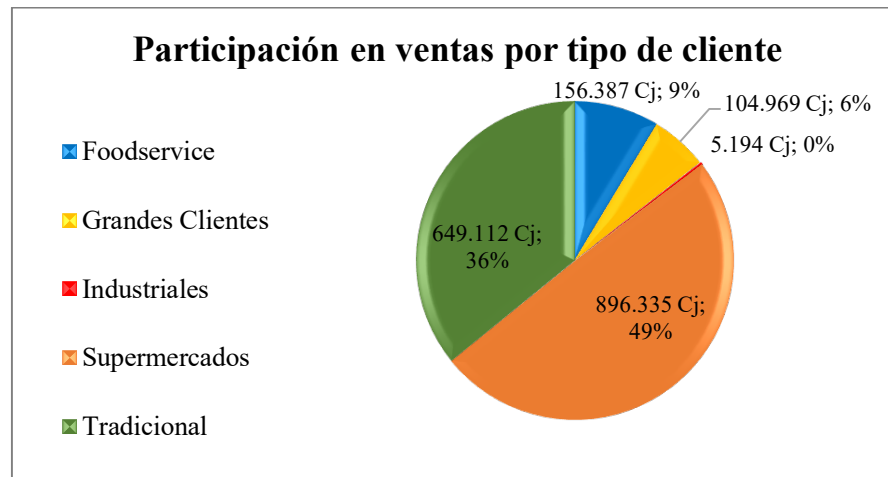


Gráfico 1.1- Participación en ventas por tipo de cliente desde noviembre 2015 a octubre 2016
Fuente: Elaboración Propia

1.3 Modelo de negocio

Agrosuper ha construido un proceso productivo integral que se inicia con la compra de los insumos para la fabricación de los alimentos destinados a los animales, hasta los canales de distribución y ventas. Este modelo de negocio entrega ventajas competitivas como asegurar la trazabilidad y calidad de los productos, disminuir la volatilidad de los resultados ante escenarios inciertos y ser el único actor de la industria que participa en toda la cadena de valor desde la crianza hasta la comercialización de los alimentos.

Etapas en las que participa la empresa

- a) **Producción de alimentos:** Agrosuper produce sus propios alimentos para las distintas categorías de animales, éste alimento se genera según las necesidades, crecimiento y punto óptimo para realizar la faena.
- b) **Producción animal:** Primer proceso en la cadena para obtener un producto que va dirigido al consumo del cliente, éste cuenta con etapas que van desde la gestación hasta la alimentación de los animales, alcanzando un peso y edad definidos para ser faenados. Todo se realiza bajo

distintas normas de calidad y gestión medioambiental en diferentes centros de producción, los cuales se encuentran descritos en la tabla 1.1. Además la compañía cuenta con las siguientes certificaciones:

- ISO 14001: Certificación de gestión ambiental presente en todas las instalaciones de la Compañía.
- ISO 9001: Certificación de calidad que refleja la existencia de un sistema de gestión de calidad, que es evaluado permanentemente y que se encuentra presente en todas las unidades de negocio.
- ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA (APL): Acuerdo voluntario, impulsado por la asociación de productores avícolas de Chile, que busca mejorar las condiciones productivas, ambientales, de higiene y seguridad laboral.
- BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL (BPPA): Acuerdo voluntario impulsado por la asociación de productores avícolas de Chile y por la asociación de productores de cerdo, que proporciona una guía de acciones para asegurar la inocuidad alimentaria, preservación del medioambiente, bienestar animal y condiciones laborales, entre otras materias.

Tabla 1.1- Descripción de los centros de producción

Tipo de animal	Descripción de centro de producción
Pollo	1.300 pabellones de crianza distribuidos en 72 sectores, ubicadas en región de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.
Cerdo	1.032 pabellones de crianza, ubicada en las regiones de Valparaíso y O'Higgins.
Pavo	390 pabellones de crianza, ubicadas en región de Valparaíso
Salmón	4 piscicultura, 2 piscicultura para reproductores, ubicadas en la región de la Araucanía y Aisén
Procesados	2 plantas de productos procesados y 1 de productos elaborados, ubicadas en región de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

c) Proceso de Faena: El procesamiento y el embalaje se lleva a cabo en el centro de faena, realizando procesos distintos según las distintas líneas de producto, finalizando con un producto listo para poder despachar a los distintos centros de distribución lo largo del país. Cabe destacar que lo centros de faena son únicos para cada línea de producto, dicho lo anterior se describe en la tabla 1.2 los centros de faena para cada línea de producto.

Tabla 1.2- Descripción de los centros de faena

Línea de producto	Descripción de los centros de faena
Pollo	Existen dos plantas procesadoras de pollos, ubicadas en las comunas de San Vicente y Doñihue con capacidad para procesar 187 millones de pollos al año.
Cerdo	Existen tres plantas procesadoras de cerdos, ubicadas en las comunas de Rosario, Doñihue y San Francisco de Mostazal con una capacidad para procesar 5 millones de cerdos al año
Pavo	Sopraval cuenta con una planta procesadora de pavos, ubicada en la comuna de La Calera en la Región de Valparaíso, con una capacidad para procesar 10 millones de pavos al año.
Salmón	Los Fiordos cuentan con una planta de proceso ubicada en la comuna de Quellón, en la Región de Los Lagos, que cuenta con una capacidad para procesar 25,8 millones de peces al año.
Procesados	Dos plantas de productos procesados y 1 de productos elaborados, ubicadas en región de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins respectivamente

Fuente: Elaboración propia.

d) Distribución/ Comercialización: Este es el proceso final de la cadena en el cual los productos ya terminados son despachados a los distintos centros de distribución a lo largo del país, los cuales son encargados de comercializar y distribuir a los distintos tipos de clientes. Actualmente la empresa cuenta con 29 centros de distribución los cuales tienen por funciones: planificar el pedido, recepcionar, almacenar y distribuir el producto a los distintos clientes.

2. Descripción del Centro de Distribución Viña del Mar

1.3 Antecedentes generales

El Centro de Distribución Agrosuper ubicado en la ciudad de Viña del Mar es el encargado de distribuir productos a gran parte de la quinta región. Para realizar este proceso de entrega al cliente antes debe cumplir con los procesos básicos de un Centro de Distribución como son: planificación de la orden hacia sus proveedores, recepción, almacenamiento y armado de los pedidos para una posterior distribución de los productos a los clientes.

1.4 Infraestructura

El Centro de Distribución de Viña del Mar, cuenta con una oficina administrativa y una bodega con tres secciones para almacenar productos con características similares como productos congelados y refrigerados, lo cual se puede observar en el Anexo 1, a continuación se describe cada almacén:

- **Almacén 1 o cámara Picking /Cecinas:** Se utiliza para dos procesos, el primero consiste en el almacenamiento de productos correspondiente a la línea de cecinas y el segundo corresponde al proceso de picking donde se realiza la recepción de los productos provenientes desde los proveedores y el despacho de camiones de distribución
- **Almacén 2 o cámara de refrigerados:** Se almacenan productos correspondiente a 3 líneas: Pollos, Cerdos y Pavos, los cuales son denominados productos frescos almacenados a una temperatura de 0°C
- **Almacén 3 o cámara de congelados:** Se almacenan productos correspondientes a 7 líneas: Pollos, Cerdos, Pavos, Cecinas, Elaborados, Salmón, Hortalizas y Frutas, denominados productos congelados almacenados a una temperatura de -18 ° C.

En relación al orden y a una mayor utilización de la capacidad de los almacenes, es que éstos cuentan con estructuras denominadas racks, los cuales de acuerdo a sus características permiten dar una ubicación a los distintos productos para su almacenamiento, en la tabla 2.1 se puede observar las capacidades de cada almacén en toneladas y posiciones en rack.

Tabla 2.1- Capacidad y posición en rack de cada almacén

Almacén	Capacidad m2	Posiciones en rack	Capacidad Ton
Almacén 1	162 m2	72 palets	54 Ton
Almacén 2	638 m2	350 palets	350 Ton
Almacén 3	102 m2	90 palets	54 Ton

Fuente: Elaboración propia.

1.5 Descripción de los procesos en el Centro de Distribución

El Centro de Distribución trabaja con 3 turnos 6 días a la semana. A continuación se presenta la tabla 2.2, dónde se describen los turnos 1, 2 y 3 describiendo sus horarios, el proceso desarrollado en cada turno y la capacidad en toneladas de los camiones que participan en dichos procesos.

Tabla 2.2- Turnos y participación en los procesos

Turnos	Horario	Proceso	Camiones
Turno 1	08:00 a 16:00 Horas	Recepción y almacenamiento	24 toneladas
Turno 2	16:00 a 00:00 Horas	Recepción almacenamiento, preparación de pedidos y despacho	24 toneladas 6 toneladas
Turno 3	00:00 a 08:00 Horas	Preparación de pedidos y despacho	6 toneladas

Fuente: Elaboración propia

El funcionamiento al interior del almacén consta de 5 procesos que se relacionan de forma continua: en primer lugar la planificación de la orden de pedido hacia los proveedores, seguido del proceso de recepción de la orden, el cual se subdivide en recepción y almacenamiento, para terminar con la preparación de pedidos hacia el cliente el cual es subdividido en preparación de pedidos y despacho.

a) Planificación del pedido

Cada orden de pedido hacia los proveedores es generada semanalmente, cabe mencionar que los proveedores son los centros de faena y centros de procesos de Agrosuper mencionadas anteriormente en la tabla 1.2. Para generar ésta orden se consideran algunas variables como: la demanda histórica, el nivel de inventario que se encuentra en bodega, con esta información se genera una orden al proveedor el cual hace llegar el producto (semana siguiente)

b) Proceso de recepción de los proveedores

Recepción: El transportista entrega la guía de despacho al jefe de despacho y solicita la ubicación que debe tomar en el muelle para la descarga de los productos. El Jefe de despacho antes de entregar esta información verifica que la guía de despacho esté correcta, si es así se da la confirmación y se asigna la ubicación, en caso contrario se almacena pero se notifica del error a planificación y al proveedor. Una vez posicionado el camión se verifica que el pedido se encuentre con la temperatura correspondiente, si esto se cumple se comienza la descarga e ingreso de cada producto por medio de un sistema de radiofrecuencia, el cual chequea las etiquetas de los pallets y los descuenta de la orden solicitada.

Por otra parte, se encuentra la recepción de los productos por devolución de los clientes, estos van a tener el mismo proceso que la recepción de proveedores con la diferencia que si la causa de su devolución es el producto dañado, se almacenará en un lugar diferente para ser decomisado o vendido a menor valor, lo anterior se explica mediante la figura 2.1 presentada a continuación

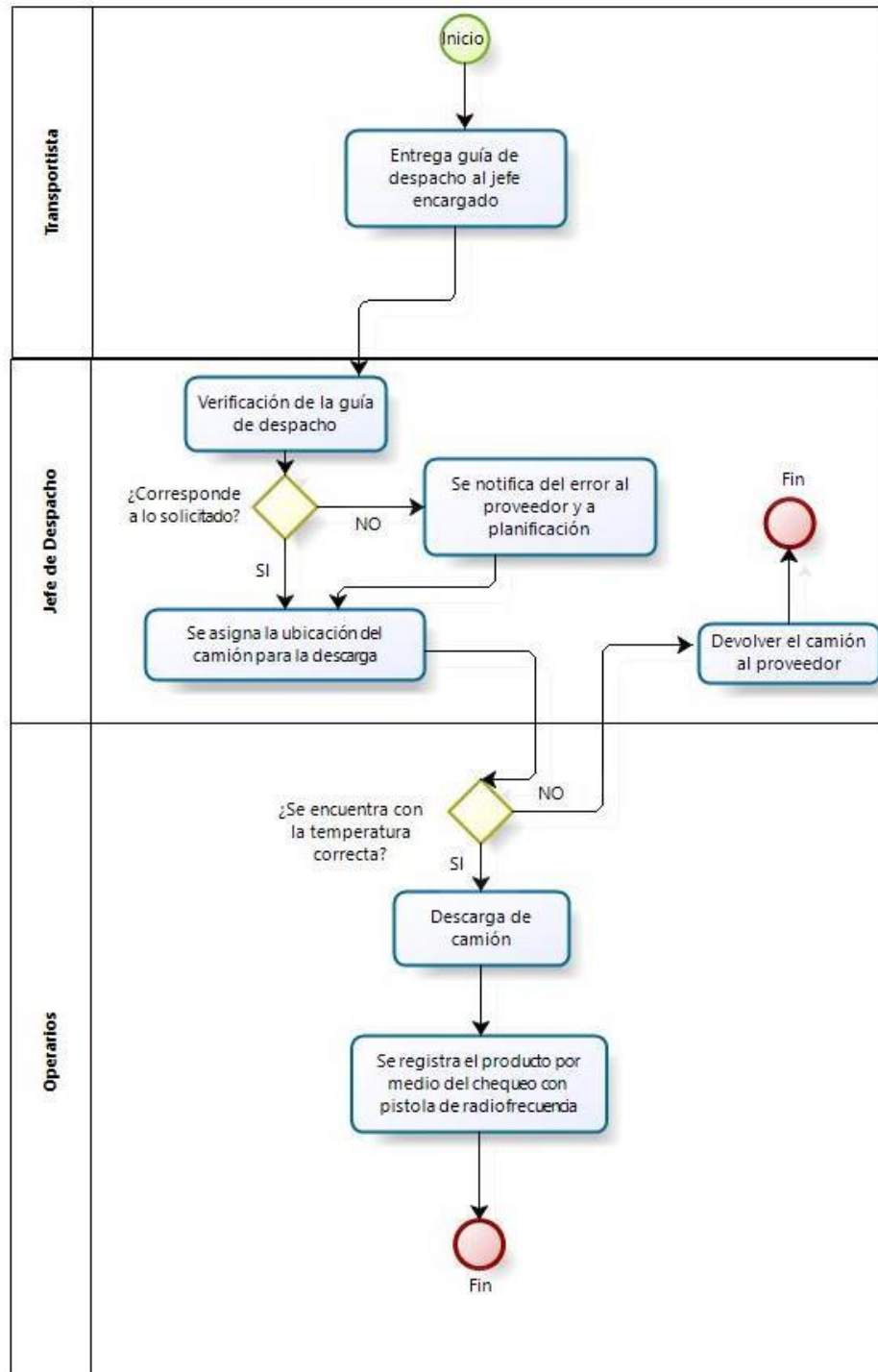


Figura 2.1- Diagrama de procesos, recepción de productos

Fuente: Elaboración propia

Almacenamiento: Una vez ingresado el producto al almacén 1 se asigna una ubicación, para ello el operario traslada el producto desde la zona de descarga al almacén correspondiente (1, 2 o 3) dependiendo tanto de la línea de producto, el tipo de producto, como su estado el cual puede ser congelado o refrigerado, lo cual se observa en la figura 2.2. Posteriormente ya en el almacén correspondiente se debe asignar una ubicación, la cual es aleatoria según el espacio disponible pero separado por línea del producto, es decir, diferenciando las zonas de pollo, cerdo, elaborados. Además es importante destacar que el posicionamiento de los productos se rige bajo la rotación FIFO.

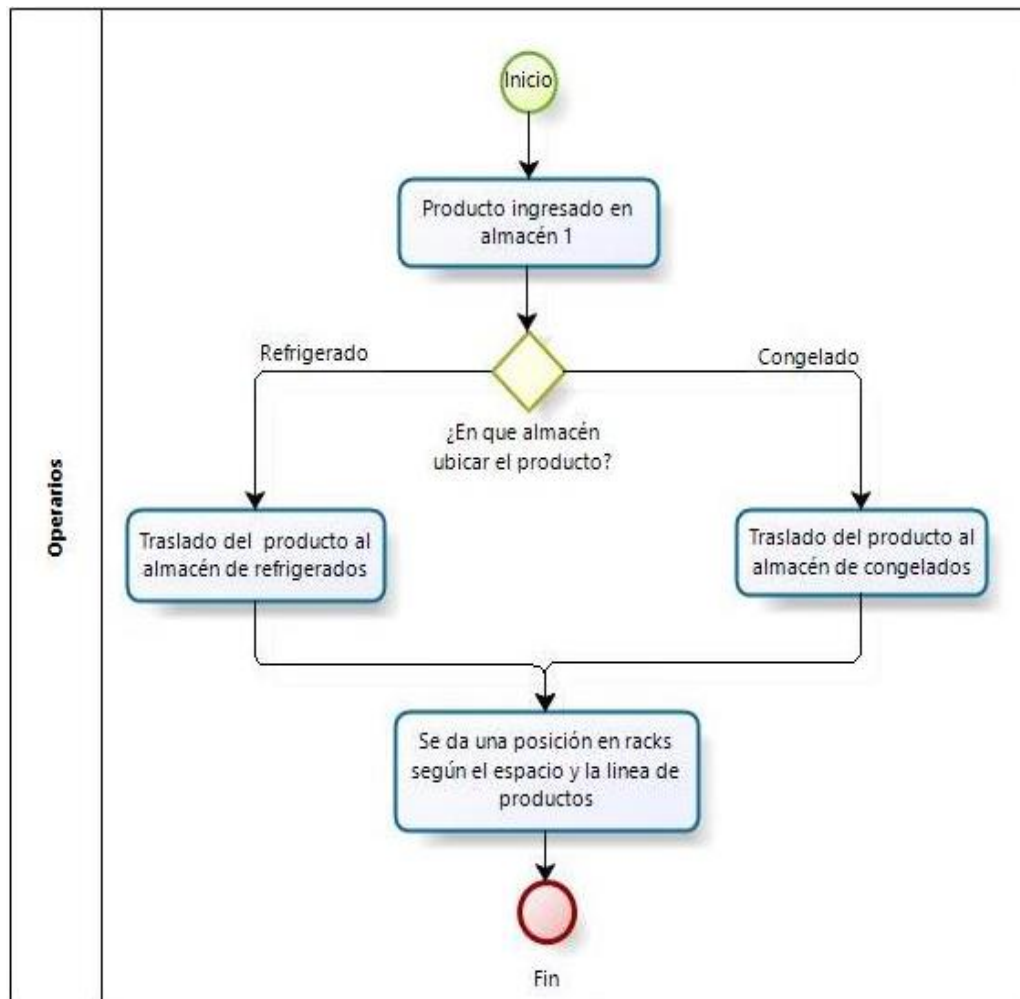


Figura 2.2- Diagrama de procesos, almacenamiento de productos

Fuente: Elaboración propia.

c) Preparación de pedido hacia clientes

Preparación de pedidos: El proceso en primera instancia comienza con la atención al cliente, ésta se realiza en un periodo y horario definido el cual es de lunes a viernes desde las 9:00 hasta las 17:00 horas. En esta etapa el cliente realiza una orden de pedido por medio del Call Center la cual queda ingresada en el sistema SAP, cabe destacar que por políticas y definición de procesos del CD esta orden ingresada tiene un plazo de 3 días para ser despachada, es por esto que una vez teniendo la orden se comienza a preparar el pedido durante el día siguiente (día 2) donde participan los turnos 2 y 3 para posteriormente ser despachado al tercer día (día 3) durante el turno 1, lo cual se referencia en la figura 2.3.

En la preparación del pedido durante el día 2 el jefe de despacho imprime las planillas con las ordenes de pedidos, estas son asignadas a los distintos operarios que participan en el turno 2 y 3, los cuales realizan el proceso de picking recolectado cada producto que se encuentra en la orden tomándolos del almacén 1, 2 o 3. Durante la búsqueda de los productos pueden ocurrir dos situaciones de decisión: la primera situación es que si se encuentre el producto, por ende se traslada a la zona de picking para continuar con el proceso de despacho, la segunda situación es que no se encuentra el producto en el almacén, en tal caso se verifica por medio del sistema SAP si se cuenta con stock del producto, si no se cuenta con stock el producto no se despacha y se informa al área de operaciones y planificación para comunicar al cliente que no se cuenta con stock y que por ende el producto no será suministrado durante este despacho pudiendo ser integrado en un próximo despacho, por el contrario si figura en sistema se realiza una segunda búsqueda del producto al interior del almacén.

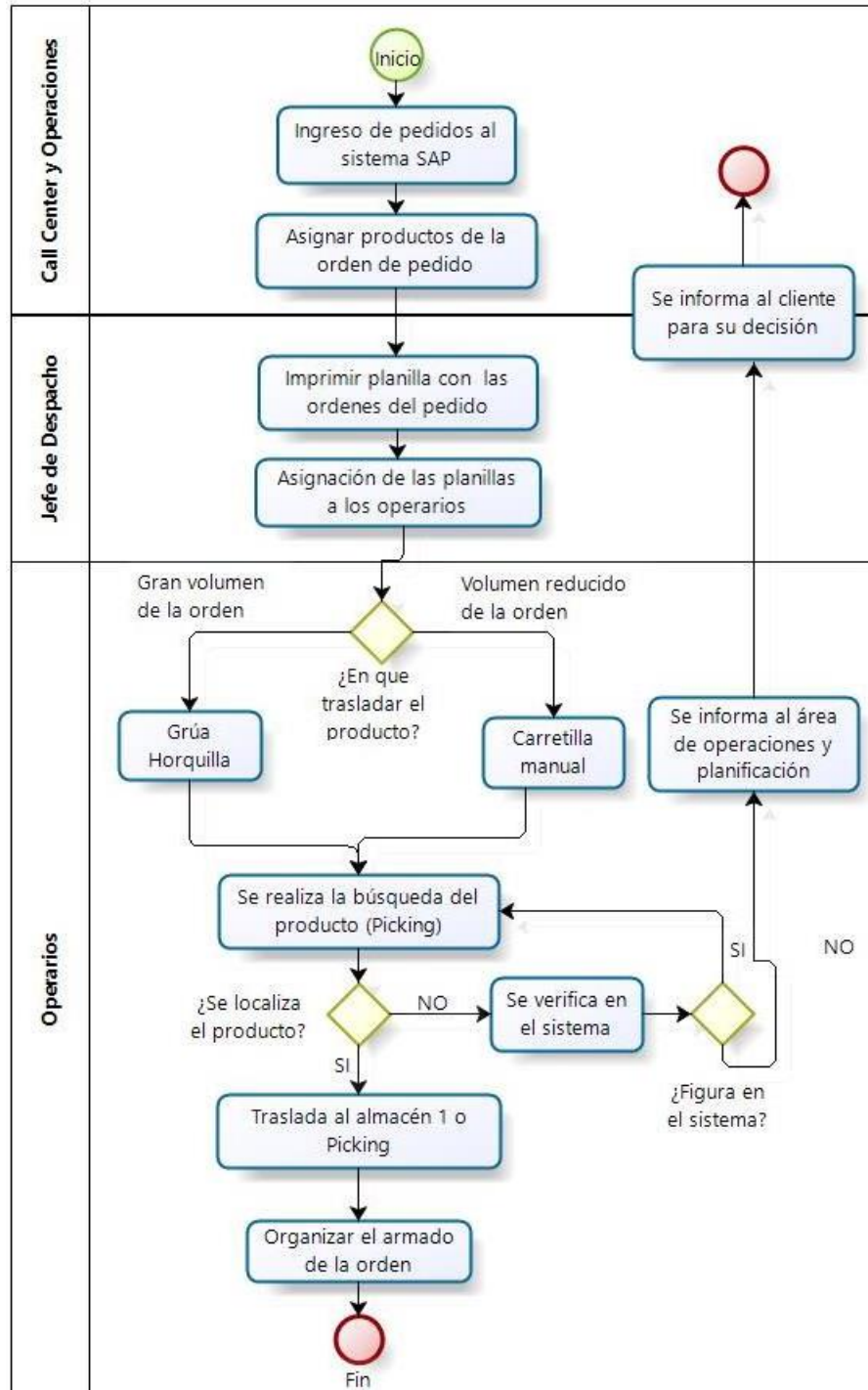


Figura 2.3- Diagrama de procesos, preparación de pedidos

Fuente: Elaboración propia.

Despacho: Una vez trasladado el producto a la zona de picking, se efectúa el mismo proceso que se realiza cuando se recepciona un producto, pero con la finalidad de despachar los productos a los distintos clientes. En este proceso se verifica mediante radio frecuencia las etiquetas de cada producto descontándolos de la orden de pedido por medio del sistema SAP, una vez terminado este proceso de verificación el sistema arrojará si la orden está completa o si se tiene un déficit de algún producto, en caso de ocurrir la última situación se realizará una revisión del error correspondiente en la orden para finalmente despachar por medio de camiones de distribución con capacidad de 6 toneladas.

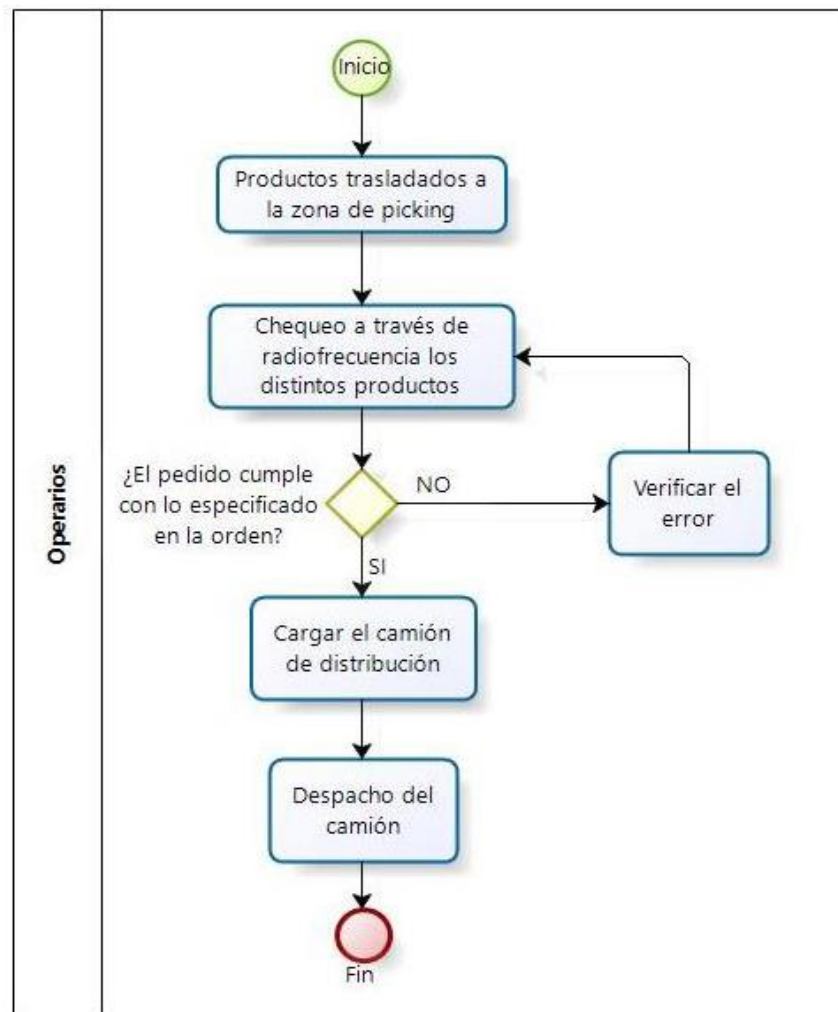


Figura 2.4- Diagrama de procesos, despacho de productos.

Fuente: Elaboración propia.

3. Descripción del Problema

3.1 Antecedentes generales

El Centro de Distribución Agrosuper de Viña del Mar mide su desempeño mediante un KPI denominado Nivel de Servicio (NS), el cual determina cual es el nivel de cumplimiento de la demanda que se tiene con el cliente, de forma complementaria al NS se tiene la demanda insatisfecha (DI), lo cual se profundiza en el Anexo 2. Los gráficos que se presentarán más adelante son realizados con información tomada desde los periodos 1, 2 y 3 los que son establecidos bajo dos criterios, los cuales se explican más adelante:

- Periodo 1: Noviembre 2013 a octubre de 2014.
- Periodo 2: Noviembre 2014 a octubre de 2015.
- Periodo 3: Noviembre 2015 a octubre de 2016.

Criterio 1: El levantamiento de información e identificación del problema se realiza en octubre del año 2016, por lo tanto la información histórica para analizar el problema y sus causas se extiende desde aquella fecha hacia el pasado.

Criterio 2: Se prioriza utilizar los datos actuales que entregan información vigente de la situación de la empresa, por lo cual se cuentan 3 periodos de doce meses desde octubre de 2016.

En cuanto a la realidad histórica, se observa en el gráfico 3.1 que el Nivel de Servicio (NS) ha ido disminuyendo con el pasar del tiempo, el cual es un efecto indeseado y refleja pérdidas económicas para la empresa, de forma complementaria se menciona que la demanda insatisfecha (DI) ha ido en aumento en los últimos 3 periodos, lo cual se genera porque ambos indicadores son complementarios, por lo que se infiere que a mayor demanda insatisfecha (DI) para cada periodo el Nivel de Servicio (NS) será menor, por lo que se tendrá un menor cumplimiento con el cliente.

Además según las políticas del CD establecen que el Nivel de Servicio deseado debiese ser igual o sobre el 95% para ser un porcentaje aceptable y estar al mismo nivel con el resto de

los Centros de Distribución a nivel nacional, lo que actualmente no se está cumpliendo y es observable en el gráfico 3.1 donde el NS de cada periodo no llegan a éste nivel.

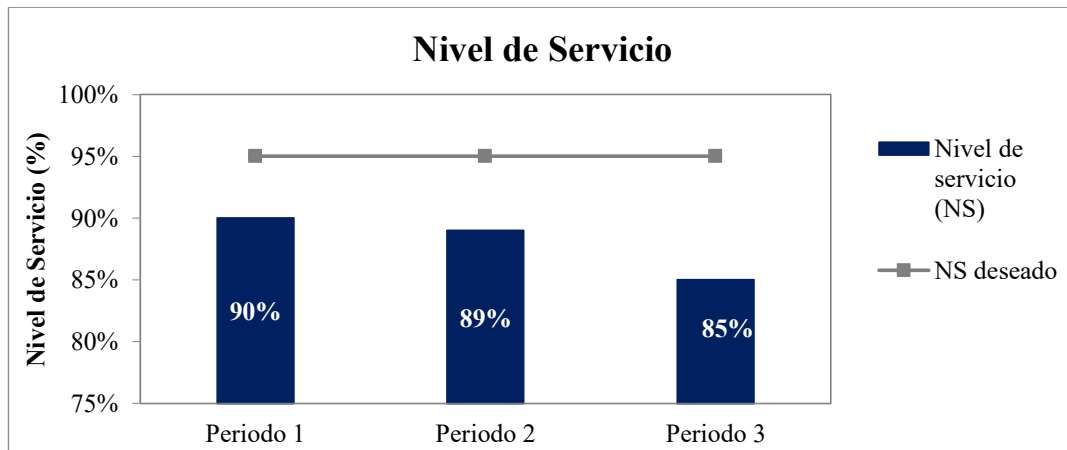


Gráfico 3.1- Nivel de servicio –demanda insatisfecha para los periodos 1, 2, 3.
Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper

De igual modo que el escenario observado en el gráfico 3.1, se presenta el gráfico 3.2 el cual detalla el Nivel de Servicio (NS) clasificado según el tipo de cliente, en el cual disminuye hacia el periodo 3, esto apoya la observación anterior la cual establece que el nivel de servicio a disminuido en los últimos 3 periodos.

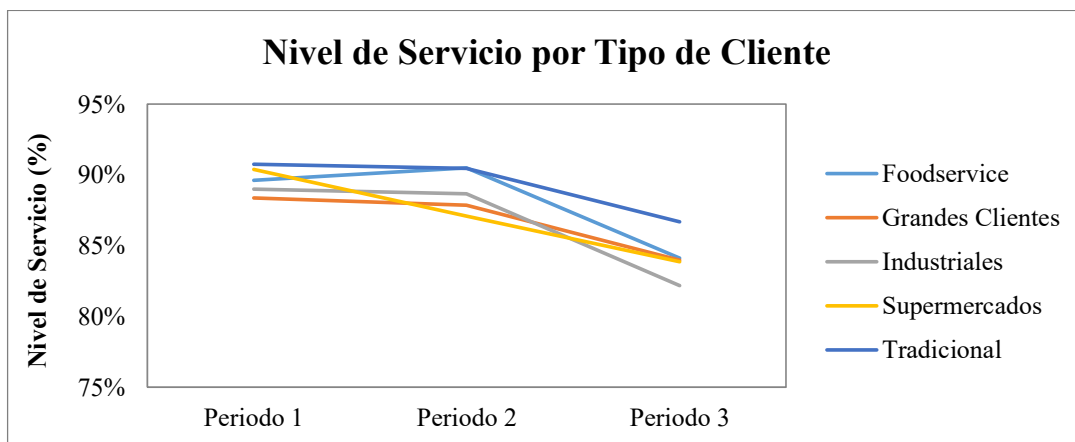


Gráfico 3.2- Nivel de servicio por tipo de cliente para los periodos 1, 2, 3.
Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper.

Por medio del gráfico 3.3 y 3.4 se presenta la demanda insatisfecha (DI) en unidades (Cj) y su valorización en pesos (\$) respectivamente para cada periodo, se observa en ambos gráficos que para cada periodo ha aumentado tanto las unidades de cajas como su valorización.

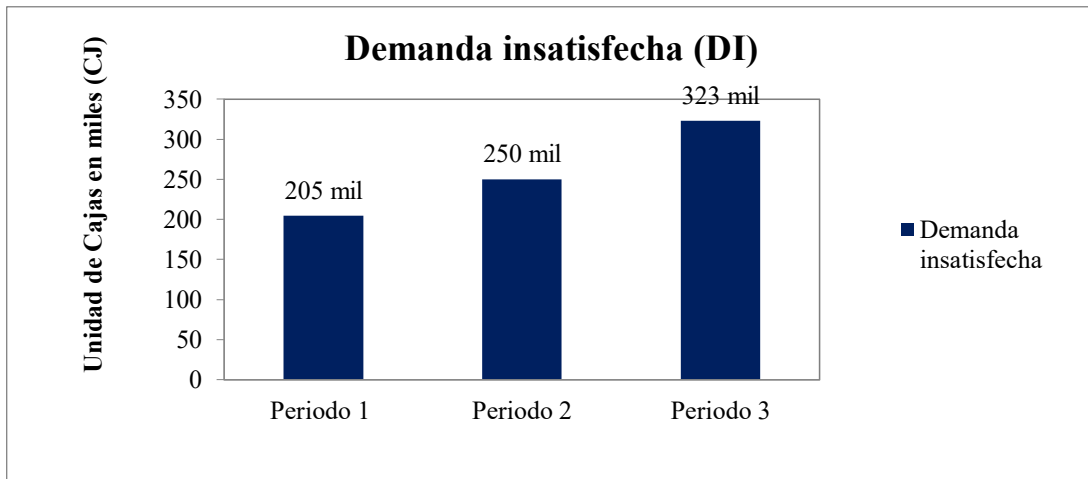


Gráfico 3.3- Demanda insatisfecha en unidad de cajas para los periodos 1, 2, 3.

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper.

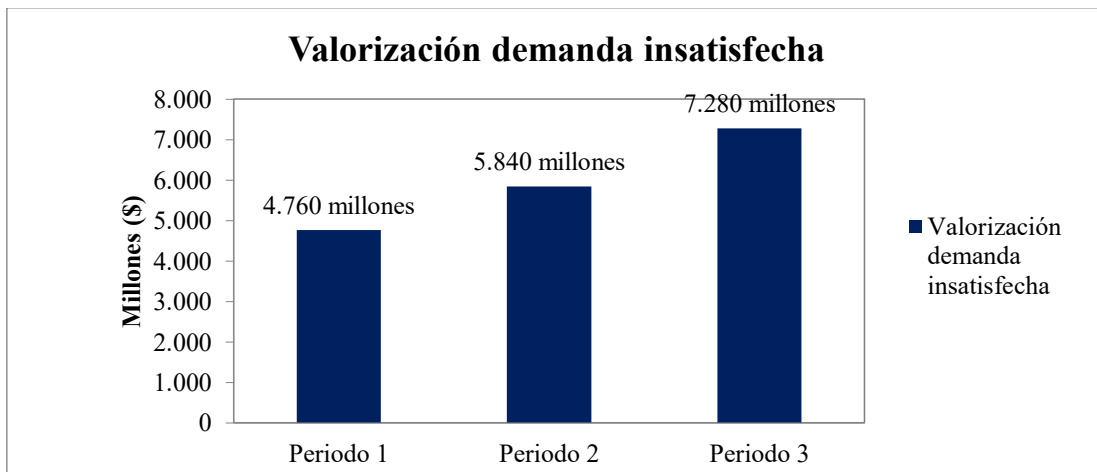


Gráfico 3.4- Valorización de demanda insatisfecha para periodo 1, 2, 3.

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper.

Por otra parte se presentan los gráficos 3.5 y 3.6 los cuales reflejan la cantidad de productos vendidos correspondiente a la demanda satisfecha expresados en unidades (Cj) y su valorización en pesos para los periodos 1, 2 y 3, donde es posible observar que el periodo con mayor cantidad de ventas se da para el periodo 2, en segundo lugar el periodo 1 y por último el periodo 3.

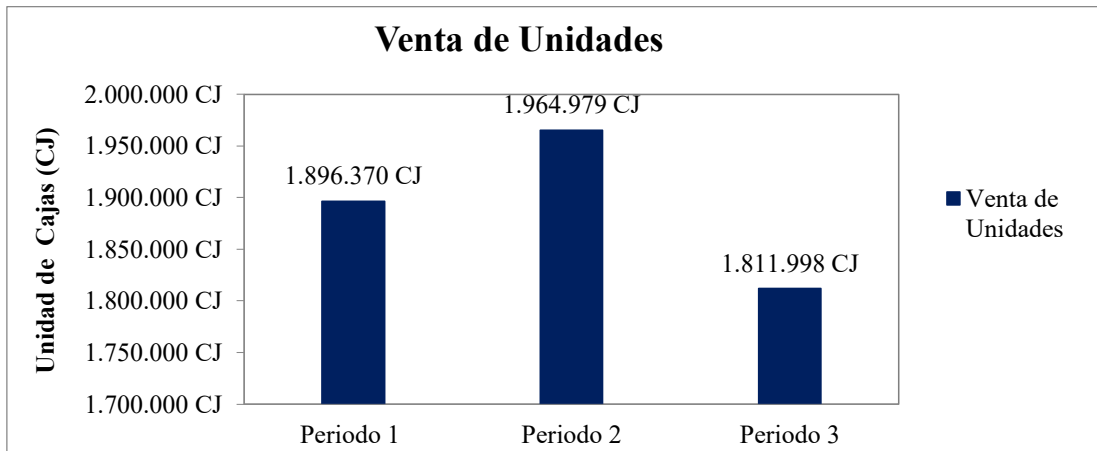


Gráfico 3.5- Venta neta en unidad de cajas para el periodo 1, 2, 3.

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper.

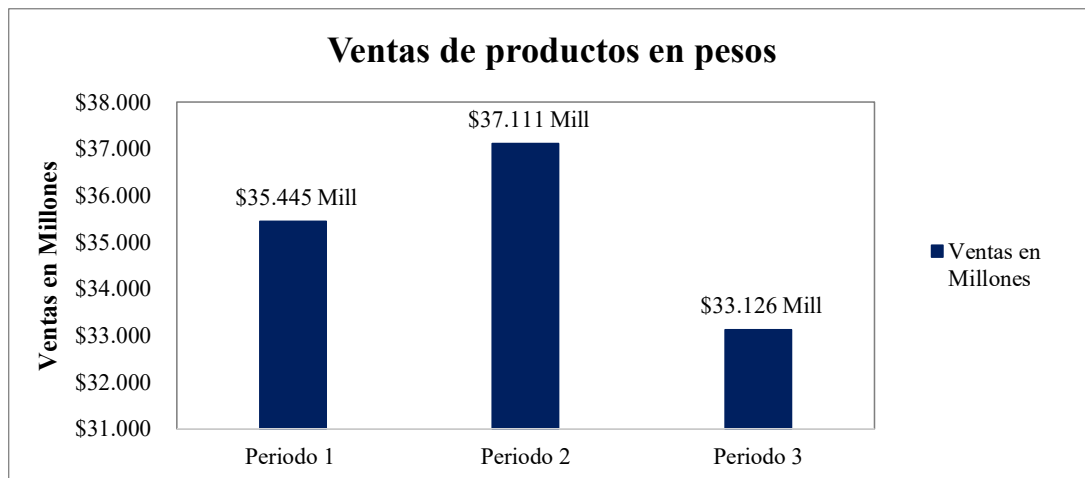


Gráfico 3.6- Valorización de venta neta en pesos para el periodo 1, 2, 3.

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper.

Periodo 3

A continuación se examinará de manera puntual el periodo 3, con el propósito de observar de forma más detallada cómo se comporta el nivel de servicio (NS) y la demanda insatisfecha (DI), dado que éste periodo por ser el más reciente representa un escenario actual de lo que ocurre en el Centro de Distribución, pues entrega todo aquella información respecto a los productos que siguen siendo distribuidos y no han sido descontinuados. El gráfico 3.7 describe el Nivel de Servicio de forma anual para cada uno de los distintos tipos de clientes en el cual se observa que el indicador más bajo corresponde al cliente Industrial, en cambio el cliente Tradicional y Supermercado son los que poseen los NS más altos.

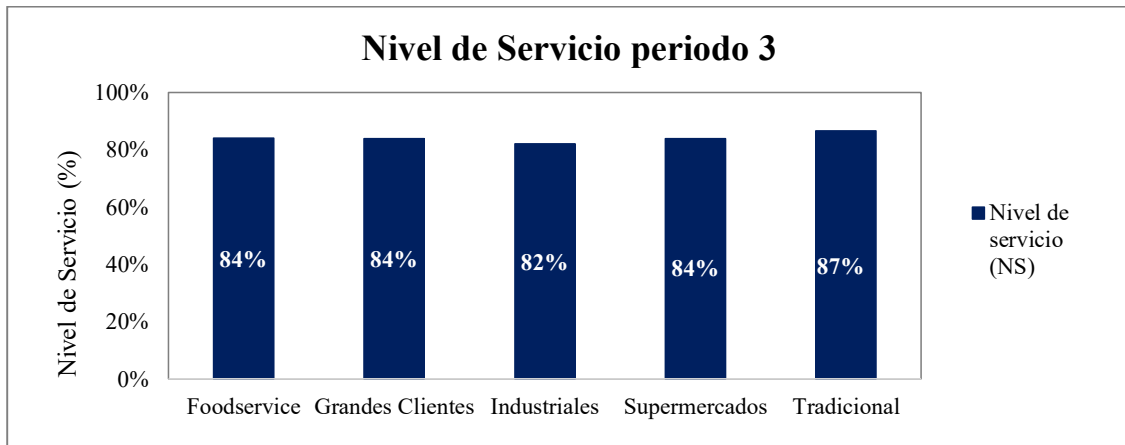


Gráfico 3.7- Nivel de servicio anual por tipo de cliente en el periodo 3
Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper.

En el caso del gráfico 3.8 se observa como varía el Nivel de Servicio a lo largo del periodo 3, para cada tipo de cliente como: Tradicional, Supermercado, Industriales, Grandes Clientes y Food service. Al examinar el gráfico se identifica que los clientes Industrial, Grandes Clientes y Food service poseen grandes variaciones entre un mes y otro desarrollando un comportamiento variable, en cambio las variaciones porcentuales de los clientes Supermercado y Tradicional son mucho menores, en consecuencia tienden a tener un comportamiento más estable.

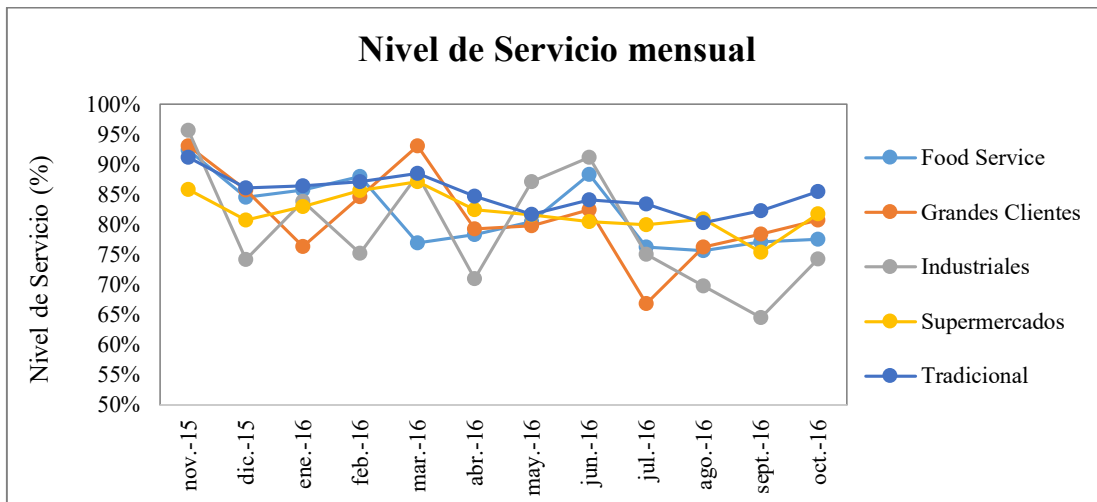


Gráfico 3.8- Nivel de servicio mensual por tipo de clientes en el periodo 3.

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper.

Para desglosar el gráfico 3.7 se presenta la demanda insatisfecha (DI) y su valorización económica presentados por medio de los gráficos 3.9 y 3.10 respectivamente, en los cuales se puede observar que la mayor demanda insatisfecha se da para los clientes Supermercados y Tradicional, del mismo modo la mayor valorización de estas unidades también se concentra en dichos clientes. Cabe subrayar que aunque estos dos tipos de clientes poseen los NS más altos como se mencionó anteriormente, su variación porcentual corresponde a una mayor demanda insatisfecha, es decir si el NS del cliente Tradicional disminuye en 1% la cantidad de demanda insatisfecha será mucho mayor que si el NS del cliente Foodservice disminuyera en un 1%, esto es debido a la participación en ventas que tiene tanto cliente Supermercado como Tradicional correspondientes a 49% y 36% respectivamente, lo cual se puede observar en el gráfico 1.1 presentado en el punto 1.1.

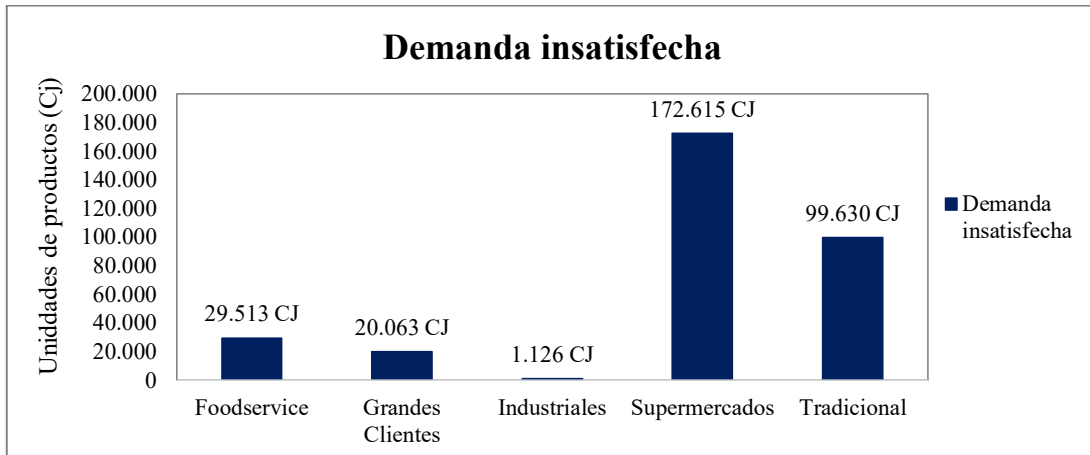


Gráfico 3.9- Demanda insatisfecha anual en cajas por tipo de cliente para el periodo 3.
Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper

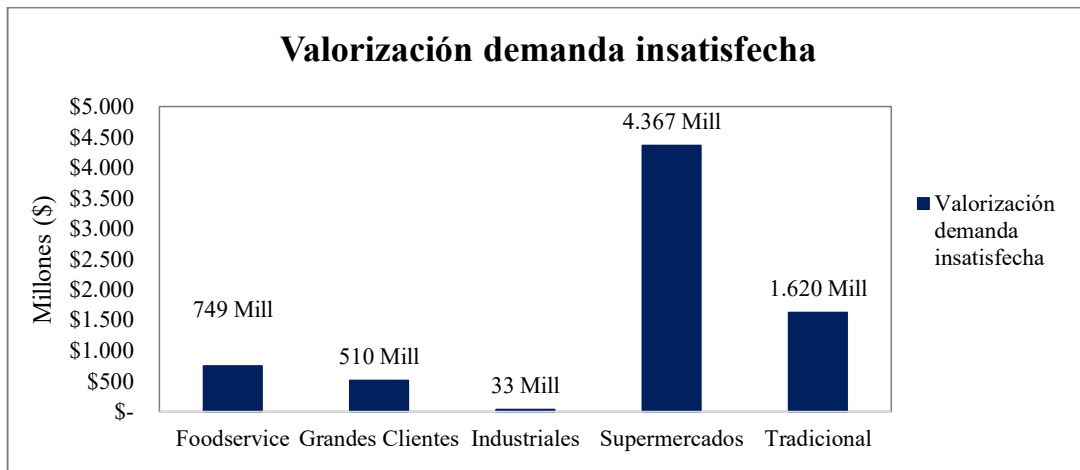


Gráfico 3.10- Valorización de demanda insatisfecha anual por tipo de cliente para el periodo 3.
Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por la empresa Agrosuper.

Por otro lado es importante mencionar que el Centro de Distribución Agrosuper trabaja con dos categorías o estados de productos: congelados y refrigerados, donde se su demanda se puede observar en la tabla 3.1 para los periodos 1, 2 y 3

Tabla 3.1- Demanda categorizada por estado para los periodos 1, 2 y 3.

	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
Congelado	480.608 CJ	493.585 CJ	452.817 CJ
Refrigerado	1.620.308 CJ	1.722.155 CJ	1.682.129 CJ
TOTAL	2.100.916 CJ	2.215.740 CJ	2.134.946 CJ

Fuente: Elaboración propia

Mediante el gráfico se expone la información presentada en la tabla anterior, donde se observa que la mayor demanda de productos se da para los productos en estado refrigerados donde sus porcentajes no bajan del 77 % para los 3 periodos en estudio.

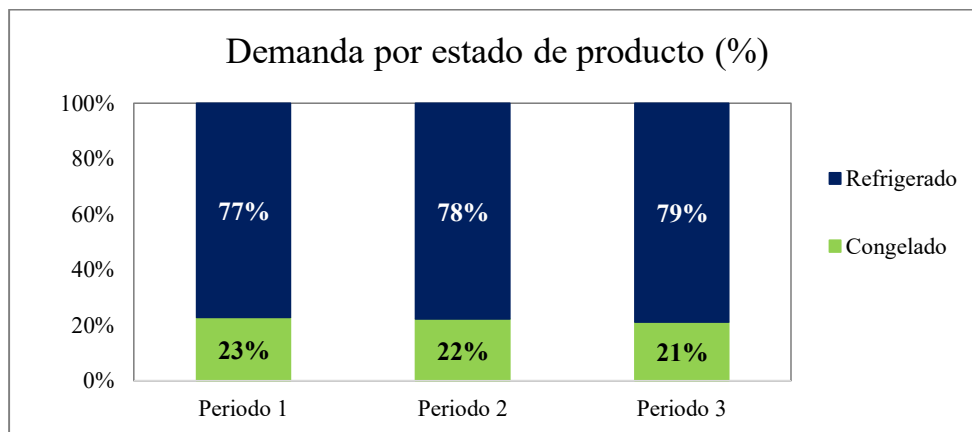


Gráfico 3.11- Demanda categorizada por estado de producto en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis de Situación Actual

Como se expuso anteriormente la situación actual del Centro de Distribución presenta un importante porcentaje de demanda insatisfecha (DI) la cual ha ido aumentando en los últimos periodos. Tanto el Nivel de servicio (NS) como la demanda insatisfecha (DI) son porcentajes complementario, pues uno representa los pedidos satisfechos y el otro los pedidos insatisfechos, ambos conceptos son profundizados en el anexo 2.

Debido a que el nivel de servicio (NS) y la demanda insatisfecha (DI) son factores complementarios, se buscara como poder mejorar la situación presentada disminuyendo el porcentaje de demanda insatisfecha (DI), para poder aumentar así el porcentaje de Nivel de Servicio (NS) e incrementar los beneficios económicos. Es por ello que este efecto indeseado se encuentra estrictamente relacionado a las causas que genera una demanda insatisfecha (DI).

Como se presentó en los gráficos 3.1, 3.4 y 3.6 el Centro de Distribución durante el periodo 3 obtuvo un Nivel de Servicio (NS) de 85% y una demanda insatisfecha (DI) de 15%, los cuales poseen una valorización correspondiente a \$33.126 millones y \$7.280 millones respectivamente, algo semejante ocurre con el periodo 2 donde se obtuvo valores correspondientes a \$33.111 millones y \$5.800 millones respectivamente.

3.3 Causas de la demanda insatisfecha (DI)

Para definir cuáles son las causas que generan la demanda insatisfecha (DI) se han utilizado métodos como árbol de la realidad actual a objeto de definir las principales causas, el cual se presenta a continuación

Árbol de la realidad actual

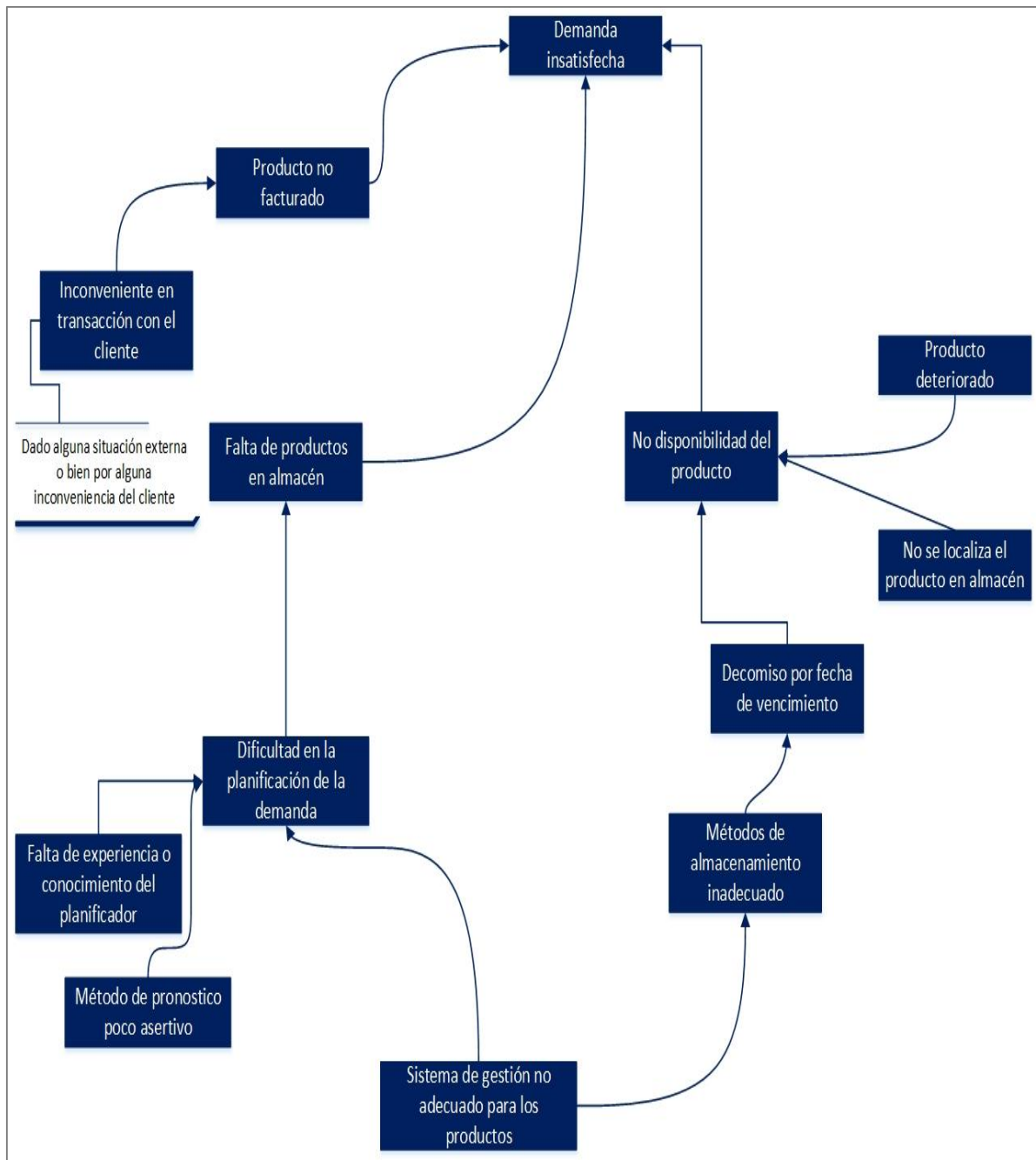


Figura 3.1- Árbol de la realidad actual
Fuente: Elaboración propia

Mediante el método de análisis anteriormente expuestos se logró identificar aquellas causas más relevantes que generan una demanda insatisfecha (DI), las cuales fueron agrupadas en 3 ítems: Producto faltante, Producto No despachado y Producto No facturado, debido a que estas 3 son las causas principales que puede ser medibles con datos del CD y que en conjunto generan un índice de demanda insatisfecha (DI), mediante estos factores se pudo medir de forma porcentual donde se presenta la mayor participación de demanda insatisfecha, a continuación se describe cada una.

- Producto faltante (FP): Es el producto que no se tiene en bodega para poder satisfacer la demanda.
- Producto no despachado (ND): Es el producto que por alguna razón no logra salir de bodega y por tanto no es entregado al cliente.
- Producto no facturado (NF): Es el producto que siendo despachado no es entregado al cliente debido a dificultades en el arribo del pedido.

Tabla 3.2- Causas más relevantes clasificadas en 3 grupos

Causas	Ítem
No contar con productos en stock	FP
Falla en la planificación de pedidos	
Método de pronóstico poco asertivo	
Dificultad en la planificación de la demanda	ND
Producto no localizado dentro del almacén	
Producto deteriorado o próximo a vencer	NF
Llegada del camión de despacho fuera del plazo estimado	
Dificultad en el arribo del pedido al cliente	

Fuente: Elaboración propia.

Para comprender cuál es la participación de cada uno de los ítems y sus causas en la totalidad de demanda insatisfecha (DI) se presenta la tabla 3.3, la cual explica la participación en porcentajes de las causas de producto faltante, producto no despachado y producto no facturado en función de la demanda para el periodo 3. Se observa que el promedio de participación mensual que posee las causas de producto faltante es 11% de la demanda, seguido de causas de producto no facturado correspondientes a un 3% y por último el producto no despachado con un 2%, hay que mencionar que el mayor porcentaje de causas se encuentra en

el producto faltante, lo que evidencia que este ítem es aquel que tiene mayor incidencia en que el porcentaje de demanda insatisfecha (DI) sea tan alto, por lo tanto de acuerdo a la magnitud de la participación se optará por darle solución a las causas que generan un producto faltante ya que la disminución de su porcentaje tendrá mayor significancia en la disminución de la demanda insatisfecha, en el aumento del Nivel de Servicio y los beneficios económicos.

Tabla 3.3- Porcentaje de participación de las causas agrupadas para el periodo 3

Mes	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sept-16	oct-16	Promedio
Producto faltante (FP)	10%	10%	9%	10%	10%	10%	10%	10%	11%	12%	12%	11%	11%
Producto no despachado (ND)	1%	2%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	3%
Producto no facturado (NF)	2%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	2%	2%	2%	2%

Fuente: Elaboración propia

3.4 Causas de demanda insatisfecha (DI) por producto faltante

A continuación se presentan las causas que generan un producto faltante

- No contar con productos en stock
- Falla en la planificación de pedidos.
- Método de pronóstico poco asertivo
- Dificultad en la planificación de la demanda.

Por lo tanto los quiebres por producto faltante (FP) en almacén se deben a la falta de planificación en la gestión de inventario, donde se solicitan menos materiales de los que se demanda o bien no se tienen un modelo de gestión de inventario adecuado que represente el comportamiento de la demanda. El quiebre stock ocasionado por el producto faltante (FP) alcanza el 10,55% de la demanda para el periodo 3, lo que se traduce en 225 mil productos no disponibles de un total de 2.134.000 productos demandados lo cual se observa en el Anexo 4, generando pérdidas por conceptos de demanda insatisfecha por FP de \$5.143 millones, este quiebre de stock ocasionado por la falta de producto en almacén se debe a un modelo de gestión

inadecuado el cual no permite satisfacer la demanda y por el contrario genera costos por productos faltantes o pérdidas de ventas para el CD. Mediante la tabla 3.4 y el gráfico 3.12 se muestra una comparación entre las ventas reales y las ventas que se dejaron de realizar correspondiente a la demanda insatisfecha provocada por el producto faltante (FP), ambas medidas en unidades de cajas en el periodo 3 comprendido entre noviembre de 2015 hasta octubre de 2016, el cual posee un indicador promedio de demanda insatisfecha del 12% de las ventas reales en dicho periodo correspondiente a 225 mil cajas.

Tabla 3.4- Pérdida por demanda insatisfecha en cajas.

Mes	Ventas reales (VR)	Demanda insatisfecha (DI)	DI/VR
nov-15	159.104 CJ	17.880 CJ	11%
dic-15	184.292 CJ	20.782 CJ	11%
ene-16	144.176 CJ	15.526 CJ	11%
feb-16	146.596 CJ	16.676 CJ	11%
mar-16	166.056 CJ	20.455 CJ	12%
abr-16	130.080 CJ	16.249 CJ	12%
may-16	127.332 CJ	14.842 CJ	12%
jun-16	167.095 CJ	20.287 CJ	12%
jul-16	129.762 CJ	17.475 CJ	13%
ago-16	171.303 CJ	24.314 CJ	14%
sept-16	140.761 CJ	20.866 CJ	15%
oct-16	145.439 CJ	19.907 CJ	14%
Total periodo 3	1.811.998 CJ	225.258 CJ	12%

Fuente: Elaboración propia

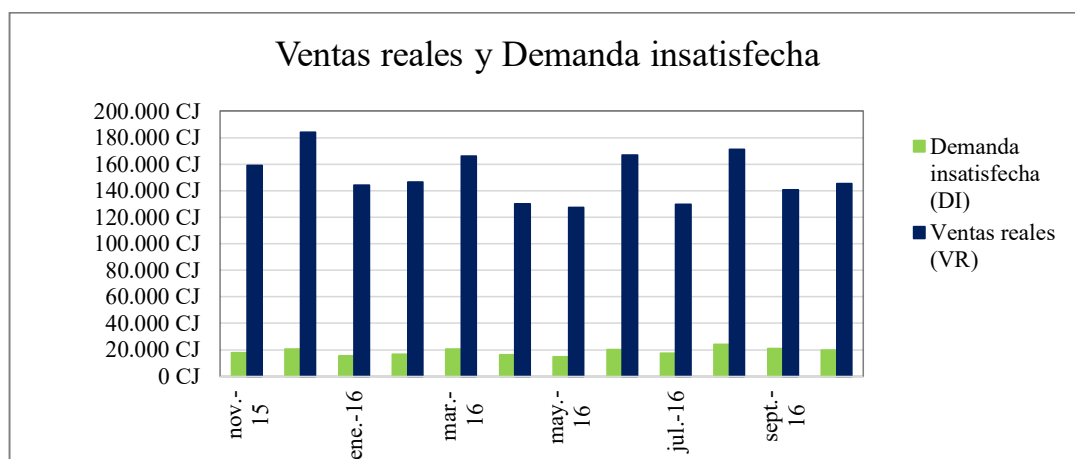


Gráfico 3.12- Comparación ventas reales y demanda insatisfecha por FP para el periodo 3 en unidades de cajas

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se presenta la tabla 3.5 y el gráfico 3.13, los que permiten comparar las ventas reales y lo que se ha dejado de recibir de forma económica correspondiente demanda insatisfecha provocada por el producto faltante (FP), comprendidos desde noviembre de 2015 hasta octubre de 2016, el cual expone un índice de pérdidas por ventas del 16% de las ventas reales, lo que corresponde \$5.143 millones que se dejaron de obtener por conceptos de demanda insatisfecha o quiebres de stock debido a la falta de productos (FP) en almacén .

Tabla 3.5- Perdida por demanda insatisfecha en pesos

Mes	Ventas reales (VR)	Demanda insatisfecha (DI)	DI/VR
nov-15	\$ 2.863.470.749	\$ 409.813.802	14%
dic-15	\$ 3.542.295.923	\$ 490.516.504	14%
ene-16	\$ 2.606.066.830	\$ 360.281.297	14%
feb-16	\$ 2.708.562.044	\$ 385.752.950	14%
mar-16	\$ 3.042.068.377	\$ 471.164.267	15%
abr-16	\$ 2.363.393.887	\$ 370.492.627	16%
may-16	\$ 2.405.464.651	\$ 352.767.148	15%
jun-16	\$ 3.084.632.494	\$ 476.506.488	15%
jul-16	\$ 2.205.511.480	\$ 384.911.302	17%
ago-16	\$ 3.050.740.522	\$ 527.764.955	17%
sept-16	\$ 2.670.650.981	\$ 473.744.673	18%
oct-16	\$ 2.582.977.621	\$ 439.998.039	17%
Total periodo 3	\$ 33.125.835.558	\$ 5.143.714.054	16%

Fuente: Elaboración propia

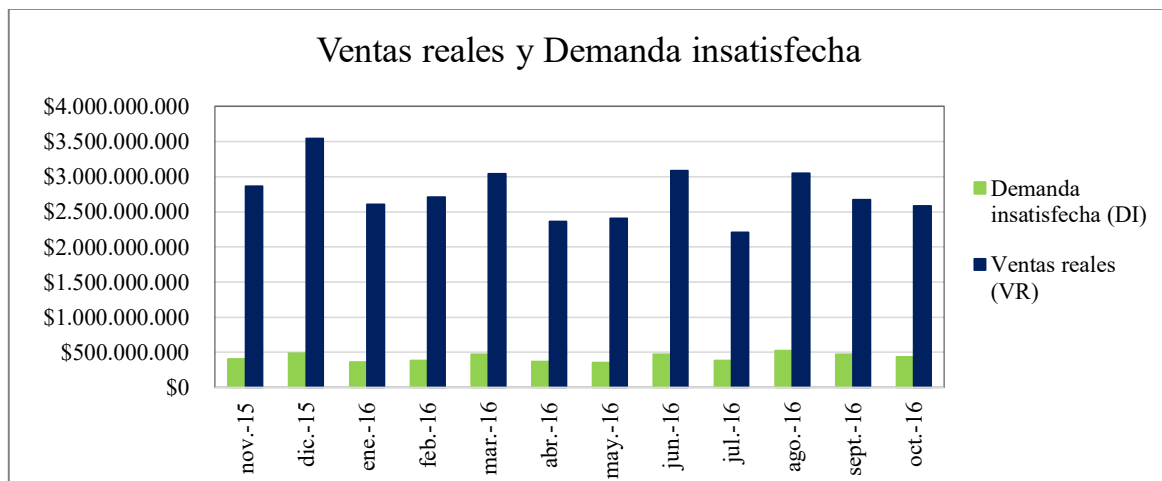


Gráfico 3.13- Comparación ventas reales y demanda insatisfecha por FP para el periodo 3 en pesos

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que el indicador de producto faltante (FP) se observa específicamente en el proceso de asignación de productos, el cual consiste en verificar la demanda que realizan los clientes y en base al stock que se cuenta en bodega aprobar la orden de pedido, de esta forma la manera de no aprobar una pedido es que no se cuenta con el stock necesario en bodega lo que genera un quiebre de stock debido al producto faltante (FP). Por lo tanto la causa atribuible a éste quiebre es la planificación no adecuada de la gestión de inventario, actualmente el Centro de Distribución establece la cantidad a solicitar de productos a sus proveedores de la siguiente manera: considera un promedio de las ventas de los últimas 3 semanas, resta la cantidad de inventario con la que quedo en bodega en el periodo anterior a modo de no considerar éste en la orden a solicitar y propone un cierto porcentaje de stock de seguridad, el cual se establece comúnmente entre un 10% y un 15% definido por intuición, en éste modelo de inventario claramente no hay un proceso estudiado de la proyección de la demanda ni del stock de seguridad para poder enfrentar situaciones relacionada a la variabilidad de la demanda, hay que mencionar además que al considerar un promedio de las ventas no se está considerando la demanda real, pues las ventas que realiza el centro de distribución poseen quiebres de stock no representado lo que el cliente realmente está solicitando, en síntesis no hay un modelo de pronóstico formal y con el que se cuenta se basa en métodos muy básicos de pronóstico, en intuición y nivel de asertividad presentando un alto grado de error. La situación descrita se presenta por medio del diagrama de flujo de la figura 3.2.

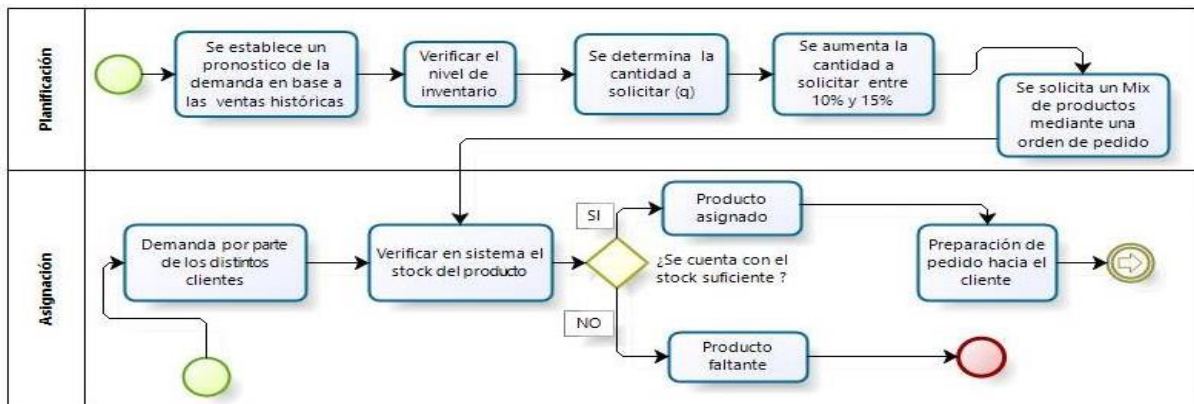


Figura 3.2- Diagrama de flujo situación actual de planificación y asignación

Fuente: Elaboración Propia

Es por ello que se buscará establecer un modelo de gestión de inventario para disminuir la demanda insatisfecha (DI) ocasionada por la falta de productos (FP) en almacén, considerando una proyección de la demanda en base a algún método de estudio para contar con la cantidad adecuada de productos en almacén, de esta manera el porcentaje de demanda insatisfecha (DI) causado por la falta de productos en almacén disminuirá y por consiguiente el Nivel de Servicio tenderá a aumentar.

3.5 Objetivos

Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión de inventario para disminuir los quiebres de stock y mejorar el Nivel de Servicio en el Centro de Distribución Agrosuper Viña del Mar.

Objetivos específicos

- Clasificar los tipos de productos que tienen la mayor influencia en el nivel de servicio, para enfocarse en información relevante.
- Pronosticar la demanda de los productos críticos.
- Desarrollar un modelo de gestión de inventario integrando un tipo de pronóstico para ser aplicado tanto en la actualidad y como en el futuro.

4. Metodología

Una vez definido las causas se indagó en distintas literaturas como [Render & Heiser04], [Chase04] y [Gaither&Frazier00], para dar solución al pronóstico de la demanda y la gestión de inventario, los cuales establecen métodos de pronósticos y gestión de inventario similares pero expuestos de manera distinta. Con respecto a la metodología del trabajo de título, se establecerán los pasos para definir el plan de acción que dará solución al problema y de esta manera dar cumplimiento a los objetivos anteriormente expuestos. La metodología consiste en 3 etapas, las cuales constan de diferentes pasos para su desarrollo presentado en el mismo orden del desarrollo del proyecto de título, a continuación se expone su diagrama de flujo.

Diagrama de flujo metodología

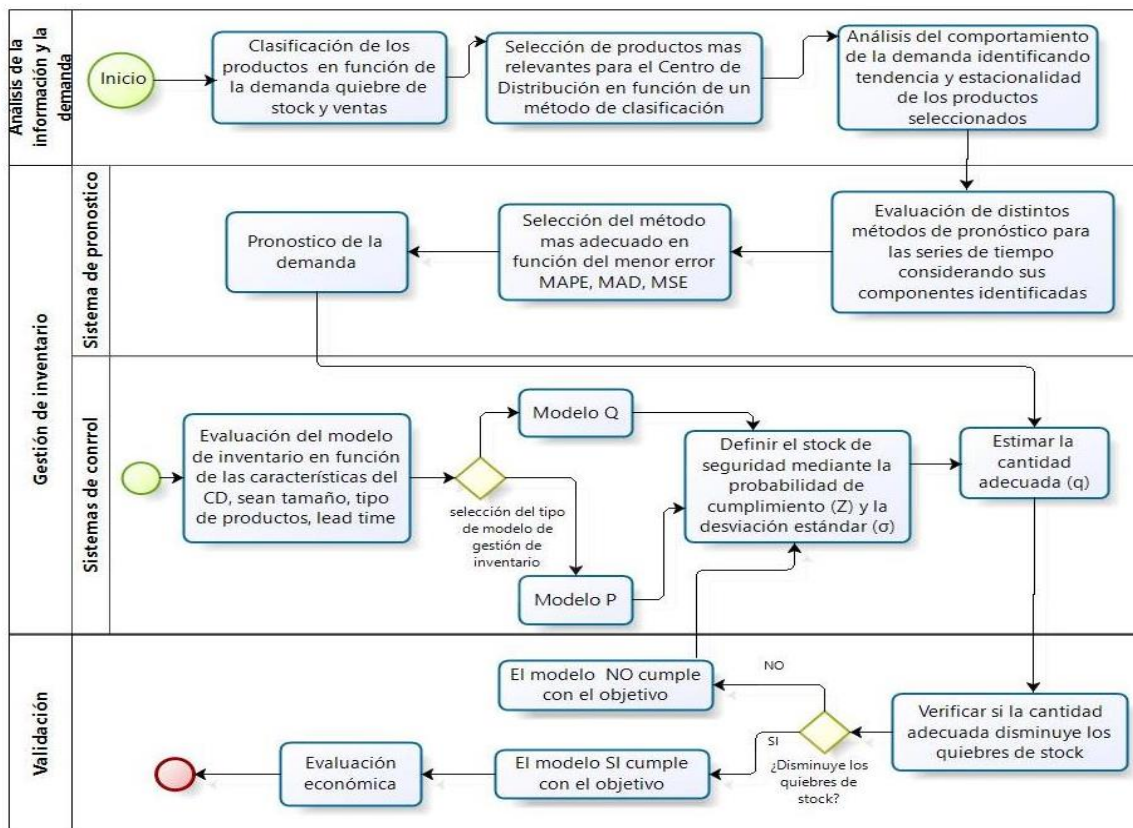


Figura 4.1- Metodología

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la información y demanda

- a) **Clasificación de información:** Esta fase consiste en analizar la información con la que se cuenta correspondiente a la demanda, ventas y quiebres de stock de los productos, realizando una clasificación por medio de métodos monocriterio, multicriterio y frecuencias, logrando de esta forma obtener los productos más relevantes para el Centro de Distribución en función del problema, los cuales serán objeto de estudio en este trabajo de título. Entre los métodos que se pueden utilizar para esta selección de datos se encuentran los métodos de clasificación ABC monocriterio o multicriterio, matriz de cuadrantes entre otros.
- b) **Análisis del comportamiento de la demanda del producto:** Para este análisis se graficará y se analizará por separado la demanda de los productos anteriormente seleccionados para observar su comportamiento, identificando componentes como son: la tendencia estacionalidad, ciclos y fluctuaciones aleatorias que inciden y afectan la demanda.

Gestión de inventario

- a) **Sistemas de pronóstico:** Esta etapa consiste en identificar aquel pronóstico que represente de forma más adecuada el comportamiento de la serie de tiempo definida anteriormente en la metodología, considerando si la demanda de los productos seleccionados poseen tendencia, estacionalidad, ciclos o fluctuaciones aleatorias.
1. **Evaluación de los métodos de pronósticos:** Una vez identificados los componentes de la serie de tiempo del producto en estudio, se realizará una comparación con cada método de pronóstico que se adecúe a las características de la demanda.
 2. **Selección del método de pronóstico:** En segunda instancia se realizará la selección de aquel método que posea un menor error, dentro de los errores que se exponen más adelante están: desviación media estándar (MAD), error cuadrático medio (RMSE) y error porcentual absoluto medio (MAPE) y por medio de validaciones como señal de rastreo dentro de los límites y análisis de los residuos por medio del análisis de Durbin-Watson

3. Estimación del pronóstico: En esta tercera instancia con el método seleccionado se pronosticará la demanda para cada producto en estudio, la cual será utilizada para determinar la cantidad (q) a solicitar en el modelo de gestión de inventario.

b) Sistemas de control: Esta etapa debe responder preguntas como cuanto pedir y cuando pedir. Además se integrará el método de pronóstico anteriormente seleccionado.

1. Evaluación del modelo de inventario: En este paso se evaluará cual es modelo de inventario más adecuado según las características del Centro de distribución, sean estos: tamaño del Centro de Distribución, tipo de productos, tiempo entre revisiones (T) y lead time (L)
2. Selección del modelo de inventario: En esta etapa seleccionará el modelo de inventario considerando la evaluación anteriormente realizada, entre las opciones se cuenta con modelo por cantidad fija de orden (Q) o modelo por periodos fijos de tiempo (P) u otros.
3. Desarrollo del modelo de inventario escogido: Se estimará la cantidad adecuada a solicitar (q) por medio del modelo de inventario establecido, para ello se integrará el pronóstico definido anteriormente en la metodología, considerando el nivel de inventario y el stock de seguridad, el cual es definido bajo los siguientes dos parámetros
 - Probabilidad de cumplimiento propuesto por el Centro de Distribución, el cual en este caso debe ser sobre el 95% propuesto por la empresa, ésta probabilidad de cumplimiento es traducido a un número de desviaciones estándar.
 - Definir cuál es la desviación estándar de la demanda histórica de cada producto

Validación

En esta última etapa se evaluará cual es la diferencia entre la situación real y la situación propuesta, para ello se validará en primera instancia el método de pronóstico bajo parámetros como:

- La demanda proyectada se adecua al comportamiento de la demanda real.

- Señales de rastreo dentro de los límites adecuados
- Menor error

En segunda instancia se validará el método de gestión de inventario escogido integrando el método de pronóstico, lo cual se realizará bajo los siguientes parámetros:

- La cantidad solicitada cubra la demanda disminuyendo así los quiebres de stock debido a la falta de productos (FP).
- El stock de seguridad sea adecuado en función de la demanda.
- Se mejora el Nivel de Servicio.

Cumpliendo con estos parámetros se estima que el modelo propuesto cumple con el objetivo principal, por lo que la situación propuesta sería mejor que la situación actual, en este caso se realizará una evaluación económica de ambas situaciones para verificar en que porcentaje aumentarían las ventas con el modelo propuesto y así determinar si es viable para el Centro de distribución por medio de la relación beneficio costo.

5. Marco Teórico

5.1 Método ABC

Según autores como [Chase04] establecen que para realizar un análisis de las series de tiempo de los distintos productos es necesario enfocarse en los productos más relevantes. Cabe mencionar que ciertas empresas manejan en sus almacenes gran variedad de productos, donde algunos son de suma importancia ya sea por su valor, rotación o demanda y otros de una importancia menor.

Este fenómeno fue propuesto por Juran en la década de 1940-1950 y la bautizo con el nombre de Pareto el cual descubrió el fenómeno 80/20. Vilfredo Pareto fue un economista el cual realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza en Milán, donde demostró que un 20 por ciento de las personas controlaba el 80 por ciento de las riquezas, por lo que desarrolló la siguiente lógica *“unos pocos tienen mucha importancia y otros muchos tienen poca importancia”* [Chase04]. Esta lógica fue ampliada y actualmente se conoce como Principio de Pareto la cual puede ser llevada a distintas situaciones, desde el control de calidad, hasta situaciones cotidianas de la vida diaria, como también a problemas de causa efecto, donde unas pocas causas generan la mayor parte de los problemas.

Este método se ocupará para seleccionar los productos de mayor importancia para el Centro de Distribución, de esta manera se analizará y controlará aquellos inventarios donde unos pocos productos representan la mayor demanda insatisfecha y valor económico, siendo éstos a los cuales se les debe prestar una mayor atención y rigurosidad en su control para atender el Nivel de Servicio. El enfoque de la metodología establece la división en tres grupos denominado A, B, C, según [Chase04]

- Grupo A: Los artículos A representan 15% del total de un ítem, los cuales van a generar el 80% de la variable dependiente
- Grupo B: Los artículos B representan el 35 % del total de un ítem, los cuales van a generar el 15% de la variable dependiente.

- Grupo C: Los artículos C representan el 50 % del total de un ítem, los cuales van a generar el 5% de la variable dependiente

Esta clasificación puede variar en cuanto a los porcentajes debido a la realidad de cada industria, aunque los valores serán cercanos a los anteriormente descritos. Un aspecto más relevante que el porcentaje a definir es el propósito de este método, el cual consiste en separar lo importante de lo menos importante para poder dar un mayor control y rigurosidad según el grupo de producto, para ilustrar lo anteriormente expuesto: los artículos A podrían controlarse de manera quincenal, los bienes B semanalmente y aquellos C de forma mensual o trimestral. La clasificación se presenta de manera gráfica en la figura 5.1

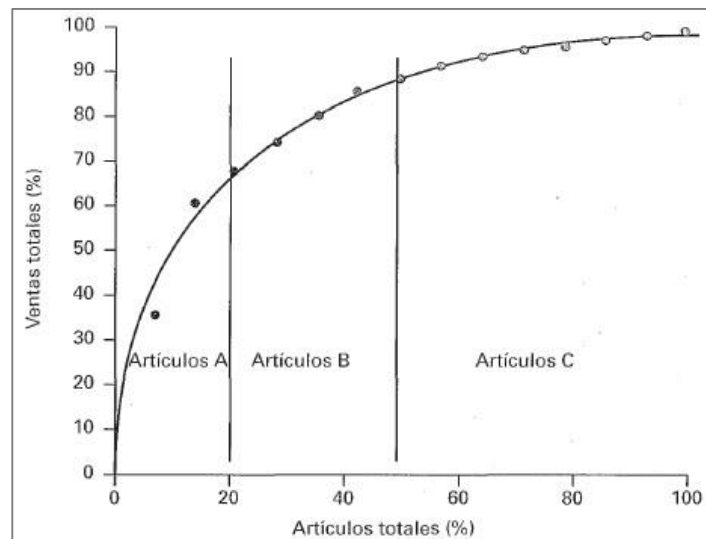


Figura 5.1- Clasificación ABC.

Fuente: [Ballou 04].

5.2 Pronóstico de la demanda

5.2.1 Definiciones y antecedentes generales

Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros [Render&Heiser04]. El pronóstico puede implicar tomar datos históricos y proyectarlos hacia el futuro mediante algún modelo matemático o también puede estar asociada a alguna predicción subjetiva o intuitiva. Además se considera una parte fundamental en una empresa de cualquier índole, abarcando distintas áreas como producción, demanda de producto terminado o ingresos, entre otros.

Mediante un pronóstico es posible tomar decisiones en base al conocimiento de lo que pasara en un futuro, aunque estos no son exactos, si se acercan bastante a la realidad y permiten tomar decisiones con bajos porcentajes de error. Para desarrollar un pronóstico en alguna empresa se debe tener claro los siguientes parámetros [Render&Heiser04]:

- Demanda dependiente o demanda independiente
- Información cualitativa o cuantitativa
- Si es cuantitativo definir el horizonte de tiempo, el cual puede ser: largo plazo, mediano plazo o corto plazo.

Según las clasificaciones anteriormente descritas para el desarrollo de este trabajo de título se acogerá al método cuantitativo de series de tiempo con una demanda independiente, por ser un producto terminado dirigido al cliente, el cual no depende de otro producto para su demanda, además el pronóstico se define a corto plazo, debido a que la demanda del producto no se puede pronosticar a un horizonte demasiado amplio de tiempo, pues el comportamiento de la demanda varía día a día lo que se traduce en que la incertidumbre medida por la varianza aumente en el tiempo.

5.2.2 Métodos de pronósticos

Método Box- Jenkins

Los modelos de Box-Jenkins se denominan así porque fueron desarrollados por George E. Box y Gwilym M. Jenkins, su desarrollo está dirigido a identificar, estimar y diagnosticar modelos dinámicos de las series de tiempo. Por otro lado estos modelos proponen la dependencia que existe entre los datos, es decir qué cada valor observado es modelado en función de los valores pasados.

Los modelos de Box-Jenkins también son conocidos con el nombre ARIMA (*autoregressive integrated moving average*), que significa promedio móvil integrado autoregresivo, cabe mencionar que el modelo ARIMA explica el comportamiento de una serie de tiempo a partir de observaciones pasadas de la propia serie y a partir de los errores pasados de la misma previsión, además cabe mencionar que éste modelo se centra en la función de auto correlación y es ésta característica es lo que los diferencia de los otros modelos presentados en el Anexo 3.

Método ARMA

Según [Nahamias07], un modelo ARMA o proceso autorregresivo de media móvil con p términos autoregresivo y q términos de media móvil, lo cual se representa por medio de la fórmula 5.1 deriva de dos componentes o procesos: autorregresivo (AR) y medias móviles (MA), presentados de forma posterior.

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1}$$

Fórmula 5.1- Método ARMA

Fuente: [Nahamias07]

- **Proceso autorregresivo (AR):** Los procesos autorregresivos son parte de una familia de procesos, tal que una observación depende de las observaciones anteriores. La fórmula

5.2 es presentada para un proceso estocástico autorregresivo de orden p o AR (p), donde tiene que δ es la media de Y , el u_t es un error aleatorio no correlacionado con dos características: su media es cero y su varianza es constante, lo que se conoce como ruido blanco.

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t$$

Fórmula 5.2- Proceso autorregresivo (AR)

Fuente: [Nahamias07]

- **Proceso de media móvil (MA):** Es una combinación lineal entre términos de error y ruido blanco. La fórmula 5.3 es presentada para un proceso de medias móviles de orden q o MA (q), donde Y en el periodo t es igual a una constante más un promedio móvil de los errores presente y pasados, además se observa μ la cual es una constante y u es el ruido es el termino de error estocástico de ruido blanco.

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q}$$

Fórmula 5.3- Proceso de media móvil (MA)

Fuente: [Nahamias07]

Método ARIMA

El modelo presentado anteriormente considera que las series de tiempo son levemente estacionarias o presentan leves rasgos de estacionariedad, lo cual quiere decir que tanto la media como la varianza son constantes, pero en cambio la realidad explica que muchas de las series no son estacionarias, para ello autores como [Nahamias07] establecen que existe un tercer factor denominado factor de integración (I), el cual se utiliza cuando la serie en análisis no es estacionaria, es decir cuando la media y varianza no son constante a través de tiempo, por lo tanto tiene que ser diferenciada n veces hasta ser estacionaria, el número de veces que debe ser diferenciada está dado por la constante d . De esta manera el método autorregresivo integrado de

media móvil o ARIMA se denota como $ARIMA(p,d,q)$, el cual tendrá p términos autorregresivo, d número de veces que las serie debe ser diferenciada para hacerse estacionaria y q el número de veces de la media móvil.

Método SARIMA

Por otro lado la serie de tiempo puede presentar variaciones estacionales para lo que el método ARIMA incorpora valores adicionales en la construcción del modelo, si para un modelo sin estacionalidad las constantes se presentan como $ARIMA(p,d,q)$, en un modelo con estacionalidad se presentan como $SARIMA(p,d,q) \times (P,D,Q)$ lo cual es expuesto por autores como [Nahamias07] y [Render & Heiser04], donde el primer conjunto de constantes actúan al igual que en el modelo ARIMA modelando la dependencia regular que es la dependencia asociada a observaciones consecutivas, en cambio el segundo conjunto modela la dependencia estacional la cual está asociada a observaciones separadas por “s” periodos, es decir es un conjunto que se aboca solamente a la estacionalidad de la serie de tiempo. La unión de los modelos estacionales y no estacionales logra generar un modelo de gran capacidad de adaptación el cual refleja el comportamiento de la tendencia y la estacionalidad de las series de tiempo el cual es el enfoque de Box-jenkins [Nahamias07]

- p : Orden de un modelo autorregresivo AR.
- d : Orden de diferenciación en la parte regular o no estacionaria de la serie.
- q : Orden de un modelo promedio móvil MA.
- P : Orden de un modelo autorregresivo estacional SAR.
- D : Orden de diferenciación en la parte estacional de la serie.
- Q : Orden de un modelo promedio móvil estacional SMA.

Según los autores expuestos como [Nhamias07] y [Render & Heiser04] establecen que para definir un modelo ARIMA o SARIMA con estacionalidad se deben establecer algunos pasos previos de análisis para definir si la serie de tiempo es estacionaria, es decir con media y varianza constante a lo largo del tiempo, para ello se verifica mediante una representación gráfica y un análisis de autocorrelación simple (ACF) o autocorrelación parcial (PACF), de esta

manera se determinara si la serie es estacionaria o no, según las causas que por la que no es estacionaria se establece la manera de poder llevar la serie de tiempo a una estacionaria

- Si posee tendencia: Se toma las diferencias regulares hasta que desaparezca, normalmente el orden de la diferencia es de 1 y con un máximo de 3.
- Si posee estacionalidad: Se toma las diferencias estacionales hasta que desaparezca el patrón estacional, raramente esta diferencia estacional va más allá de 1.
- Si es heteroscedástica: Es decir si la varianza no es constante a lo largo de la serie de tiempo se tendrá que transformar la serie, en algunos casos solo basta con tomar el logaritmo de la serie de tiempo en otros casos se necesitara un método más elaborado

Metodología del método Box- Jenkins

Identificación: Esta etapa consiste en encontrar los valores adecuados de p , d , q mediante distintas herramientas como correlograma (FAC) y correlograma parcial (FACP)

Estimación: Posterior a la identificación de los valores p , d , q se deben determinar los parámetros de los términos autorregresivos y de media móvil que son incluidos en el modelo, los cuales pueden ser determinados por estimación no lineal o mínimos cuadrados.

Validación: Una vez seleccionado el método ARIMA particular y determinar sus parámetros, se debe verificar si el método que se seleccionó se ajusta de forma adecuada a los datos, pues otro método ARIMA también podría ajustarse de buena manera. Para ello se establecen distintas pruebas de diagnóstico como:

- Comprobar que todos los parámetros especificados son estadísticamente significativos
- Verificar la diferencia entre los valores reales pasados de la serie y las previsiones obtenida por el modelo posee un comportamiento similar al ruido blanco lo que se puede observar mediante la función de autocorrelación (FAC)
- Por lo demás varios modelos pueden aprobar las pruebas de diagnóstico, lo cual quiere decir que todos son aptos para generar una previsión, pero de éstos se debe escoger aquel

que presente menor error, es decir en última instancia se debe evaluar los errores de los residuos de cada método para escoger aquel que posea menor valor.

De esta manera se estará estableciendo que la serie es estacionaria para poder realizar el pronóstico por medio del método ARIMA o SARIMA., cabe mencionar que para la elección del método más adecuado se utilizara el Software Crystall Ball, el cual ayuda a realizar varios de los pasos descritos en este marco teórico, permitiendo la elección del método más adecuado pues logra comparar los métodos anteriormente expuesto para cada serie de tiempo. Para conocimiento de otros métodos de pronósticos consultar el Anexo 3.

5.2.3 Errores en los pronósticos.

Según algunos autores como Chase, Frazier y Render, el error es la diferencia entre lo que se observa en la vida real y lo que se pronostica a futuro, *“en algunos casos el error puede estar entre ciertos límites aceptables, no considerándose como un error”* [Chase04]. Los pronósticos no son ciento por ciento exactos y en la mayoría de los casos van acompañado de errores mínimos como también grandes errores, es por esto que cuando se tiene un modelo se intenta disminuir este error al mínimo, para poder llevar un pronóstico lo más certero posible. La evaluación de los modelos de pronósticos se realiza para comparar distintos modelos, vigilar y asegurar su buen desempeño, dentro de estas evaluaciones se identifican tres parámetros.

- Respuesta de impulso: Es la capacidad que tiene el pronóstico de responder a los cambios de los datos.
- Capacidad de amortiguación de ruido: Son definidas como fluctuaciones que se reflejan de un periodo a otro.
- Precisión: Es la capacidad que tiene un modelo de pronóstico de demostrar que tan cerca se encuentran los datos proyectados de los reales, en un modelo es imposible que estos sean exactamente a los reales sin que se encuentre un cierto porcentaje de error.

Centrándose específicamente en el error, algunos autores como Chase, Frazier y Render, establecen que el error se clasifica en dos tipos, denominados sesgados y aleatorios. Los errores sesgados son aquellos cometidos constantemente y tienen causas asignables, tales

como: el no incluir las variables correctas, emplear una línea equivocada para una tendencia o mover equivocadamente la demanda estacional del punto donde suele ocurrir, en cambio, los errores aleatorios son aquellos identificables en el modelo pero que no se pueden explicar. Según autores como [Render & Heiser04] una manera común de poder identificar el error en un pronóstico es la diferencia entre la demanda total real y la pronosticada por el modelo denominado error del pronóstico observable en la fórmula 5.4.

$$Error\ del\ pronóstico = A_t - F_t$$

Fórmula 5.4- Error del pronóstico

Fuente: [Render & Heiser04]

Dónde:

A_t : Demanda real

F_t : Valor pronosticado

Éste presenta una desventaja al no ser una diferencia absoluta, donde los valores positivos y negativos se cancelarán provocando un error muy pequeño, el cual no será representativo llevando a tomar decisiones que son equivocadas, a continuación se describen otros tipos de errores más elaborados.

Error porcentual absoluto medio (MAPE)

Esta medida de precisión permite la comparación entre pronósticos diferentes, pues los valores arrojados como resultados son adimensionales. Según [Render,B & Heiser04] se calcula como el promedio de las diferencias absolutas entre los valores pronosticados y los reales, presentado como porcentaje de los valores reales dividido por la cantidad de periodos, lo cual es presentado mediante la fórmula 5.5.

$$MAPE = \frac{100 \sum_{i=1}^n \frac{|real_i - pronóstico_i|}{real_i}}{n}$$

Fórmula 5.5- Error porcentual absoluto medio

Fuente: [Render,B & Heiser04]

U de Theil

El coeficiente U de Theil es una forma de medir la exactitud y precisión de un pronóstico, por lo que permite realizar un análisis de la efectividad del método de seleccionado y las predicciones arrojadas por éste. Cabe mencionar que las medidas de errores medios suelen presentar situaciones de sesgo las cuales penalizan en mayor medida los errores de mayor valor, por lo que el coeficiente U de Theil viene a solucionar éstas y otras situaciones [DemandPlanning17]. La forma de calcular este coeficiente se basa en la diferencia cuadrática existente entre las tasas de crecimiento de la variable real (situación actual) y al estimada (valor pronosticado), la interpretación que se realiza para los resultado de este coeficientes son dos situaciones: si los valores son cercanos a cero proyecta una predicación más exacta, por lo que método de pronóstico seleccionado es adecuado, en cambio si los valores son mayores a 1 o muy alejado de cero el método no es el indicado y se debe probar con otro método de pronóstico, éste coeficiente es utilizado en para evaluar la exactitud y efectividad que tendrá un pronóstico en un corto y mediano plazo.

- Si $U > 1$, el método de pronóstico es malo y es mejor utilizar el método de pronóstico actual.
- Si $U = 0$, el método de pronóstico es tan bueno o tan malo como el método actual.
- Si $U < 1$, el método de pronóstico es mejor que el método actual.

$$U_t = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{\sum_{t=1}^n (Y_t - Y_{t-1})^2}}$$

Fórmula 5.6- U de Theil
Fuente: [DemandPlanning17]

Durbin Watson

El estadístico de Durbin Watson es un contraste que se utiliza para identificar autocorrelación entre distintos datos en un modelo de regresión. Este estadístico viene dado por la fórmula 5.7

$$d \approx 2(1 - \hat{\rho}),$$

Fórmula 5.7- Estadístico Durbin Watson

Fuente: [Quesada18]

Cabe mencionar que los límites de variación del coeficiente empírico ρ pueden variar desde -1 a 1, por lo tanto el valor del estadístico de Durbin Watson (d) puede tomar un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 4 [Quesada18]. Se establece que mientras el estadístico es más cercano a 0 o 4 los datos tendrán autocorrelación positiva y negativa respectivamente, en cambio si el estadístico es 2 se establece que no se tiene autocorrelación. Como 0, 2 y 4 son valores extremos y enteros se establecen límites para poder clasificar si los datos poseen o no autocorrelación, para ello se tiene el límite superior (DU) y límite inferior (DL), los cuales se pueden obtener de la tabla de “Estadístico Durbin Watson”, buscando en ella el tamaño de la muestra (N) y el número de variables explicativas (k). En la figura 5.2 se hace referencia a los rangos donde se identifica que si el estadístico se encuentra entre $d_u > d > (4 - d_u)$ no hay autocorrelación lo cual se puede expresar por medio de una hipótesis nula y una hipótesis alternativa

- H_0 : No se identifica autocorrelación
- H_1 : Se identifica autocorrelación positiva o negativa

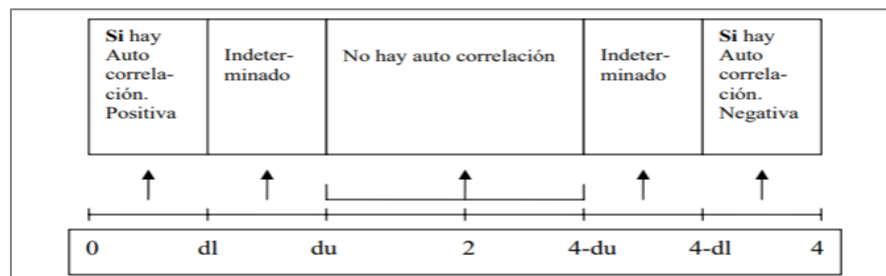


Figura 5.2- Criterio de autocorrelación de la prueba de DW

Fuente: [Quesada18]

5.3 Inventarios

5.3.1 Definiciones y antecedentes generales

Un inventario es considerado como la cantidad de existencias de cierto bien ubicado en un almacén, el cual se maneja bajo algunas políticas, las que permiten tomar decisiones respecto al volumen (Q) y puntos en que colocar una reorden (R), de esta manera controlar y mantener los niveles de ciertas existencias para no detener los procesos al interior de una organización. Según un autor “*un inventario constituye la cantidad de existencias de un bien o recursos cualquiera usado en una organización*” [Chase04]

5.3.2 Modelos para periodos fijos de tiempo (P)

Según autores como [Chase04] indican que el modelo P se caracteriza por no haber un punto fijo de pedido R o de reorden, sino un inventario objetivo que se pretende mantener. En un sistema de periodos fijos el inventario solo se cuenta en momentos concretos, generalmente previos a la realización de la orden de pedido, estos pueden ser revisados cada una semana o cada un mes, dependiendo de la política de inventario de la organización y de la coordinación con los mismos proveedores. Algunas empresas optan por este modelo debido a la gran cantidad de productos que poseen, pues los costos son mucho menores debido a que no se genera una orden cada vez que un tipo de producto llegue a una cierta cantidad de existencias, sino que serán ordenes bajo periodos de tiempo constantes, combinando diversos productos y logrando disminuir costos, entre ellos los de transportes.

En estos modelos los volúmenes de orden varían de un periodo a otro dependiendo de los porcentajes de uso, generalmente requieren de un nivel más alto de existencias de reserva que el sistema de cantidad fija, pues su revisión es solo antes de generar una nueva orden de pedido, teniendo el riesgo de quedar sin existencias entre los periodos de revisión (T) y el lead time (L). Este riesgo puede ser causado por alguna demanda de gran envergadura donde las existencias de seguridad deben proteger a la empresa del desabasto. Este modelo se observa en la figura 5.3 donde cada cierto de periodo de tiempo constante (T) se coloca una orden de pedido

la cual posee un tiempo de entrega o *lead time* (L), el cual va desde que es puesta la orden hasta que los productos son entregados al solicitante, por otra parte según [Chase04] también se observan en la figura 3 situaciones de pedido: primero colocar la orden antes de llegar a ocupar el stock de seguridad, pero en el momento de llegar la orden parte del stock de seguridad es consumido, la segunda es colocar la orden y en el momento de la llegada de esta el nivel de consumo no ha llegado a ocupar nada del stock de seguridad y la tercera situación en la que se coloca la orden pero el nivel de consumo ya ocupa ítems del stock de seguridad y al momento de la llegada de la orden se han agotado los ítems produciendo una situación de desabasto para la empresa.

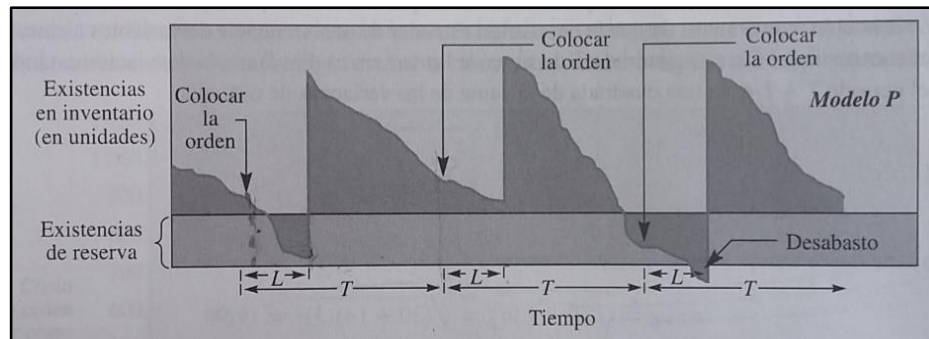


Figura 5.3- Modelos para periodos fijos de tiempo P

Fuente: [Chase04]

El volumen de la orden “ q ” para periodos fijos considerando las existencias de seguridad, se calcula multiplicando el pronóstico de la demanda diaria promedio por la suma de los días entre revisiones y tiempo de entrega ($T+L$), a esto se suma el stock de seguridad obtenido por la desviación estándar ($z\sigma$) del periodo ($T+L$) multiplicado por la Z de confianza para el Nivel de Servicio deseado, por último se resta el inventario que se tiene en bodega y las existencias o pedidos en tránsito que se posean, esto se resume en la fórmula 5.8 expuesta a continuación.

$$q = \bar{d}(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Fórmula 5.8- Cantidad adecuada a solicitar en la orden para el modelo P

Fuente: [Chase04]

Dónde:

q : Cantidad que se ordenará

T : Cantidad de días entre revisiones

L : Tiempo de entrega en días (tiempo que transcurre entre la colocación de la orden y su recepción)

\bar{d} : Pronostico de la demanda diaria promedio

z : Número de desviaciones estándar para una probabilidad específica de servicio

σ_{T+L} : Desviación estándar de la demanda entre revisiones y tiempo de entrega

I : Nivel corriente de inventarios

Cabe destacar que la demanda, el tiempo de entrega, el periodo entre revisiones, y demás pueden ser una unidad de tiempo cualquiera, como días, semanas o años, siempre y cuando sean constantes en toda la ecuación. En la fórmula 5.8 presentada anteriormente es necesario calcular la desviación estándar entre revisiones y tiempo de entrega (σ_{T+L}), por lo tanto en la fórmula 5.9 presenta la desviación estándar durante el periodo T+L, siendo ésta la raíz cuadrada de la suma de las varianzas de cada día.

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{\sum_{i=1}^{T+L} \sigma d_i^2} \quad \rightarrow \quad \sigma_{T+L} = \sigma \sqrt{T+L}$$

Fórmula 5.9- Desviación estándar durante el periodo T+L

Fuente: [Chase04]

Distribución normal estándar N (0,1)

Según autores como [Chase04] y [Render & Heiser04] exponen que la distribución normal pertenece a un grupo ilimitado de distribuciones normales, pues cada distribución puede tener una media (μ) y una desviación estándar (σ) distinta, por lo que sus combinaciones pueden ser infinitas, lo cual imposibilita poder tener una tabla de probabilidades para cada combinación de ambos factores, es por ello que se establece una distribución normal estándar con valores

específicos de μ y σ correspondiente a 0 y 1 respectivamente denota por $N(0,1)$, de este modo todas las desviaciones normales pueden convertirse en desviaciones normales estándar mediante la fórmula 5.10 presentada a continuación

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Fórmula 5.10- Estadístico Z

Fuente: [Angel&sedado]

Donde Z mide la distancia entre un valor especificado de X y la media aritmética en unidades de desviación estándar, por lo tanto al determinar Z se puede obtener el área de probabilidad de cualquier curva normal, lo cual se realiza por medio de una tabla tipificada la que posee los valores de Z de -3,4 hasta 3,9 obteniendo los valores de probabilidad bajo el área de la curva, estos valores se pueden buscar desde el valor Z a la probabilidad y desde la probabilidad al valor Z, si lo que se busca es el número de desviaciones que generan aquella probabilidad [Angel&sedado]. Cabe mencionar que para este trabajo de título se deberá calcular el valor de la desviación estándar en base a una cierta probabilidad de servicio, por lo que dentro de esta campana de Gauss solo se considerara el área positiva de la curva, por ello no se puede llevar de forma directa el valor de la probabilidad a la tabla y se debe calcular el nivel de significancia (α) mediante la fórmula 5.11, para posteriormente buscar mediante la fórmula 5.12 el número de desviaciones por medio de la tabla de distribución norma estándar $N(0,1)$

$$\alpha = 1 - \text{probabilidad}(1)\%$$

Fórmula 5.11- Nivel de significancia

Fuente: [Angel&sedado]

$$1 - (\alpha/2) = \text{probabilidad}(2) \%$$

Fórmula 5.12- Probabilidad considerando solo el lado positivo de la campana de gauss

Fuente: [Angel&sedado]

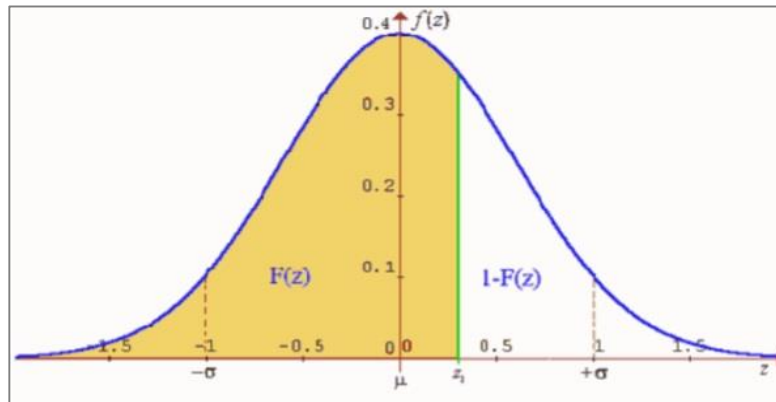


Figura 5.4- Distribución normal estándar

Fuente: [Angel&sedado]

Prueba de bondad Klmogorov- Smirnov (KS)

Dentro de los test para determinar el tipo de distribución que posee una serie de tiempo se encuentran: Chi-cuadrado, Anderson-Darling y Klmogorov-Smirnov (KS), este último se basa en la comparación empírica de la distribución de una muestra con la que se desea contrastar, este tipo de prueba de bondad es recomendable para datos continuos, pero a su vez también puede ser utilizado para determinar la distribución de datos discretos [Prueba de bondad18]. Para determinar si una muestra pertenece a una cierta distribución se desarrolla un test de hipótesis con una hipótesis nula H_0 y una hipótesis alternativa H_1 la cual se presenta a continuación:

- H_0 : Los datos analizados siguen una distribución M .
- H_1 : Los datos analizados no siguen una distribución M .

Para complementar se presenta el estadístico D de contraste, el cual consiste en la mayor diferencia absoluta observada entre la frecuencia acumulada observada $\hat{F}_n(x_i)$ y la frecuencia acumulada teórica $F(x_i)$, la cual se obtiene a partir de la distribución de probabilidad que se establece como hipótesis nula, por ende entre más pequeño sea este estadístico es porque la muestra pertenece a la distribución contrastada, en cambio entre más alto éste estadístico

significa que a muestra contrastad no pertenece a aquella distribución y por ende la hipótesis H_0 se rechaza

$$D = \sup_{1 \leq i \leq n} \left| \hat{F}_n(x_i) - F_0(x_i) \right|$$

Donde:

X_i : es el n-esimo valor observado de la muestra

$\hat{F}_n(x_i)$: Es un estimador de la probabilidad a observar valores menores o iguales que x_i

$F(x_i)$: Es la probabilidad de observar valores menores o iguales que x_i cuando H_0 es cierta

Por otro lado existe una comparación por medio de un valor P, el cual debe ser mayor a un nivel de significancia de 0,05 o 0,1, es decir lo que esta fuera del 95% o 90 % de probabilidades respectivamente, en el caso de ser menor a este nivel de significancia los datos no son atribuibles a aquella distribución, por lo tanto en aquel caso la hipótesis de que estos datos provienen de la distribución señalada se rechaza.

6. Aplicación

6.1 Análisis de la información y la demanda

Es necesario conocer la demanda histórica o también denominadas series de tiempo de los distintos productos para el desarrollo de este trabajo de título. Es por ello que se utilizará el histórico de lo demandado por los clientes y no las ventas realizadas por el Centro de Distribución como lo hacen en su actualidad, ya que esta información no representa lo que el cliente ha demandado, pues considera quiebres de stock siendo este el punto central que se quiere evitar, por lo que se considera incorrecta para determinar una proyección de la demanda. En cuanto a lo expuesto en el marco teórico, se puede afirmar que la demanda de los productos del Centro de Distribución en estudio se clasificará como una demanda independiente y probabilística, pues la venta de cada producto no depende del otro y la demanda no es conocida.

6.1.1 Clasificación de la información:

Análisis ABC

Hay que mencionar que el Centro de Distribución trabaja actualmente con 800 productos. Antes de realizar un análisis ABC se analizará algunos criterios definidos en conjunto con el jefe de operaciones en función del problema en estudio, para concentrarse en un número más acotado de productos y así poder desarrollar el análisis e implementación de las metodologías.

- Criterio 1: Dentro del Centro de Distribución solo se enfocará en productos refrigerados, pues de la totalidad de quiebres generados por producto faltante (FP), los productos refrigerados abarcan el 81%, en cambio los productos congelados solo 19%, esto se respalda por medio del Anexo 4.
- Criterio 2: Los productos refrigerados se componen de 4 sectores: Aves, Cerdos, Pavos y Cecinas, dentro de estos no se ha considerado el sector de cecinas, pues tiene un

sistema de pedidos y distribución con proveedores y tiempos distintos a los sectores restantes denominado Cross Docking, por lo que para este análisis no se considerará.

- Criterio 3: Se utilizará el histórico del periodo 3 para dar selección a los productos, pues de esta manera habrá una menor probabilidad de incorporar al análisis productos que se encuentren descontinuados. Esta selección se respalda sobre la base de una reunión con el jefe de operaciones, pues de esta manera se dará selección a productos que actualmente están presentado disconformidad para el Centro de Distribución.
- Criterio 4: El objetivo en este estudio es mejorar el cumplimiento de la demanda generado por los quiebres de stock, por lo que el análisis ABC se enfocará en identificar aquellos productos que presentan mayor quiebre de stock, pues estos serán los productos que necesitarán tener un control más riguroso para así mejorar el Nivel de Servicio entregado por el Centro de Distribución.

Cabe mencionar que el periodo 3 es utilizado solo para seleccionar el tipo de productos, para otros análisis se especificarán los periodos a utilizar.

En función de los criterios analizados en el punto anterior se realizó un análisis ABC con los quiebres de stock de los productos refrigerados (Aves, Cerdo, pavo), correspondiente al periodo 3 para determinar cuáles son los productos que poseen mayores quiebres, este grupo de productos es el que debiese tener un control más riguroso, pues su mayor control logrará disminuir el porcentaje de quiebres y por ende tendrá efectos significativos en el aumento del Nivel de Servicio. A continuación mediante el gráfico 6.1 se clasifican los productos según el método ABC, esta clasificación se realiza con un total de 311 productos, de los cuales no es posible observar la totalidad de los productos el eje X por razones de espacio.

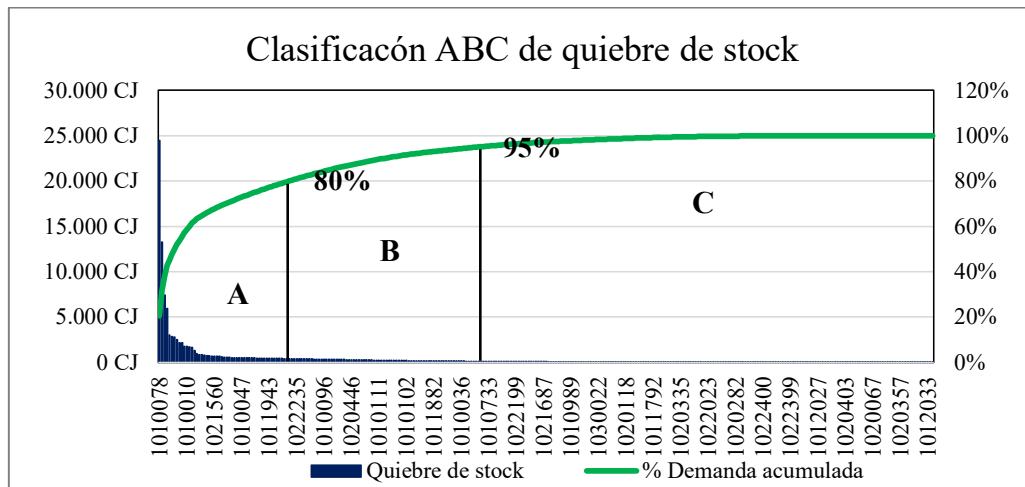


Gráfico 6.1- Clasificación ABC en función del quiebre de stock en el periodo 3

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por Agrosuper

- Clasificación A: 53 productos correspondientes al 17% los cuales generan el 80% de los quiebres de stock.
- Clasificación B: 76 productos correspondientes al 24% los cuales generan el 15% de los quiebres de stock.
- Clasificación C: 182 productos correspondientes al 59% los cuales generan el 5% de los quiebres de stock.

Con el resultado obtenido se tienen en la categoría A aquellos productos que generan la mayor cantidad de quiebres de stock durante el periodo 3, además según la literatura anteriormente expuesta [Chase04], la cual señala que el grupo A es la categoría de mayor importancia para la mayoría de las industrias, se establece que este grupo necesita un trato de mayor rigurosidad y análisis, quedando los productos de la categoría B y C con un trato de rigurosidad menor, los cuales no serán objeto de estudio para este trabajo de título. La tabla con la clasificación ABC se observa en el Anexo 5.

Para definir aquellos productos de mayor valor para el Centro de Distribución, se realizó un análisis cruzando quiebre de stock y precio unitario por medio de una matriz de cuadrante con los productos seleccionados del grupo A. En el gráfico 6.2 se observan los productos del grupo A ubicados en 4 cuadrantes, los cuales fueron definidos por medio de la

mediana de cada variable, en el eje Y se encuentra el quiebre de stock anual del periodo 3 y en el eje X el precio unitario de cada producto, como se observa en el gráfico solo 4 productos se alejan bastante del resto debido a su elevado quiebre de stock, para visualizar de mejor manera la distribución se presenta el grafico 6.3 suprimiendo estos 4 productos, pero siendo considerados en el posterior análisis por su importancia debido al alto quiebre de stock que presentan.

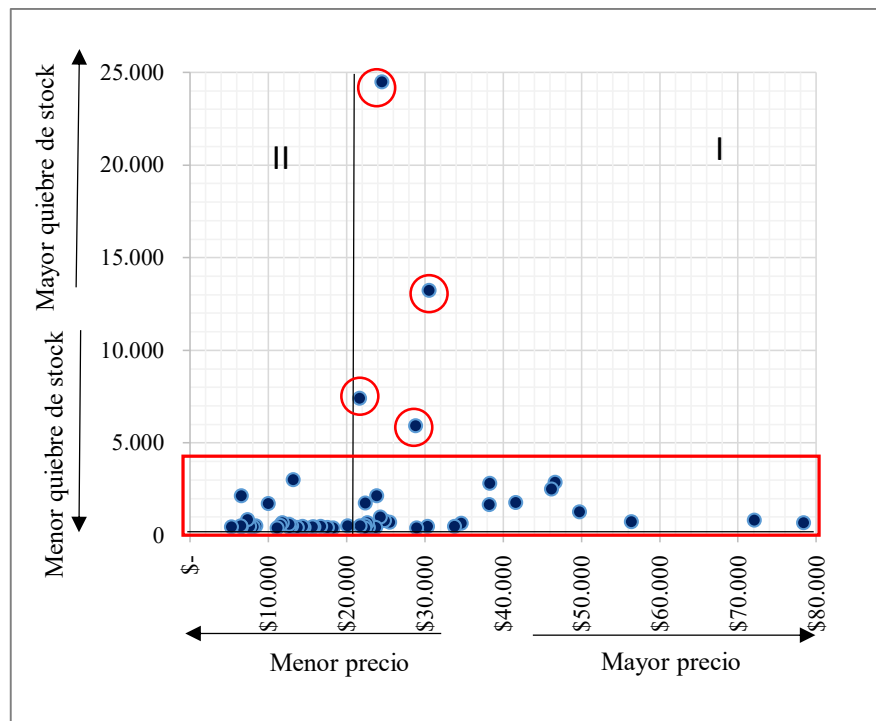


Gráfico 6.2- Matriz de cuadrante en función del quiebre de stock y precio (1)

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por Agrosuper

Por lo tanto por medio de la matriz de cuadrante presentada por el grafico 6.3 se logra determinar aquellos los productos de mayor valor para el Centro de Distribución, los cuales presentan dos características relevantes: el mayor quiebre de stock y el mayor precio de cada producto, los cuales se encuentran ubicados en el cuadrante I, obteniendo como resultado del cruzamiento un total 20 productos.

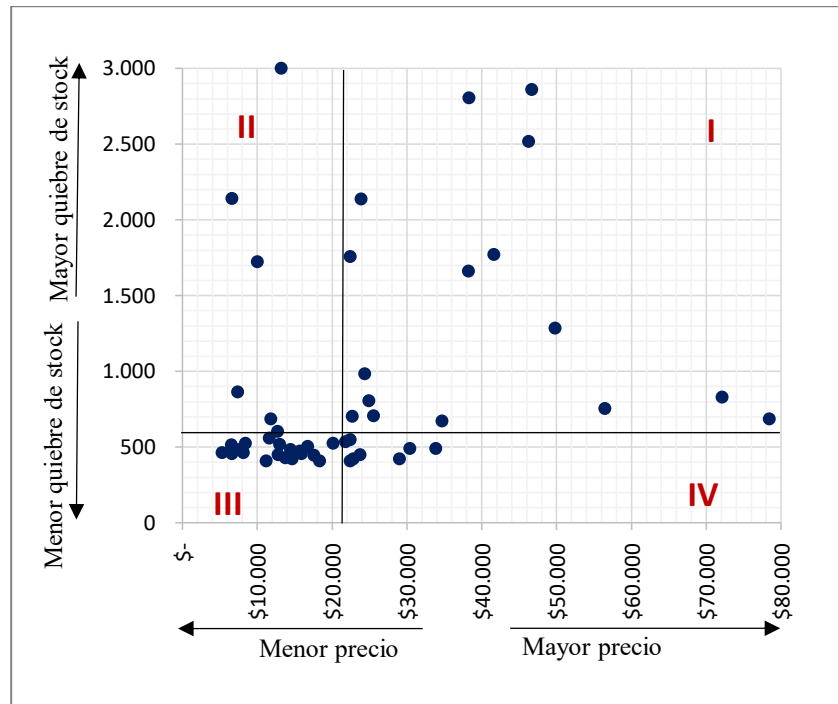


Gráfico 6.3- Matriz de cuadrante en función del quiebre de stock y precio (2)

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por Agrosuper

Para un Centro de Distribución es importante mejorar el Nivel de Servicio enfocándose en aquellos productos con mayor quiebre, pero a la vez también centrándose en aquellos productos con mayor valor, ya que estos tendrán una participación importante en las utilidades del Centro de Distribución, por lo tanto mediante de la clasificación ABC y la matriz de cuadrantes se obtuvieron un total de 20 productos los cuales serán objeto de estudio en este trabajo de título y que cumplen con dos parámetros:

- Productos con mayor quiebre de stock.
- Productos con mayor valor o precio.

Ahora para respaldar la importancia económica y unitaria que representan estos productos para el CD se presenta la tabla 6.1, donde se observa que los productos seleccionados abarcan un 62% de los quiebres de stock del total de productos refrigerados y las pérdidas

económicas ocasionadas por ellos llegan al 74%, cabe mencionar que ambos factores se centran solo en un 6 % de la variedad de productos refrigerados (20 ítems), por lo tanto teniendo en cuenta que éstos productos son aquellos de mayor quiebre y valor económico para el Centro de Distribución serán utilizados para realizar el análisis de pronóstico y gestión de inventario para disminuir sus quiebres de stock y mejorar así el Nivel de Servicio. El detalle mensual se observa en el Anexo 6.

Tabla 6.1- Participación de productos seleccionados en relación al total de productos refrigerados correspondiente a 311.

	Refrigerado (311)	Refrigerado (20)	% Refrigerado (20)
Demanda (CJ)	1.103.053 CJ	589.837 CJ	53%
Quiebre de stock (CJ)	119.537 CJ	73.949 CJ	62%
Demanda (\$)	\$29.686.750.765	\$19.935.046.626	67%
Quiebre de stock (\$)	\$ 3.368.076.019	\$ 2.502.823.764	74%

Fuente: Elaboración propia

Para complementar la elección de éstos 20 productos se presenta un análisis mediante algunos indicadores de control de inventarios que permiten observar el comportamiento de estos 20 productos durante el periodo 3 por medio de la tabla 6.2. En ella se expone la demanda, el número de semanas en las cuales quiebra un producto durante este periodo, la cantidad de quiebres por producto, las ventas en unidades de cajas, el inventario medio (IM), la rotación de inventario (IR) y el tiempo promedio en semanas que necesita el Centro de Distribución para agotar el inventario del producto (TP).

En la tabla 6.2 se puede observar se producen quiebres de stock en las 52 semanas, donde los quiebres totales de los 20 productos para el periodo 3 bordean las 73 mil cajas, por otro lado se encuentra la rotación de inventario (IR) la cual es aproximadamente de 49 calculada mediante las venta reales (VR) y el inventario medio (IM) que se tienen para el periodo 3, de esta alta rotación se deduce que cada producto analizado se solicita al proveedor en intervalos de 1 semana, pues rota 49 veces en un horizonte de tiempo de 52 semanas y por último el tiempo promedio de consumo (TP) es de 1 semana lo que afirma que el Centro de distribución agota su

inventario en 1 semana. Por tanto considerando la alta rotación de los productos en estudio y los quiebres de stock producidos por falta de productos (FP) en almacén correspondiente a 73 mil productos, los cuales no se ven reflejados en el inventario medio (IM) y tampoco en el índice de rotación (IR) pues éstos se calculan en función de las ventas y el inventario medio, se observa que la planificación de estos 20 productos no es la más adecuada.

Tabla 6.2- Indicadores de control de inventario para los 20 productos

Productos	Sector	Demanda (CJ)	N° de semanas con quiebre (semanas)	Quiebre por FP (CJ)	Ventas reales (CJ)	Inventario medio (IM) (CJ)	Rotación de inventario (IR) (semanas)	TP (semanas)
1010078	Aves	188.589	52	24.479	155.590	3.156	49,30	1,05
1010048	Aves	94.567	52	13.239	77.097	1.564	49,30	1,05
1010002	Aves	56.913	52	7.399	46.952	952	49,31	1,05
1020013	Cerdos	46.272	52	5.923	38.238	776	49,28	1,06
1020253	Cerdos	24.248	52	2.803	20.354	412	49,35	1,05
1020001	Cerdos	21.112	52	2.859	17.314	351	49,32	1,05
1020027	Cerdos	19.556	52	2.517	16.164	328	49,33	1,05
1010169	Aves	15.913	52	2.137	13.063	265	49,31	1,05
1020224	Cerdos	15.884	52	1.770	13.405	271	49,39	1,05
1020010	Cerdos	12.948	52	1.660	10.725	217	49,41	1,05
1010010	Aves	12.939	52	1.755	10.610	215	49,33	1,05
1010267	Aves	10.908	52	1.283	9.136	185	49,36	1,05
1022227	Cerdos	6.562	52	829	5.444	110	49,38	1,05
1020003	Cerdos	6.085	50	751	5.068	103	49,41	1,05
1021560	Cerdos	5.972	52	685	5.029	102	49,45	1,05
1010086	Aves	11.481	52	804	10.179	205	49,57	1,05
1011879	Aves	10.798	52	983	9.331	189	49,43	1,05
1010194	Aves	10.086	51	706	8.943	180	49,58	1,05
1022083	Cerdos	9.675	52	700	8.554	173	49,56	1,05
1030020	Pavos	9.328	52	669	8.238	167	49,47	1,05
Total periodo 3		589.837		73.949	489.434			

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Análisis de los componentes de la demanda del producto

Siguiendo con la metodología propuesta se continuará con la descomposición de las componentes de la demanda, para esto se realizó un análisis para identificar si las series históricas correspondientes a los 20 productos seleccionados poseen tendencia y estacionalidad, ya que por medio de esta información se podrá determinar aquel método de pronóstico más adecuado para el desarrollo de los datos. En este capítulo para demostración y desarrollo en detalle del tema se trabaja con el producto 1010048, cabe señalar que se trabaja de forma conjunta con el resto de los productos los cuales serán expuestos en detalle en los anexos señalados para una mayor claridad.

Estimación de la Tendencia

Dentro de los métodos para estimar la tendencia se pueden nombrar algunos como modelo de regresión lineal, modelo de regresión cuadrática exponencial la cual puede ser de crecimiento o decrecimiento y los modelos de curva S. Para este análisis se utilizará el modelo de regresión lineal, pues es el más sencillo de analizar, el cual consiste en encontrar la relación lineal entre dos variables una dependiente y otra independiente expresada mediante la ecuación de la recta, escogiendo aquel modelo que posea mayor coeficiente de determinación, es decir aquella curva que mejor se ajuste a los datos.

Para esto se realizó una tabulación de los datos correspondiente a la demanda semanal de los periodos 2 y 3 equivalente a dos años, teniendo en cuenta que la tendencia se expresa de forma más representativa en un horizonte de tiempo más amplio, de forma posterior se obtuvieron los gráficos correspondientes a la demanda de los 20 productos, los cuales presentan la línea de tendencia, la ecuación de la recta y el coeficiente de determinación. Mediante la ecuación de la recta es posible observar la pendiente que presenta la serie de tiempo que en algunos casos es positiva, en otras negativas y en algunos cercanos a cero, lo cual se traduce en el comportamiento de tendencia que posee la demanda

A continuación se presenta el gráfico 6.4 correspondiente al producto 1010048, donde se observa una tendencia positiva por medio de la pendiente de la recta 2,714 que posee la

ecuación de la recta y un coeficiente de determinación de 0,051, el cual al ser mayor nos indica que la línea de tendencia lineal es la que mejor representa los datos, por lo demás el restante de los productos se observan en el Anexo 7.

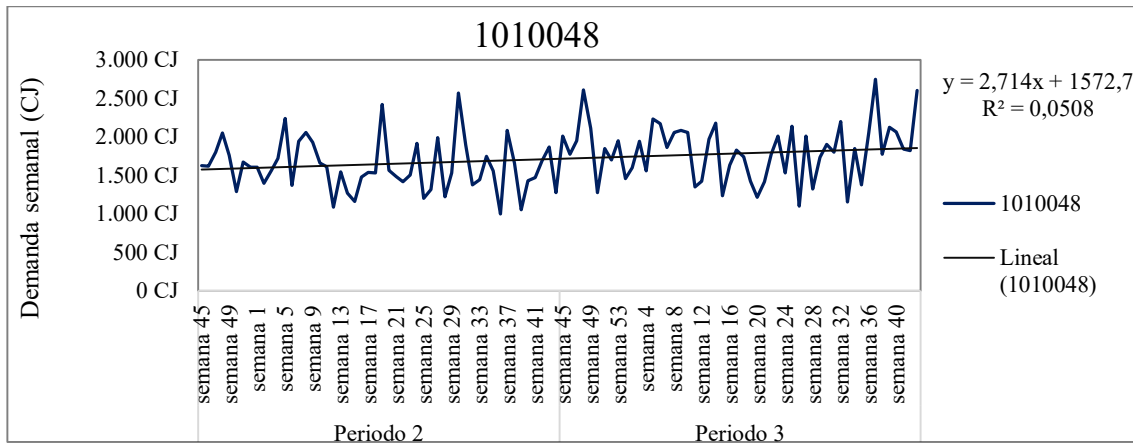


Gráfico 6.4- Análisis de la tendencia para el producto 1010048

Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por Agrosuper

Estimación de la componente de Estacionalidad

Para identificar si los productos en estudio poseen estacionalidad se observó la serie de tiempo de cada uno de los últimos dos periodos, donde se observa que en algunos podrían tener alguna estacionalidad para ello se utiliza el software Crystal Ball, el cual indica que las series de tiempo no poseen una estacionalidad presentándose el siguiente informe por medio de la tabla 6.3.

Tabla 6.3- Estacionalidad producto 1010048

Estadísticas	Datos históricos
Valores de datos	104
Mínimo	999 CJ
Media	1.715 CJ
Máximo	2.748 CJ
Desviación estándar	363 CJ

Fuente: software Crystal Ball

A continuación se presenta la tabla 6.4 con los 20 productos que serán estudiados y analizados en este trabajo de título, su descripción técnica y el resultado obtenido del análisis de tendencia anteriormente realizado. Lo relevante del análisis anterior fue identificar si los productos analizados poseen algún rasgo de tendencia y si son estacionales pues esta información será utilizada como *input* para definir el mejor método de pronóstico por medio del software.

Tabla 6.4- Resultado de análisis de tendencia.

Producto	Sector	Descripción técnica	Pendiente	Tendencia
1010078	Ave	Trutro de Pollo Cj 21 kg	8,934	Positiva
1010048	Ave	Pechuga de Pollo Cj 21 kg	2,714	Positiva
1020013	Cerdo	Plateada marinada de Cerdo Cj 20 kg	-1,044	Negativa
1010002	Ave	Pollo marinado Cj 14 kg	-5,457	Negativa
1020001	Cerdo	Chuleta de centro marinada Cj 20 kg	-0,3017	S/T
1020027	Cerdo	Chuleta vetada marinada Cj 20 kg	0,489	S/T
1020224	Cerdo	Pierna repasada marinada Cj 20 kg	-2,478	Negativa
1020010	Cerdo	Pulpa pierna marinada Cj 20 kg	0,574	Positiva
1010267	Ave	Pechuga deshuesada Cj 14 kg	0,359	Positiva
1010169	Ave	Pechuga deshuesada marinada Cj 14 kg	0,205	S/T
1020253	Cerdo	Pulpa de pierna marinada al vacio Cj 20 kg	3,129	Positiva
1020003	Cerdo	Costillar marinado Cj 20 kg	-1,106	Negativa
1022227	Cerdo	Costillar mitad Cj 22 kg	-0,196	S/T
1021560	Cerdo	Costillar sabor Chileno al vacio Cj 20 kg	-0,395	Negativa
1010010	Ave	Pollo sin marinar Cj 23 kg	1,537	Positiva
1010086	Aves	Trutro de Pollo King Cj 21 kg	-0,1108	S/T
1011879	Aves	Pollo sin menudencia Cj 21 kg King	-1,1368	Negativa
1010194	Aves	Pollo sin menudencia Cj 21 kg Super pollo	-0,013	S/T
1022083	Cerdos	Costillar de mitad Cj 18 kg	-0,0942	S/T
1030020	Pavos	Trutro deshuesado corto Cj 21 kg	0,6102	Positiva

Fuente: Elaboración propia con resultados observados en el análisis anterior

6.2 Gestión de inventario

6.2.1 Sistema de pronóstico

En base a la investigación realizada en literaturas como [Chase04] [Hanke06], hay algunos métodos de pronósticos que son más adecuados que otros debido al comportamiento que poseen las series de tiempo, es por esto que fue desarrollado el punto 6.1.2 donde se identificó tanto la tendencia como la estacionalidad de la demanda de cada producto, el cual nos permitirá seleccionar aquel método más adecuado de pronóstico. Para ello se ayudó de la herramienta denominada predictor de Crystal Ball, el cual recomienda el mejor método para desarrollar un pronóstico en base al comportamiento de la serie de tiempo y el menor error.

Evaluación y selección del método de pronóstico

Siguiendo con el ejemplo anterior, se introdujo al software la demanda del producto 1010048 correspondiente a 104 semanas, es decir los últimos 2 periodos de análisis, donde se tuvo en cuenta que el producto posee una tendencia positiva y sin rasgos estacionales. Posterior a ello se seleccionó la medida precisión de pronóstico, la cual para éste caso será el error porcentual absoluto medio MAPE, pues posee la ventaja que los resultados no dependen de la magnitud del elemento que se pronostica, cabe mencionar que los valores del MAPE entre el 10 y el 20 % son considerados como un “buen” pronóstico según el autor “Weinstein” y un MAPE entre el 20 % y el 30 % es aceptable para un buen pronóstico. Otro punto importante es el tiempo de proyección el cual se realizará para un periodo de 9 semanas correspondiente al mes de noviembre y diciembre del año 2016. Cabe mencionar que la selección de la cantidad de periodos a proyectar se basó en dos criterios:

- Una proyección de la demanda a corto plazo, pues una previsión mayor a dos meses tiende a no ser tan precisa, teniendo en cuenta que los pedidos se realizan de forma semanal.
- Información de la demanda para validar el método de pronóstico es de 9 semanas.

Ahora siguiendo con el ejemplo ilustrativo, los métodos recomendados por el software Crystal Ball para el producto 1010048 son: ARIMA, Aditivo de Holts Winters y Multiplicativo de Holts Winters, lo cual se observa mediante la tabla 6.5. Los 3 métodos recomendados poseen valores de precisión cercanos, pero basándonos en lo expuesto en el marco teórico según el criterio del menor valor MAPE el método más adecuado es el método ARIMA, pues su valor corresponde a un 7,55%. Por otro lado el factor U de Theil respalda esta decisión, pues posee un valor de 0,3240, esto quiere decir que el método es correcto, ya que su valor es menor a 1 y es el más cercano a 0, lo cual se profundizo en el marco teórico, por lo que en base a ambos criterios el método es considerado bueno para una proyección de 9 semanas, de forma complementaria el Software también entrega las medidas de presión como RMSE y MAD los que también presentan los menores valores para el método ARIMA.

Tabla 6.5- Informe de errores MAPE, RMSE, MAD

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	11,59%
Aditivo de Holt-Winters	2.º	30,80%
Multiplicativo de Holt-Winters	3.º	32,76%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	571 CJ	407 CJ
Aditivo de Holt-Winters	1.405 CJ	1.112 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	1.480 CJ	1.166 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,3677	1,83
Aditivo de Holt-Winters	0,8510	2,80
Multiplicativo de Holt-Winters	0,9126	2,77

Fuente: Software Crystal Ball

Estadístico Durbin Watson

Para validar el método escogido se plantea utilizar el estadístico de Durbin Watson el cual fue profundizado en el marco teórico, según lo expuesto se plantea un test de hipótesis definido por el límite inferior DL y límite superior DU, los cuales establecen los rangos para establecer si los residuos del modelo presentan autocorrelación, en este caso se tiene un modelo con 104 observaciones (N) y 1 variable explicativa (k), por lo que los valores de DL y DU corresponden a 1,66 y 1,69 según la tabla A-2 (Anexo10), por lo tanto el test de hipótesis queda definido bajo los siguiente límites:

- H0: Si $1,69 < d < 2,31$, no presenta autocorrelación
- H1: Si $0 < d < 1,66$ o $2,34 < d < 4$, si presenta autocorrelación

El estadístico de Durbin Watson es calculado por medio del software Crystal Ball y presentado por medio de la tabla 6.5 expuesta anteriormente, este valor corresponde a 1,83 para el producto 1010048, este se encuentra dentro de los límites $1,69 < d < 2,31$ propuesto por la hipótesis H0, por lo tanto los residuos del modelo escogido no presentan autocorrelación, es decir se acepta la hipótesis nula H0 y se rechaza la hipótesis alternativa H1.

Cabe mencionar que la selección de las componentes (p,d,q) del método ARIMA se realiza de forma interna por medio del software, por ello que parte de los pasos descritos en el marco teórico se omiten. Este análisis fue realizado para cada producto donde el método más adecuado según los criterios de error MAPE, U de Theil y Durbin Watson son presentados en la tabla 6.6. Además la comparación de los distintos métodos arrojados por la simulación realizada en el software Crystal Ball y sus criterios de selección se puede observar en el Anexo 8.

Tabla 6.6- Resultado del método más adecuado de pronóstico

Producto	Método	MAPE	U de Theil	Durbin Watson
1010078	ARIMA (1,0,1)	11,59%	0,3677	1,83
1010048	ARIMA (1,0,1)	7,55%	0,3240	1,98
1020013	ARIMA (1,0,1)	7,65%	0,2650	1,94
1010002	ARIMA (1,0,1)	8,37%	0,3857	2,24
1020001	ARIMA (1,1,1)	10,12%	0,2739	1,82
1020027	ARIMA (2,0,2)	6,33%	0,2218	1,91
1020224	ARIMA (1,0,1)	12,09%	0,4694	1,94
1020010	ARIMA (1,0,1)	12,99%	0,1751	2,13
1010267	ARIMA (1,0,1)	4,54%	0,3854	1,87
1010169	ARIMA (1,0,1)	5,30%	0,2270	1,87
1020253	ARIMA (1,1,1)	10,47%	0,3365	2,19
1020003	ARIMA (1,1,1)	17,60%	0,4240	1,90
1022227	ARIMA (1,0,1)	10,73%	0,3342	1,81
1021560	ARIMA (1,0,1)	12,85%	0,3593	2,12
1010010	ARIMA (2,0,2)	23,62%	0,9047	2,06
1010086	ARIMA (1,1,1)	9,85%	0,3598	1,83
1011879	ARIMA (1,0,1)	10,18%	0,4097	1,89
1010194	ARIMA (1,1,1)	16,49%	0,2559	1,93
1022083	ARIMA (1,0,1)	13,57%	0,3684	1,81
1030020	ARIMA (2,0,2)	5,56%	0,3130	1,96

Fuente: Elaboración propia con resultados obtenidos en software Crystal Ball

Proyección de la demanda en función del método más adecuado

A continuación se realizará el pronóstico desde la semana 44 a la semana 52 (noviembre y diciembre) con el método seleccionado, para esto se continuará con el ejemplo del producto 1010048 el cual comprende un método ARIMA (1,0,1). Para la proyección se utilizará un histórico de los periodos 2 y 3 correspondiente a 104 semanas (2 años), lo que permite tener una cantidad de datos suficientes para generar un pronóstico, pues el mínimo para series estacionales es de 50 periodos (software), por otro lado la proyección fue calculada con un intervalo de confianza del 2,5% del límite inferior y 97,5 % del límite superior, es decir el intervalo de confianza donde se podría ubicar la proyección de la demanda es del 95%. La tabla 6.7 presenta los resultados de la proyección entregados por el software Crystall Ball, el cual muestra un límite inferior, un límite superior y la previsión de la demanda desde la semana 44 hasta la semana 52.

Tabla 6.7- Proyección de la demanda para el producto 1010048

Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	1.659 CJ	2.009 CJ	2.360 CJ
semana 45	1.881 CJ	2.232 CJ	2.583 CJ
semana 46	1.921 CJ	2.273 CJ	2.624 CJ
semana 47	1.442 CJ	1.794 CJ	2.146 CJ
semana 48	1.397 CJ	1.750 CJ	2.103 CJ
semana 49	1.556 CJ	1.909 CJ	2.263 CJ
semana 50	1.501 CJ	1.855 CJ	2.209 CJ
semana 51	1.454 CJ	1.809 CJ	2.164 CJ
semana 52	1.385 CJ	1.741 CJ	2.096 CJ

Fuente: Software Crystal Ball

En el gráfico 6.5, el cual se obtiene del resultado de la previsión realizada mediante el software se observa el histórico de la demanda representada mediante una línea verde, el valor ajustado presentado por medio de la línea azul y la previsión a través de la línea roja, la que se estima para 9 semanas en un intervalo de confianza de 95%. Es posible observar que el ajustado se acerca a la realidad, por lo que el método ARIMA describe de buena forma el comportamiento de la serie de tiempo, además la curva de previsión sigue un comportamiento similar al de la demanda histórica, esto refleja que el método anteriormente recomendado y seleccionado bajo

menor error MAPE, U de Theil y Durbin Watson se ajusta bien para una previsión de 9 semanas. Este mismo análisis fue realizado para los productos restantes que se presenta en el Anexo 9.

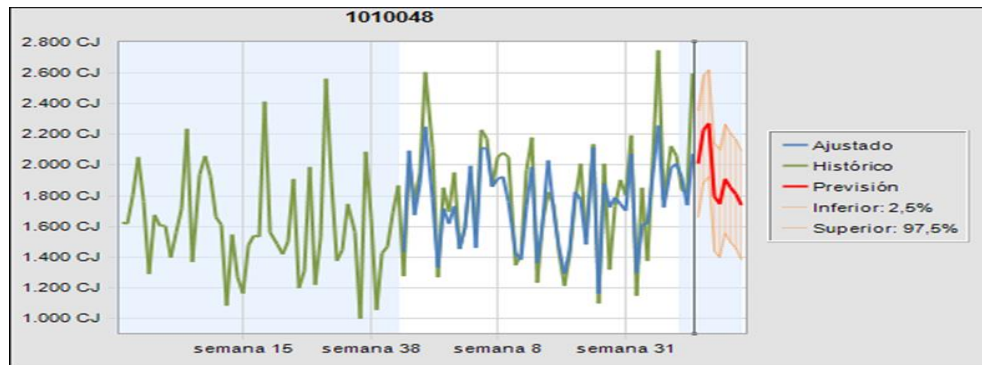


Gráfico 6.5- Proyección de la demanda para el producto 1010048

Fuente: Crystal Ball

Por otro lado para validar que la proyección se comporte de forma adecuada se verifica que los residuos de las proyecciones del modelo no presenten algún grado de correlación utilizando el estadístico de Durbin-Watson. Según lo explicado en el marco teórico para hacer uso de este estadístico es necesario conocer el límite inferior DL y el límite superior DU, los cuales serán establecidos utilizando la tabla A2 ubicada en el Anexo 10 considerando 9 observaciones (proyecciones) (N) y 1 variable explicativa (k), según esta tabla el valor para DL es de 0,82 y Du es de 1,32. En base a lo expuesto en el marco teórico para validar la correlación utilizando el estadístico se establece un test de hipótesis donde H0 corresponde a la hipótesis nula y H1 a la hipótesis alternativa explicada a continuación:

- H0: Si $1,32 > d' > 2,68$, no presenta autocorrelación.
- H1: Si $0 > d' > 0,82$ o $3,17 > d' > 4$, si presenta autocorrelación.

El valor estadístico de Durbin Watson para el producto 10101048 corresponde a 2,05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula H0 la cual establece que no se tiene autocorrelación en los residuos y se rechaza la hipótesis alternativa, lo que confirma que el método de pronóstico escogido sigue siendo adecuado como se estableció en el punto anterior, este estadístico se observa en la figura 6,1 donde se presenta un informe del análisis obtenido por medio del software Minitab.

Predictor	Coef.	Coef. de EE	T	P
Constante	159,4	534,8	0,30	0,774
C2	0,9362	0,2757	3,40	0,012

S = 156,668 R-cuad. = 62,2% R-cuad. (ajustado) = 56,8%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	282931	282931	11,53	0,012
Error residual	7	171813	24545		
Total	8	454744			

Estadístico de Durbin-Watson = 2,05250

Figura 6.1- Estadístico Durbin Watson
Fuente: Software Minitab

Adicionalmente se presenta el gráfico 6.6 donde se presentan distintos gráficos como: gráfico de probabilidad normal para verificar que los residuos están distribuidos normalmente, histograma el cual verifica si los datos son asimétricos, gráfico de residuos v/s ajuste el cual permite observar que se tiene una varianza constante y por ultimo residuo v/s orden de los datos lo cual comprueba que los residuos no están correlacionados entre sí

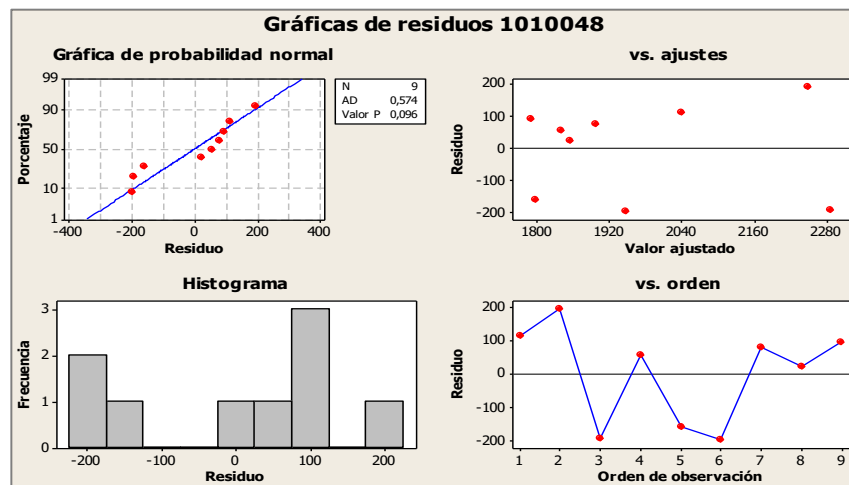


Gráfico 6.6- Estadístico Durbin Watson
Fuente: Software Minitab

Este análisis fue realizado para el restante de los productos donde los resultados se presentan en la tabla 6.8, en ella se observa que el estadístico se encuentra dentro de los límites establecidos, por lo tanto se acepta la hipótesis nula H_0 la cual establece que los residuos no poseen autocorrelación, corroborándose que el modelo escogido para la proyección es adecuado. El análisis para el restante de los productos se presenta en el Anexo 11.

Tabla 6.8- Estadístico Durbin Watson para la proyección

Producto	Sector	Durbin Watson
1010078	Aves	1,72
1010048	Aves	2,05
1020013	Cerdos	2,32
1010002	Aves	1,54
1020001	Cerdos	2,38
1020027	Cerdos	2,19
1020224	Cerdos	2,34
1020010	Cerdos	2,12
1010267	Aves	2,44
1010169	Aves	2,04
1020253	Cerdos	1,67
1020003	Cerdos	1,77
1022227	Cerdos	2,42
1021560	Cerdos	1,63
1010010	Aves	2,44
1010086	Aves	2,47
1011879	Aves	2,18
1010194	Aves	2,44
1022083	Cerdos	2,23
1030020	Pavos	1,97

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Sistema de control

En este apartado y como se explicó en el capítulo 4 referente a la metodología se procederá a establecer aquel modelo de gestión de inventario que más se acomode a las características del Centro de Distribución, donde se incluirá el método de pronóstico anteriormente analizado.

Evaluación y selección del modelo de gestión de inventario

Dentro de los modelos de gestión de inventario presentados en el marco teórico se encuentran los modelos de cantidad fija de orden (Q) y los modelos de periodos fijos (P). Para determinar qué modelo de gestión de inventario seleccionar y realizar la evaluación en función de éste, se efectuó una reunión con el jefe de operaciones del Centro de Distribución el cual manifiesta que evaluar un modelo Q de cantidad fija de orden sería una situación que actualmente no es considerada en la empresa, pues ésta trabaja actualmente con 800 productos y no se puede emitir una orden cada vez que un artículo llegue a un punto de reabastecimiento o reorden (R) debido a la gran variedad de productos con los que trabaja el CD, por otro lado el aumento de los costos también es una desventaja, pues estos aumentarían por conceptos de transporte ya que no se lograría maximizar el uso de los camiones de pedido (*Full*), debido a que cada orden estará emitida para un tipo de producto único y no para un mix de producto. Así mismo los costos de control también se incrementarán, ya que se tendrá que tener una evaluación constante de los niveles de inventario, también se toma en consideración el cambio a nivel de logística externa que se debería considerar con la planta central de Agrosuper ubicada en la ciudad de Rancagua, pues ellos distribuyen en periodos fijos a los distintos Centros de Distribución a nivel nacional, que en el caso de Viña de la Mar es 1 vez por semana, para lo cual no tendrían disponibilidad de abastecer el almacén cada vez que un producto agote sus existencias. Considerando lo mencionado y analizado desde el punto de vista operacional evaluar el modelo Q de reabastecimiento se descarta completamente

En cambio el modelo P entrega la facilidad de llevar un orden de reabastecimiento por medio de periodos fijos de tiempo, aunque este modelo tiene ventajas como el obtener el máximo beneficio del transporte (*full*) en una orden de productos mixta de gran volumen minimizando los costos de traslado y los costos de control, también posee la desventaja que debe contar con más productos en stock para poder enfrentar situaciones variables de la demanda entre periodo de revisión (T) y periodo de reabastecimiento *lead time* (L). Este modelo a diferencia del descrito anteriormente permite al Centro de Distribución adecuarse a la logística externa, específicamente a los tiempos de entrega de los proveedores, los cuales están establecidos y fijados por la central ubicada en la ciudad de Rancagua, es decir los proveedores poseen tiempos definidos y fijos de entrega, los cuales para el Centro de Distribución de Viña

del Mar es de 1 vez por semana, es por ello que el modelo de periodos fijos P se adecua a las características y logística del Centro de Distribución, a la variedad de productos con los que se trabaja y a la logística externa de los proveedores.

6.2.2.1 Desarrollo del modelo de gestión de inventario escogido

Modelo propuesto y política de inventarios

La ecuación que permite obtener la cantidad a solicitar por medio de un modelo de periodos fijos de tiempo (P), está dada por la fórmula 5.8 profundizada en el marco teórico y que será utilizada para definir el modelo de inventario.

$$q = \underline{d}(T + L) + z\sigma_{\tau + L} - I$$

Como en el punto 6.2.1 se estimó el pronóstico de la demanda en función de un método ARIMA, el factor \underline{d} de la fórmula será reemplazado por el pronóstico de la demanda, de esta manera se establece de una forma más certera la cantidad de productos a solicitar (q), pues integra un método de pronóstico a su fórmula. Para desarrollar el modelo de inventarios propuesto se debe estar sujeto a ciertas restricciones:

- 1) Los tiempos de entrega o *lead time* y la frecuencia con la que despachan los proveedores están predefinidos por los mismos, es por ello que el CD debe adecuarse es estos. Los proveedores poseen una frecuencia de despacho de 1 vez por semana y el tiempo de entrega o *lead time* de 3 días desde el momento en cual se coloca la orden.
- 2) Los proveedores del Centro de Distribución corresponden a las plantas de la cadena de Agrosuper, por lo que al momento de surtir el almacén no se tiene una restricción financiera.
- 3) El almacén posee una capacidad para productos refrigerados de 350 toneladas.

Stock de seguridad

Como se mencionó anteriormente el modelo P posee la ventaja de poder reaccionar ante situaciones variables de la demanda, esto es posible mediante la inclusión del stock de seguridad, el cual nos permite disminuir los quiebres de stock por faltante de producto y así mejorar el nivel de servicio, para el cálculo del stock de seguridad utilizara la siguiente fórmula que es parte de la fórmula 5.8 expuesta anteriormente:

$$\text{Stock de seguridad} = [z * \sigma_{\tau + L}]$$

Para poder hacer uso del factor Z y calcular el stock de seguridad, antes se debe verificar el comportamiento de la demanda, es decir si se distribuye con normalidad, de esta manera podremos determinar el nivel de confianza o número de desviaciones estándar (z), el cual se obtiene según el Nivel de Servicio que el Centro de Distribución quiera entregar por medio de la tabla de distribución normal estándar.

Análisis de la distribución normal

Para determinar cómo se distribuye la demanda se utilizó una herramienta denominada “Ajuste por lotes” que se obtuvo desde software Crsytal Ball, el cual establece la mejor opción de distribución de los datos, allí se ingresó la demanda de los 20 productos correspondiente al periodo 3 de 52 semanas, este rango de tiempo es suficiente para determinar el comportamiento de la distribución de las series de tiempo, ya que si se ingresa un rango demasiado amplio la distribución no será representativa para la actualidad del Centro de Distribución, para esto se presentan 3 métodos de comparación o pruebas de bondad para determinar la distribución de los datos: Anderson-Darling, Kolmogorov-Smirnov y Chi-cuadrado o bien se deja que la herramienta estime la mejor opción, el método de comparación seleccionado fue Kolmogorov-Smirnov, pues de los tres según la teoría es el que presenta un análisis más representativo de la distribución, haciendo alusión a lo expuesto en el marco teórico este se basa en la comparación

de la distribución de probabilidades acumulada empírica con la distribución de probabilidades acumuladas teóricas, trabajando bajo dos hipótesis

- H_0 : La variable sigue una distribución normal
- H_1 : La variable no sigue una distribución normal

Es decir, mientras más pequeño sea el estadístico (H_0) mejor se ajustan los datos a la distribución señalada, por otro lado existe una comparación por medio de un valor P el cual debe ser mayor a un nivel de significancia de 0,05 o 0,1, es decir lo que esta fuera del 95% o 90 % de probabilidades respectivamente, en el caso de ser menor a este nivel de significancia los datos no son atribuibles a aquella distribución, por lo tanto en aquel caso la hipótesis de que estos datos provienen de la distribución señalada se rechaza.

Una vez seleccionado los parámetros correspondientes el software entrega una tabla con los distintos resultados del análisis de distribución, la cual está representada por medio de la tabla 6.9, esta señala: La distribución (media), el mejor ajuste, el método de comparación escogido Kolmogorov-Smirnov (K-S) y el valor P de comparación, como se observa los 20 productos presentan una distribución normal con valores de P mayor al valor de significación que se establece en 0,05 por lo que se acepta la hipótesis que los datos pertenece a la distribución normal señalada, por lo tanto los productos seleccionados se aproximan a un comportamiento de distribución normal.

Tabla 6.9- Verificación de la distribución normal de la demanda de los 20 productos

Serie de datos:	1010078	1010048	1020013	1010002	1020001	1020027	1020224	1020010	1010267	1010169
Distribución:	3626,72	1822,47	882,53	1095,11	408,13	381,17	296,00	250,06	208,52	306,02
Mejor ajuste:	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Kolmogorov-Smirnov:	0,08347	0,08622	0,09039	0,09195	0,09336	0,07537	0,18510	0,14987	0,11396	0,09158
Valor P:	0,520	0,464	0,388	0,359	0,338	0,687	0,087	0,091	0,098	0,366

Serie de datos:	1020253	1020003	1022227	1021560	1010010	1010086	1011879	1010194	1022083	1030020
Distribución:	466,32	117,29	125,91	112,30	253,11	377,8	225,43	189,13	186,3	161,99
Mejor ajuste:	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Kolmogorov-Smirnov:	0,06481	0,16040	0,19684	0,09241	0,08350	0,0722	0,0743	0,08714	0,0738	0,0768
Valor P:	0,871	0,089	0,084	0,342	0,572	0,219	0,185	0,086	0,249	0,263

Fuente: Software Crystal Ball

Una vez verificado el comportamiento de distribución normal para los 20 productos, es posible proceder a calcular el stock de seguridad por medio de la fórmula anteriormente descrita que está compuesta por dos factores:

a) Determinación del número de desviaciones estándar Z

El cálculo del número de desviaciones estándar (Z) se basa en la probabilidad de no caer en quiebres de stock o también considerado como el porcentaje de Nivel de Servicio que se le quiere entregar al cliente durante un periodo de tiempo. Como se mencionó anteriormente el Nivel de Servicio al cual quiere aspirar el Centro de Distribución es sobre el 95%, esto quiere decir que el centro de distribución quiere llegar a la situación ideal en la cual a lo más tengan un 5% de quiebre de stock de sus productos, por lo tanto es este el factor que se va a considerar para obtener el número de desviaciones estándar y no un valor menor. Además para realizar una comparación con un valor mayor también se llevara a cabo un análisis para una probabilidad de 97,5%, cabe destacar que valores sobre el 95% generan más de una desviación estándar, lo que asegura un buen colchón de seguridad para una demanda variable como la presentada en los distintos productos.

Como la distribución de los datos es una distribución normal se utilizará una tabla denominada tabla de distribución normal estándar con media cero y desviación uno $N(0,1)$ (Anexo 15), esta permite determinar el número de desviaciones estándar (Z) teniendo un comportamiento de distribución normal independiente de su media y su desviación. La probabilidad de contar con el producto en bodega está asociada al Nivel de Servicio que se entrega, por ende esta probabilidad de contar con un producto en bodega es el área bajo la curva de gauss representado por una cierta cantidad de desviaciones estándar, en base a lo referenciado en el marco teórico de la forma en cual obtener ésta desviación en base a la probabilidad de servicio se obtienen los siguiente valores: 1,96 desviaciones estándar para una probabilidad de un Nivel de Servicio del 95% y 2,24 desviaciones estándar para un Nivel de Servicio de un 97,5, además cabe mencionar que estas cantidades de desviaciones estándar están estrictamente relacionadas al stock de seguridad que se pretende establecer para cumplir con un cierto Nivel de Servicio propuesto.

b) Cálculo de desviación estándar (σ_{T+L})

Para establecer la dispersión de los datos con respecto a la media se utiliza la desviación estándar, el cual es uno de los factores para poder determinar el stock de seguridad como se mencionó anteriormente, para ello se utilizará la fórmula 5.9 referenciada en el marco teórico, la cual establece la desviación estándar entre el periodo de revisión T y el lead time L. Cabe mencionar que la demanda es considerada de forma semanal, el tiempo entre revisiones (T) es de 1 semana y el tiempo lead time (L) es de 3 días el cual está dentro del periodo entre revisión, por lo tanto el cálculo de la desviación estándar se realiza en base a periodos T de 1 semana.

El cálculo de esta desviación se realizará en un periodo trimestral con la demanda semanal correspondiente a 1 trimestre, este periodo fue seleccionado pues representa mejor el comportamiento de la variabilidad de los datos para definir un stock de seguridad adecuado a la demanda, pues un stock de seguridad fijo definido en función de una desviación estándar anual no es representativo, pues la demanda es variable y su stock de seguridad debe ser actualizado en función de esta variación, por ello y en conjunto con el Jefe de Operaciones se define que lo más adecuado será que el stock de seguridad se actualice cada 3 meses en función de la desviación estándar de la demanda de los tres meses pasados, de esta manera se dará mayor relevancia a la variabilidad de la demanda más reciente, la cual se verá reflejada en el stock de seguridad. En la tabla 6.10 se presenta la desviación estándar de los productos en estudio definido para un periodo de 3 meses y el coeficiente de variación (CV), el cual representa la variabilidad que posee la demanda y justifica la integración de un stock de seguridad en el modelo.

Tabla 6.10- Desviación estándar y coeficiente de variación de productos en estudio

Producto	Sector	Desviación estándar	Coef de variación (CV)
1010078	Aves	1.083	26%
1010048	Aves	448	23%
1020013	Cerdos	298	36%
1010002	Aves	307	35%
1020001	Cerdos	143	43%
1020027	Cerdos	145	36%
1020224	Cerdos	98	40%
1020010	Cerdos	90	37%
1010267	Aves	40	23%
1010169	Aves	53	21%
1020253	Cerdos	146	43%

1020003	Cerdos	55	50%
1022227	Cerdos	46	44%
1021560	Cerdos	55	47%
1010010	Aves	183	49%
1010086	Aves	97	29%
1011879	Aves	50	33%
1010194	Aves	121	60%
1022083	Cerdos	78	40%
1030020	Pavos	40	21%

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se definió cual es el número de desviaciones estándar (Z) y la forma de calcular el valor de la desviación estándar de la demanda, se tienen ambos factores para poder establecer el stock de seguridad (SS).

A continuación se establecerá un stock de seguridad para un Nivel de Servicio del 95% y un 97,5%, ambos para la semana 44 con la finalidad de observar cual la variación en ambos stock de seguridad en función de dos niveles de servicios distintos y de esta manera comparar ambas situaciones. En la tabla 6.11 se presenta el stock de seguridad establecido para un Nivel de Servicio del 95% y 97,5%, es posible observar que mientras el NS es más alto mayor será la cantidad de unidades que componen el stock de seguridad, lo cual se debe a la cantidades de desviaciones estándar definidos para cada probabilidad de servicio, además cabe desatacar que a mayor cantidad de productos que componen el stock de seguridad mayor serán los costos tanto de almacenamiento, espacio utilizado, como de productos que están inmovilizados.

Tabla 6.11- Calculo del stock de seguridad para la semana 44 (semana 1 de proyección)

Productos	Desviación estándar (σ)	Z 95%	Z 97,5%	Stock de Seguridad ($Z^*\sigma$) 95%	Stock de Seguridad ($Z^*\sigma$) 97,5%
1010078	1.083	1,96	2,24	2.123	2.427
1010048	448	1,96	2,24	879	1.004
1020013	298	1,96	2,24	583	667
1010002	307	1,96	2,24	602	688
1020001	143	1,96	2,24	280	320
1020027	145	1,96	2,24	284	324
1020224	98	1,96	2,24	193	220
1020010	90	1,96	2,24	177	203
1010267	40	1,96	2,24	79	90
1010169	53	1,96	2,24	104	119

1020253	146	1,96	2,24	286	327
1020003	55	1,96	2,24	107	122
1022227	46	1,96	2,24	90	103
1021560	55	1,96	2,24	108	124
1010010	183	1,96	2,24	359	410
1010086	97	1,96	2,24	189	216
1011879	50	1,96	2,24	99	113
1010194	121	1,96	2,24	237	270
1022083	78	1,96	2,24	153	175
1030020	40	1,96	2,24	79	90

Fuente: Elaboración propia.

Como es posible observar en la tabla 6.11, la diferencia de stock de seguridad (SS) entre una desviación de 1,96 (95%) y una de 2,24 (97,5%) no es muy alta, cabe mencionar que la situación ideal sería aquella en la cual se tiene una mayor cantidad de stock de seguridad para no caer en el quiebre de stock, pero esta decisión traería consigo costos más altos, pues la cantidad de producto a mantener en almacén es mayor, también se corre el riesgo de tener altos porcentajes de capital inmovilizado ocupando demasiado espacio en bodega, si bien la idea es tener la cantidad suficiente para no caer en un quiebre de stock hay que considerar cuidadosamente el stock de seguridad para tampoco caer en un sobre stock, ya que esta situación trae consigo altos costos, por lo que se busca es establecer un punto medio. Ahora bien el Centro de Distribución espera tener un Nivel de Servicio igual o sobre el 95%, por lo que estableciendo tanto las ventajas y desventajas de las distintas situaciones lo más acertado es trabajar con un stock de seguridad con una probabilidad del 95%, de esta manera se tendrá aproximadamente dos desviaciones estándar para poder enfrentar situaciones relacionadas a la variabilidad de la demanda, lo cual es suficiente considerando que los pedidos llegaran al Centro de Distribución de forma semanal. Actualmente hay empresas que para el cálculo del stock de seguridad solo ocupan 1 desviación estándar para enfrentar variaciones de la demanda en situaciones normales, además según el teorema Chebyshev cerca del 95% de los datos se encuentran dentro de 2 desviaciones estándar, esto quiere decir que 1,96 desviaciones determina un buen de stock de seguridad. Se debe agregar que el stock de seguridad es reajutable, es decir puede ser modificado y es tarea de la persona encargada del proceso de planificación evaluar si el stock de seguridad está siendo adecuado, si no se presenta conformidad, ya sea por exceso o falta de productos este puede ser modificado por medio de sus distintos factores.

Inventarios

El nivel de inventarios también es parte del modelo de periodos fijos P, pues a la cantidad pronosticada (d) en conjunto con el stock de seguridad (SS) se le debe descontar el inventario que se tiene en el almacén al final del periodo, para no generar una orden con exceso de productos y así evitar caer en sobre stock o exceder la capacidad de la bodega, de esta manera se estará solicitando una cantidad la cual considera los productos que se tendrán en almacén al momento de arribar la orden. Este inventario es conocido como inventarios corrientes e incluyen aquellos productos que se tienen en almacén al final del periodo de consumo y aquellas órdenes en tránsito.

$$\text{Inventario Corriente} = \text{Inventario almacen} + \text{Inventario transito}$$

En el caso de la política de inventario propuesta solo se contará con inventario al final del periodo de consumo y no con órdenes en tránsito, pues el surtido de productos por parte de los proveedores se da los días lunes del periodo de consumo, no contando con órdenes en tránsito al momento de solicitar un nuevo pedido. Además cabe mencionar que en la simulación del modelo el inventario corriente corresponderá en primera instancia al inventario real que queda en almacén durante la semana 43, para posteriormente ser calculado mediante la resta del inventario ajustado y la cantidad de consumida aquella semana.

Cantidad adecuada o solicitar (q)

Una vez esclarecidos todos los factores que componen la fórmula el modelo P, se podrá proceder al cálculo de la cantidad adecuada (q). Cabe mencionar que todas las herramientas utilizadas y las metodologías propuestas hasta ahora son con el fin de establecer un modelo gestión de inventario adecuado, para obtener la información de cuál es la cantidad adecuada que se debe solicitar semanalmente y de esta manera contar con la cantidad de productos necesarios para poder enfrentar la demanda logrando disminuir así los quiebres de stock sin caer a la vez en un sobre stock de productos.

El modelo propuesto considera un tiempo entre revisión T de 1 semana y un lead time L de 3 días los cuales están preestablecidos por el proveedor, la demanda proyectada mediante el modelo ARIMA se establece para un periodo semanal. Por lo tanto, al emitir una orden con la cantidad a solicitar (q) un día viernes de la semana 44, ésta tendrá su llegada el día lunes para cubrir la demanda de la semana 45, así mismo siguiendo con el modelo se generará una orden con la cantidad a solicitar (q) el día viernes de la semana 45 para satisfacer la demanda de la semana 46 y así de forma sucesiva lo cual se representa mediante la figura 6.2

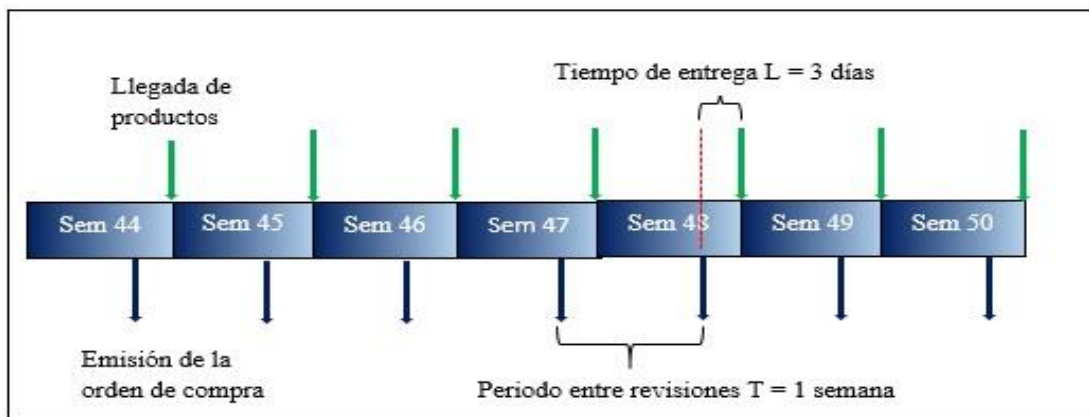


Figura 6.2- Modelo P propuesto

Fuente: Elaboración propia

Continuando con el ejemplo ilustrativo se presenta el cálculo de la cantidad a solicitar (q) por medio del modelo de periodo fijo P para el producto 1010048, desde la semana 44 a la semana 52 por medio de la fórmula 5.8 presentada en el marco teórico. Cabe mencionar que según la política de inventario establecida el tiempo entre revisiones o el tiempo entre que se coloca cada orden (T) es de 1 semana y el tiempo de entrega o *lead time* (L) de 3 días, por lo demás la fórmula teórica la cual incluye los tiempo entre revisiones (T) y *lead time* (L), se emplea cuando se tiene una demanda promedio diaria en el cual no se posee un método de pronóstico establecido, para este caso se apoyó por medio del software Crystal Ball estableciendo un método de pronóstico el cual genera una proyección de demanda para cada semana, la cual será utilizada como base para establecer la cantidad adecuada a solicitar, es por ello que la fórmula que se presenta difiere en cierta parte con la fórmula teórica, ahora si bien

se apega a la teoría de estas e podría decir que el valor “d” sería el pronóstico para cada semana y el valor T correspondería a 1 semana, siendo L no considerado por estar dentro del tiempo entre revisión, por lo que la fórmula teórica se puede leer de una manera más simple considerando que el método de pronóstico utilizado proyecta la demanda para cada semana entre revisiones.

$$q = \underline{d}(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$



Cantidad a solicitar = Demanda proyectada + Stock de seguridad – Inventario

La tabla 6.12 corresponde a la estimación del modelo para el producto 1010048 basada en la demanda pronosticada, pues el modelo se enfoca en realizar pedidos con una frecuencia semanal considerando la variabilidad de la demanda y un stock de seguridad. En la tabla se presentan en color verde el pronóstico de demanda de 9 semanas correspondiente al mes de noviembre y diciembre, el cual fue calculado anteriormente por medio del método ARIMA desarrollado en el punto 5.2.1, también se observa la desviación estándar la cual se calcula de forma trimestral, posterior a ello se tiene el stock de seguridad (SS) calculado por medio las unidades de desviaciones estándar establecidas en 1,96 desviaciones el cual corresponde al 95% de probabilidad de no caer en una situación de desabasto, el inventario final (I) para cada periodo, donde el inventario real con el que se comienza es aquel de la semana 43, los posteriores son inventarios calculando en función del consumo y finalmente la cantidad adecuada a solicitar (q).

Como se observa en la tabla 6.12, el inventario final del periodo corresponde exactamente al stock de seguridad definido por el modelo P, esto se debe específicamente a que al ser una simulación solo se cuenta con la proyección de la demanda sin saber cuál será el dato certero de este factor, por ello el stock de seguridad en este caso no es consumido pues será usado en situaciones específicas en las cuales la demanda varía y mediante este colchón de

seguridad se pueda dar cumplimiento al pedido, por otra parte el stock de seguridad es fijo para un periodo de 3 meses (12 semanas) posterior a este periodo se debe actualizar según la política de inventario establecida.

Tabla 6.12- Calculo de la cantidad adecuada a solicitar (q)

Semana	Demanda proyectada (D)	Desviación estándar (σ_{T+L})	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)
semana 43				218	
semana 44	2.009	448	879	879	2.670
semana 45	2.232	448	879	879	2.232
semana 46	2.273	448	879	879	2.273
semana 47	1.794	448	879	879	1.794
semana 48	1.750	448	879	879	1.750
semana 49	1.909	448	879	879	1.909
semana 50	1.855	448	879	879	1.855
semana 51	1.809	448	879	879	1.809
semana 52	1.741	448	879	879	1.741

Fuente: Elaboración propia

Los resultados expresados en la tabla anterior también serán representados por medio del gráfico 6.7, en el cual es posible observar 3 líneas con un comportamiento para 9 semanas, la línea azul representa la demanda proyectada (D), la línea naranja la cantidad adecuada a solicitar (q) y por último la línea de color celeste corresponde al stock de seguridad (SS). En el gráfico se observa que la cantidad a solicitar se comporta de forma similar a la demanda proyectada, esto se debe a dos factores: Al stock de seguridad y al inventario al final (I), los cuales corresponden a los mismos valores para cada periodo, pues como se mencionó anteriormente al ser una simulación el stock de seguridad (SS) no es consumido. Mediante este modelo propuesto se logra mantener un nivel de stock de seguridad fijo correspondiente a 448 unidades de forma trimestral para 12 semanas, el cual será utilizado para enfrentar alguna situación de variabilidad en la cual la demanda real no sea cercana a la demanda proyectada. Cabe mencionar que este comportamiento refleja que el modelo P se comporta de buena manera para la demanda de este producto entregando una cantidad a solicitar la cual incluye un método

de pronóstico y un stock de seguridad adecuado a la variabilidad de la demanda evitando los posibles quiebres de stock.

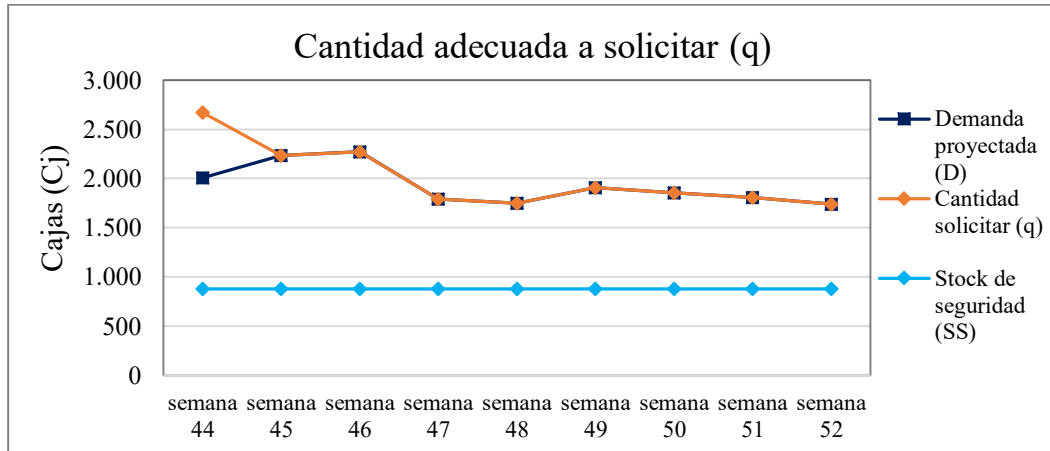


Gráfico 6.7- Cantidad adecuada a solicitar (q) para el producto 1010048

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a este cálculo y análisis se presenta la tabla 6.13, la cual contiene el cálculo de la cantidad adecuada a solicitar (q) por medio de modelo P propuesto para la totalidad de los 20 productos en estudio solo para las semana 44, de esta manera se puede observar cómo funciona el modelo propuesto para la primera semana de estos productos, donde se presenta: el nivel de inventario ajustado (IA), inventario final (I), nivel de stock de seguridad (SS) y cantidad adecuada a solicitar (q). Para la totalidad de los productos el método de gestión de inventario se comporta de forma similar al presentado anteriormente como ejemplo ilustrativo, para analizar el caso a caso de cada producto se puede consultar el Anexo 13.

Tabla 6.13- Calculo de la cantidad adecuada a solicitar (q) para la semana 44.

Productos	Demanda proyectada (D)	Desviación estándar ($\sigma T+L$)	Stock de seguridad (SS) $SS=(\sigma T+L)*Z$	Inventario final del periodo anterior (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)	Inventario final del periodo actual
1010078	3.128	1.083	2.123	2.123	4.549	5.251	702
1010048	2.009	448	879	879	2.670	2.888	218
1020013	566	298	583	583	672	1.150	478
1010002	1.600	307	602	602	2.075	2.202	127
1020001	399	143	280	280	595	679	84

1020027	356	145	284	284	517	640	123
1020224	241	98	193	193	364	433	69
1020010	257	90	177	177	363	434	71
1010267	349	40	79	79	386	428	42
1010169	256	53	104	104	303	360	57
1020253	162	146	286	286	360	448	88
1020003	253	55	107	107	330	360	30
1022227	123	46	90	90	165	213	48
1021560	81	55	108	108	155	189	34
1010010	44	183	359	359	343	403	60
1010086	421	97	189	189	579	610	31
1011879	144	50	99	99	217	243	26
1010194	78	121	237	237	282	314	32
1022083	177	78	153	153	298	330	32
1030020	244	40	79	79	279	323	43

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien el modelo P presentado se comporta de una manera adecuada en función de la demanda proyectada, con un stock y una cantidad adecuada a solicitar que a simple vista son los adecuados, pero todo lo presentado es algo teórico que debe ser contrastado con los valores reales de la demanda para verificar si el modelo de inventario P presentado es adecuado o no, es decir evaluar el método de pronóstico, si el stock de seguridad es el correcto para evitar los quiebres de stock por falta de productos en almacén y si la cantidad a solicitar es la adecuada evitando tanto los quiebres de stock, pero a la vez no cayendo en los llamados sobre stock que traerían consigo un sobre almacenamiento y con ello altos costos asociados. Es por esto que en el capítulo 7 se realizará una validación por medio de una serie de comparaciones entre las estimaciones realizadas y la realidad.

7. Validación y Evaluación Económica del Modelo Propuesto.

Como se vio en el capítulo 6 se estableció un modelo de gestión de inventario, el cual incluye un método sofisticado de pronóstico para determinar la demanda futura y un stock de seguridad para enfrentar las distintas situaciones permitiendo no caer en quiebres de stock. Como exponen algunos autores como [Chase04] un modelo de gestión de inventario debe tener un punto de equilibrio en el cual no queden demasiadas unidades en inventario y tampoco falten, es por ello que en este capítulo se procederá a evaluar el modelo anteriormente propuesto con datos reales y así justificar que el modelo presentado es adecuado cumpliendo con el objetivo general que es disminuir los quiebres de stock y mejorar el Nivel de Servicio.

De forma posterior a la comparación por medio de distintas situaciones con los datos reales, se realizará una evaluación económica para determinar si el modelo propuesto además de cumplir con el objetivo de mejorar el cumplimiento de la demanda es viable económicamente para el Centro de Distribución Agrosuper de Viña del Mar

7.1 Método de pronóstico

Continuando con el ejemplo ilustrativo del producto 1010048 se presenta la tabla 7.1 donde se observa la demanda proyectada (D) la cual fue calculada en el capítulo 6 y la demanda real (DR), desde la semana 44 a la semana 52 correspondientes a los meses de noviembre y diciembre. También se presentan dos indicadores: en primer lugar se encuentra la señal de rastreo TS el cual nos indica el comportamiento que tiene el pronóstico calculada en función del cociente entre el error acumulado absoluto y la medida de precisión MAD, donde se establece que para un buen pronóstico la señal de rastreo debe tener valores entre -4 y +4 desviaciones para ser un pronóstico aceptable, en segundo lugar se presenta la medida de precisión MAPE el cual fue utilizado para dar selección al tipo de pronóstico en el punto 6.2.1. Para la señal de rastreo se utilizará un test de hipótesis el cual considera una hipótesis nula H_0 y una hipótesis alternativa H_1 que se describe a continuación.

- H0: La señal de rastreo TS se encuentra entre los valores -4 y +4
- H1: La señal de rastreo TS se encuentra fuera de los valores -4 y +4

Como se observa en el gráfico 7.1 la señal de rastreo TS para los 9 periodos se encuentra dentro de los rangos -4 y +4 desviaciones, por lo que la hipótesis nula H0 se acepta y se rechaza la hipótesis alternativa H1, dado que los datos se encuentran dentro de los rangos normales establecidos para un método de pronóstico, por otro lado los valores de la medida de precisión MAPE se encuentran cercanos a los valores arrojados por el método de pronóstico establecido en el punto 6.2.1, lo cual se observa en la tabla 7.1 confirmando que el método de pronóstico es adecuado, pues el error entre la demanda real y la proyectada es mínimo.

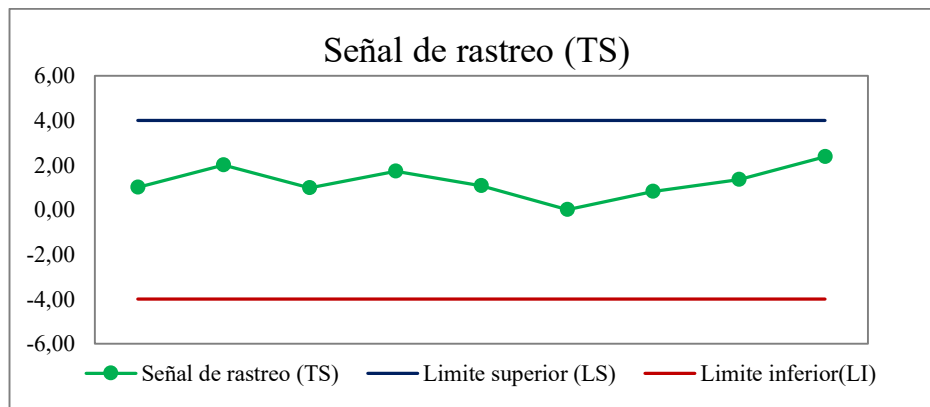


Gráfico 7.1- Señal de rastreo producto 1010048
Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.1- Demanda proyectada V/S Demanda real

Semana	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado (EA)	MAD	TS (EA/MAD)	MAPE
semana 44	2155	2009	145	145	145	145	1,00	6,74%
semana 45	2443	2232	210	210	356	178	2,00	8,61%
semana 46	2092	2273	-181	181	174	179	0,97	8,67%
semana 47	1894	1794	100	100	274	159	1,72	5,28%
semana 48	1637	1750	-113	113	161	150	1,08	6,89%
semana 49	1749	1909	-161	161	1	152	0,00	9,20%
semana 50	1974	1855	119	119	119	147	0,81	6,02%
semana 51	1875	1809	66	66	186	137	1,36	3,53%
semana 52	1881	1741	140	140	326	137	2,37	7,45%
							promedio	6,93%

Fuente: Elaboración propia

Para respaldar los datos anteriores se presenta el gráfico 7.2, en el cual se observa la demanda proyectada (D) por medio de la línea azul y la demanda real (DR) presentada mediante la línea roja, aquí es posible observar que la proyección de la demanda se comporta de forma semejante a la demanda real acercándose a la realidad de consumo, lo cual sumado a la información obtenida de la tabla 7.1, se estima que el método de pronóstico establecido por medio del software Crystal Ball es adecuado, aunque en ciertas semanas la demanda real es mayor a la demanda pronosticada o viceversa la diferencia entre ambas es aceptable pues una proyección posee un cierto margen de error. Por otro lado al observar ambas series de tiempo, es claro que no se puede solicitar solamente la cantidad de producto establecida por método de pronóstico, ya que se caería en quiebres de stock debido a que las proyecciones no son 100% certeras, es por ello que se considera importante un modelo de gestión de inventario con stock de seguridad para contrarrestar aquella situación.

Esta observación fue realizada para cada producto en estudio donde los resultados son similares a los recientemente analizados, es decir las señales de rastreo TS se encuentran dentro de los rangos normales y los valores MAPE son cercando a los arrojados para cada método de pronóstico escogido, lo cual se observa por medio de las tablas en el Anexo 12.

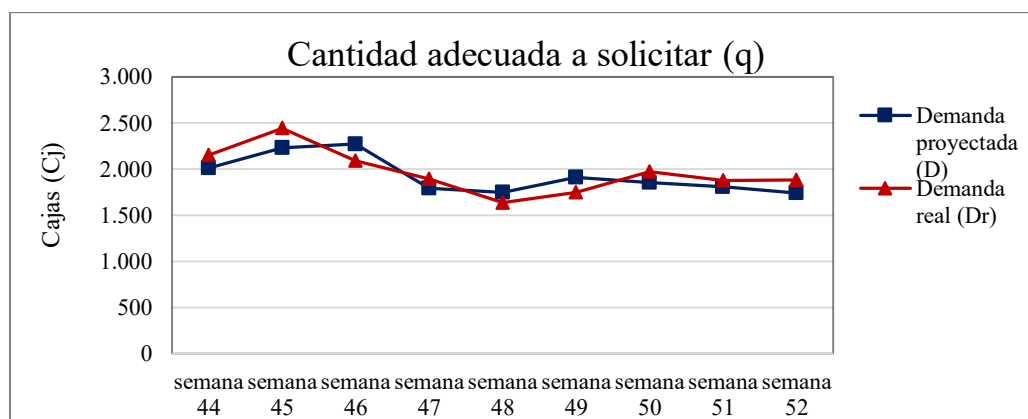


Gráfico 7.2- Demanda proyectada v/s demanda real

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Modelo de gestión

Para verificar el funcionamiento del modelo de gestión de inventario propuesto en el punto 6.2.2, se contrastará la situación propuesta con los datos reales de demanda durante las 9 semanas. Continuando con el producto 1010048 se presenta la tabla 7.2 la que permite obtener la cantidad adecuada a solicitar (q) definida por el modelo P propuesto con cada uno de los factores para su cálculo, adicionalmente se presenta la demanda real (Dr) y otro factor denominado inventario ajustado (IA), el cual se compone de la cantidad solicitada (q) más el inventario de productos al final del periodo anterior, siendo este el stock de productos con el que contará el Centro de Distribución para enfrentar y satisfacer la demanda de un periodo (1 semana), cabe mencionar que la diferencia entre el inventario ajustado y la demanda proyecta es el stock de seguridad el cual es considerado para enfrentar alguna situación representada por la variabilidad en la demanda.

Tabla 7.2- Validación de la cantidad adecuada a solicitar producto 1010048

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (Dr)	Desviación estándar (σ_{T+L})	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43					218		
semana 44	2.009	2.155	448	879	879	2.670	2.888
semana 45	2.232	2.443	448	879	879	2.232	3.111
semana 46	2.273	2.092	448	879	879	2.273	3.151
semana 47	1.794	1.894	448	879	879	1.794	2.673
semana 48	1.750	1.637	448	879	879	1.750	2.628
semana 49	1.909	1.749	448	879	879	1.909	2.788
semana 50	1.855	1.974	448	879	879	1.855	2.733
semana 51	1.809	1.875	448	879	879	1.809	2.688
semana 52	1.741	1.881	448	879	879	1.741	2.619

Fuente: Elaboración propia

La información que se encuentra en tabla anterior es presentada por medio del gráfico 7.3, aquí es posible observar el inventario ajustado (IA) es mayor a la demanda proyectada (D) y a la cantidad a solicitar (q) esto se debe específicamente al stock de seguridad establecido en 1,96 desviaciones estándar según la política de inventarios y al nivel de inventarios respectivamente. Al contrastar la demanda real (DR) y el nivel de inventario ajustado (IA) que se tendrá para cada semana se puede inferir que el modelo propuesto para este producto cumple

su objetivo, pues no permite caer en quiebres de stock por no contar con la cantidad de productos necesarios para satisfacer la demanda, por el contrario mantiene un stock de seguridad para enfrentar variaciones.

Hay que mencionar que el stock de seguridad definido tanto por la desviación estándar como por la probabilidad de no caer en desabastos (Nivel de Servicio) de un 95% reflejado 1,96 desviaciones estándar es suficiente, pues no se necesita un stock de seguridad demasiado alto ya que la colocación de la orden de pedido es de carácter semanal, además si este fuese más alto se incurrirá tanto en mayores costo de almacenamiento como de transporte, cayendo en gastos incensarios, pues con un 95% de probabilidad se observa que se está cumpliendo las posibles roturas de stock.

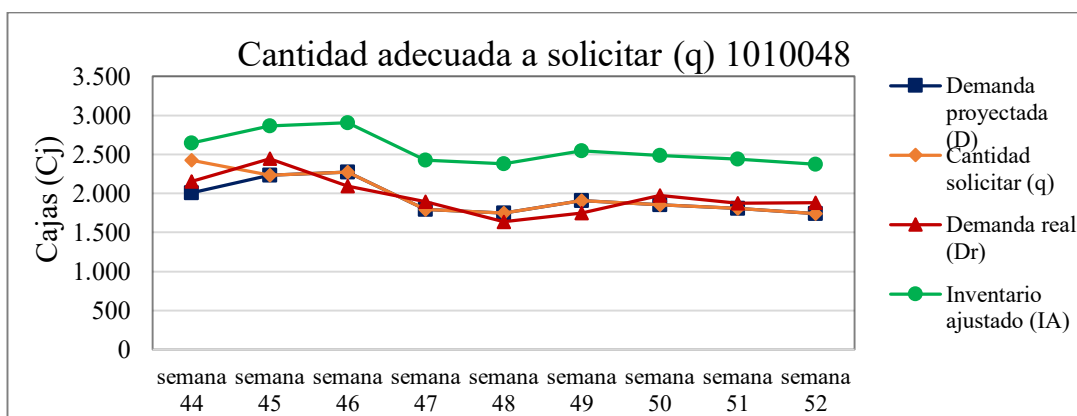


Gráfico 7.3- Cantidad adecuada solicitar del producto 1010048

Fuente: Elaboración propia

Como se observó el modelo P presentado se comporta de buena manera en relación a la demanda real, pues logra disminuir los quiebres de stock por producto faltante disponiendo en todo momento de productos debido al stock de seguridad. Esto es de primordial importancia para los productos en estudio, pues como se definió en un principio estos son aquellos con mayor quiebre de stock y mayor valor económico para la empresa, por lo que disminuir al mínimo el quiebre de stock tendrá beneficios tanto en el cumplimiento de la demanda y como beneficios económicos para la empresa. La validación para el restante de los productos en estudio se observan en el Anexo 13 donde se presenta una situación similar a la observada en el producto 1010048.

7.2.1 Indicadores de la propuesta 9 periodos

Para evaluar el funcionamiento del modelo P propuesto y compararlo con el funcionamiento del modelo actual se presentan la tabla 7.3 con los siguientes indicadores: Ventas, inventario medio (IM), número de veces que se incurre en quiebre de stock, índice de rotación de inventario (IR) y tiempo promedio de consumo de inventario en base a los periodos (TP). Cabe mencionar que la situación actual es denotada por la letra A y la situación propuesta denotada por la letra B, donde los indicadores son calculados para un periodo de 9 semanas

Tabla 7.3- Comparación de Indicadores de control de inventario para el modelo actual v/s modelo P propuesto para los 9 periodos futuros.

Producto	Sector	Ventas CJ (A)	Ventas CJ (B)	Inv. medio (IM) (A)	Inv. medio (IM) (B)	Índice rotación semanas (IR) (A)	Índice rotación semanas (IR) (B)	TP sem (A)	TP Sem (B)	N° de veces de quiebre CJ (A)	N° de veces de quiebre CJ (B)	Quiebre (A) Valorización (\$)
1010078	Aves	27.933	32.885	3.307	5.821	8,45	5,65	1,07	1,59	4.952	0	\$173.443.695
1010048	Aves	14.250	16.781	1.685	2.809	8,46	5,97	1,06	1,51	2.530	0	\$ 77.454.002
1020013	Cerdos	6.450	7.590	759	1.467	8,50	5,17	1,06	1,74	1.140	0	\$ 32.908.757
1010002	Aves	7.576	8.808	893	1.598	8,49	5,51	1,06	1,63	1.232	0	\$ 26.751.441
1020001	Cerdos	3.452	3.940	405	721	8,53	5,47	1,06	1,65	489	0	\$ 22.821.622
1020027	Cerdos	2.684	3.043	317	634	8,46	4,80	1,06	1,88	359	0	\$ 16.620.418
1020224	Cerdos	2.724	3.094	321	540	8,49	5,73	1,06	1,57	370	0	\$ 15.422.336
1020010	Cerdos	1.864	2.121	219	417	8,50	5,08	1,06	1,77	258	0	\$ 9.852.164
1010267	Aves	1.980	2.264	233	341	8,49	6,63	1,06	1,36	284	0	\$ 14.143.242
1010169	Aves	2.339	2.683	276	415	8,46	6,46	1,06	1,39	344	0	\$ 8.211.694
1020253	Cerdos	1.965	2.270	232	545	8,48	4,17	1,06	2,16	306	0	\$ 11.707.402
1020003	Cerdos	1.104	1.260	130	248	8,48	5,08	1,06	1,77	156	0	\$ 8.782.204
1022227	Cerdos	965	1.105	114	217	8,43	5,09	1,07	1,77	140	0	\$ 10.102.907
1021560	Cerdos	747	854	88	210	8,45	4,07	1,07	2,21	108	0	\$ 8.460.038
1010010	Aves	1.918	2.207	227	602	8,46	3,67	1,06	2,46	289	0	\$ 6.479.729
1010086	Aves	2.111	2.457	250	484	8,46	5,08	1,06	1,77	346	0	\$ 8.865.804
1011879	Aves	2.070	2.404	244	362	8,48	6,64	1,06	1,36	334	0	\$ 7.576.642
1010194	Aves	1.537	1.797	181	458	8,49	3,92	1,06	2,29	260	0	\$ 6.719.568
1022083	Cerdos	1.942	2.257	229	376	8,49	6,00	1,06	1,50	316	0	\$ 7.874.948
1030020	Pavos	1.793	2.093	211	312	8,48	6,70	1,06	1,34	300	0	\$ 10.925.778
Total										14.512	0	\$485.124.392

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa la situación actual (A) presenta quiebres de stock debido a producto faltante (FP) para los 9 periodos correspondientes a noviembre y diciembre, es decir se incurren en quiebres durante las 9 semanas, donde el total de productos faltantes es aproximadamente 14

mil y con una valorización de \$485 millones, en cambio mediante la situación propuesta (B) se logra disminuir los quiebres a 0 durante los 9 periodos, este dato se obtiene al observar que mediante el modelo se logra satisfacer la demanda real (DR) no cayendo en quiebres de stock por producto faltante (FP) lo que es muy favorable, pues uno de los objetivos principales a cumplir en este trabajo de título es disminuir los quiebres de stock, por otro lado se observa que en la situación propuesta se genera un aumento del nivel de inventario medio (IM) lo cual se debe al aumento del nivel de existencias y el nivel de stock de seguridad propuesto en el modelo. Para una comparación entre ambas situaciones se determinó la rotación de inventario (IR), calculada mediante el inventario medio (IM) y las ventas de cada periodo, donde se observa que en la situación actual (A) la rotación de inventario (IR) es cercano a 9, es decir que los productos rotan alrededor de 9 veces para un periodo de evaluación de 9 semanas, rotando aproximadamente una vez por semana, en cambio la situación propuesta (B) presenta una rotación de inventario (IR) con valores menores a la situación A por lo que tendrá una rotación menor durante las 9 semanas, lo cual se debe al aumento existencias en almacén ocasionado por la incorporación de un stock de seguridad (SS) en el modelo propuesto, cabe mencionar que en la situación B no se esperaría un valor de IR muy ajustado a 9 debido al incremento del inventario medio. Por otro lado los tiempos de consumo del inventario TP fueron calculados en primera instancia para la situación actual (A) donde los valores son cercanos a 1 semana, tiempo en el cual se agotará el stock permitiendo su rotación, en cambio para la situación propuesta (B) los resultados arrojados para el indicador TP es siempre superior a 1 semana, pues al tener una rotación un poco menor quedaran existencia en bodega la cuales necesitaran un tiempo mayor a una semana para poder agotarse.

Cabe desatacar que los indicadores obtenidos para la situación actual (A) no reflejan los quiebres de stock ocurridos para los periodos de evaluación, pues estos son calculados en base a las ventas e inventario medio (IM), por lo que aunque presentan buenos indicadores de rotación IR y TP, presentan altos índices de quiebres de stock lo cual genera pérdidas por demanda insatisfecha. Los valores obtenidos por la situación propuesta (B) (modelo P), son propios del aumento de un nivel de inventario en almacén, donde se utiliza un stock de seguridad para mejorar el Nivel de Servicio (NS) y no caer en quiebres de stock debido a la variabilidad que presenta la demanda

Al comparar ambas situaciones la situación más favorable es la situación propuesta (B) presentada como solución para disminuir la demanda insatisfecha (DI), pues se logra disminuir a cero los quiebres stock ocasionados por producto faltante (FP) y los índices de rotación (IR) y TP son propios de una situación en la cual se pretende aumentar el nivel de inventarios al incluir un stock de seguridad, por lo que los indicadores de la situación propuesta son aceptables.

7.2.2 Validación e implementación del modelo P en el periodo 3

Para validar el modelo P propuesto se implementará durante el periodo 3 para analizar los resultados obtenidos y tener conocimiento de los beneficios que se habrían obtenido si este modelo hubiese sido implementado anteriormente en el Centro de Distribución.

Como se distingue en la tabla 7.4 se presentan ambas situaciones diferenciadas por las letras A y B, donde la letra A corresponde a la situación actual y la letra B a la situación propuesta por el modelo P, como se observa se tienen los resultados obtenidos de ambas situaciones, en primera instancia se tiene la demanda real (DR) y su valorización en pesos correspondiente a 589 mil productos y \$19.000 millones respectivamente con valores totales para los 20 productos durante el periodo 3, también se observa que mediante el modelo actual (A) se obtiene una demanda insatisfecha (DI) de 100 mil unidades correspondientes a \$3.396 millones, en cambio mediante el modelo propuesto (B) ésta cantidad disminuye tan solo a 26 mil unidades con un valor de \$896 millones. Por otro lado el quiebre de stock debido al producto faltante (FP) para la situación actual (A) corresponde a un total anual de 73 mil productos los cuales no se disponen para satisfacer la demanda valorizados en \$2.502 millones y considerados como pérdidas para el CD, en cambio cuando se aplica el modelo P propuesto (B) los quiebres de stock ocasionados por producto faltante (FP) bajan a 0, lo cual se debe a una estimación de demanda adecuada cercana a la realidad con bajo porcentaje de error y un stock de seguridad adecuado, ahora bien si el modelo propuesto hubiese sido implementado durante el periodo 3 se habría obtenido un beneficio de \$2.502 millones, los cuales correspondería a las pérdidas que se tiene en quiebre de stock por FP en el mismo periodo y si se evalúa el porcentaje de ingreso por ventas, los ingresos del Centro de Distribución habrían aumentado un 10 % anual para el mismo periodo.

Tabla 7.4- Comparación y beneficios entre modelo actual y el modelo P propuesto para el periodo 3.

Producto	Demanda 20 productos (CJ)	Demanda 20 productos (\$)	Demanda insatisfecha DI (CJ) (A)	Demanda insatisfecha DI (A) (\$)	Demanda insatisfecha DI (CJ) (B)	Demanda insatisfecha DI (B) (\$)	Disminución de demanda insatisfecha DI (%)	Quiebre de stock por FP (CJ) (A)	Quiebre de stock por FP (CJ) (B)	Quiebre de stock por FP (\$) (A)
1010078	188,589	\$6,605,441,038	32,999	\$1,155,812,796	8,520	\$ 298,426,549	74%	24,479	0	\$ 857,386,247
1010048	94,567	\$2,894,671,676	17,470	\$ 534,750,876	4,231	\$ 129,496,841	76%	13,239	0	\$ 405,254,035
1010002	56,913	\$1,236,171,007	9,961	\$ 216,355,071	2,562	\$ 55,652,841	74%	7,399	0	\$ 160,702,231
1020013	46,272	\$1,335,523,512	8,034	\$ 231,880,538	2,111	\$ 60,933,528	74%	5,923	0	\$ 170,947,010
1020253	24,248	\$ 929,220,801	3,894	\$ 149,228,415	1,091	\$ 41,810,490	72%	2,803	0	\$ 107,417,925
1020001	21,112	\$ 986,154,272	3,798	\$ 177,409,869	940	\$ 43,884,581	75%	2,859	0	\$ 133,525,288
1020027	19,556	\$ 904,323,255	3,392	\$ 156,852,292	875	\$ 40,465,889	74%	2,517	0	\$ 116,386,403
1010169	15,913	\$ 379,750,927	2,849	\$ 68,000,137	712	\$ 16,999,588	75%	2,137	0	\$ 51,000,549
1020224	15,884	\$ 661,251,899	2,479	\$ 103,183,004	708	\$ 29,478,972	71%	1,770	0	\$ 73,704,033
1020010	12,948	\$ 495,302,919	2,223	\$ 85,040,276	563	\$ 21,542,441	75%	1,660	0	\$ 63,497,834
1010010	12,939	\$ 290,293,400	2,329	\$ 52,258,466	575	\$ 12,894,681	75%	1,755	0	\$ 39,363,785
1010267	10,908	\$ 543,471,594	1,771	\$ 88,253,243	489	\$ 24,340,984	72%	1,283	0	\$ 63,912,259
1022227	6,562	\$ 473,149,235	1,118	\$ 80,589,009	289	\$ 20,830,261	74%	829	0	\$ 59,758,748
1020003	6,085	\$ 343,309,811	1,017	\$ 57,365,322	265	\$ 14,966,561	74%	751	0	\$ 42,398,762
1021560	5,972	\$ 468,250,347	944	\$ 74,001,065	259	\$ 20,308,499	73%	685	0	\$ 53,692,565
1010086	11,481	\$ 286,130,485	1,303	\$ 32,462,192	499	\$ 12,433,058	62%	804	0	\$ 20,029,134
1011879	10,798	\$ 262,766,302	1,467	\$ 35,700,621	484	\$ 11,788,887	67%	983	0	\$ 23,911,733
1010194	10,086	\$ 257,515,458	1,143	\$ 29,173,781	437	\$ 11,147,699	62%	706	0	\$ 18,026,082
1022083	9,675	\$ 219,887,965	1,122	\$ 25,489,110	422	\$ 9,590,265	62%	700	0	\$ 15,898,845
1030020	9,328	\$ 362,460,723	1,091	\$ 42,377,941	421	\$ 16,367,645	61%	669	0	\$ 26,010,295
Total	589,837	\$ 19,935,046,626	100,402	\$ 3,396,184,024	26,453	\$ 893,360,259	74%	73,949	0	\$ 2,502,823,764

Fuente: Elaboración propia.

Para respaldar la validación del modelo en el periodo 3 se presenta la tabla 7.5 correspondiente a una evaluación entre la situación actual y la situación propuesta por el modelo basándose en indicadores como: Ventas, inventario medio (IM), rotación de inventario (IR) y tiempo promedio de consumo de las existencias (TP). Siguiendo la línea anterior donde A representa la situación actual y B la situación propuesta por el modelo P, se observa que el inventario medio aumenta para B, pues el nivel de existencia también aumenta debido a un pronóstico de demanda más asertivo y al stock de seguridad propuesto por el modelo, por otro lado se tiene la rotación de inventario (IR) evaluada para un periodo de 1 año, donde los valores para la situación actual (A) es cercano a 49, en cambio en la situación propuesta (B) este indicador es menor, lo cual indica que los productos rotarán un menor número de veces durante el año, lo cual se debe al aumento del nivel de inventario y al stock de seguridad incluido en el modelo

Por otro lado se tiene el tiempo promedio de consumo (TP) donde la situación actual es aproximadamente de 1 semana, en cambio la situación propuesta supera este valor pues al tener un stock de seguridad se necesita más de 1 semana para consumir la totalidad de la existencias, ahora bien los valores obtenidos para la situación propuesta y como se mencionó anteriormente son propios de un modelo en cual se aumenta el nivel de existencia para satisfacer la demanda del cliente sin caer en quiebres de stock, por lo demás se puede pensar que el modelo actual tiene buenos indicadores, pero éstos no incluyen los quiebres de stock para el periodo 3, los cuales hacían a 73 mil productos valorizados en \$2502 millones y que con el modelo P propuesto se minimizan a cero.

Tabla 7.5- Comparación de Indicadores de control de inventario para el modelo actual v/s modelo P propuesto para el periodo 3

Producto	Ventas (CJ) (A)	Ventas (CJ) (B)	Inv. medio (IM) (A)	Inv. medio (IM) (B)	Rotación inventario (IR) (A)	Rotación inventario (IR) (B)	TP (Sem) (A)	TP (Sem) (B)
1010078	155.590	180.069	3.156	5.491	49,30	32,80	1,05	1,59
1010048	77.097	90.336	1.564	2.461	49,30	36,71	1,05	1,42
1010002	46.952	54.351	952	1.642	49,31	33,10	1,05	1,57
1020013	38.238	44.161	776	1.256	49,28	35,15	1,06	1,48
1020253	20.354	23.157	412	807	49,35	28,69	1,05	1,81
1020001	17.314	20.173	351	665	49,32	30,34	1,05	1,71
1020027	16.164	18.681	328	567	49,33	32,96	1,05	1,58
1010169	13.063	15.201	265	435	49,31	34,97	1,05	1,49
1020224	13.405	15.176	271	471	49,39	32,23	1,05	1,61
1020010	10.725	12.385	217	478	49,41	25,90	1,05	2,01
1010010	10.610	12.364	215	505	49,33	24,48	1,05	2,12
1010267	9.136	10.419	185	260	49,36	40,14	1,05	1,30
1022227	5.444	6.273	110	272	49,38	23,05	1,05	2,26
1020003	5.068	5.819	103	231	49,41	25,19	1,05	2,06
1021560	5.029	5.713	102	229	49,45	24,99	1,05	2,08
1010086	10.179	10.982	205	636	49,57	17,27	1,05	3,01
1011879	9.331	10.314	189	336	49,43	30,66	1,05	1,70
1010194	8.943	9.649	180	367	49,58	26,28	1,05	1,98
1022083	8.554	9.253	173	337	49,56	27,49	1,05	1,89
1030020	8.238	8.907	167	224	49,47	39,81	1,05	1,31

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Evaluación

7.3.1 Resultados de situación propuesta comparados con situación actual

En la tabla 7.6 se presentan los resultados de la comparación entre la situación actual (A) y la situación propuesta (B) al aplicar el modelo P en los 20 productos para un periodo de 9 semanas correspondiente a noviembre y diciembre del año 2016, esta comparación considera la totalidad de productos refrigerados pues de esta manera se observará como incide la aplicación

del modelo de los 20 productos sobre la categoría de refrigerados. Los productos poseen una demanda, una cantidad de producto faltante (FP), no despachado, no facturado y una venta real, estos conceptos y sus causas fueron explicados en el análisis del problema, recordando la demanda insatisfecha (DI) corresponde a la suma de los productos faltante, no despachados y no facturados, de estos 3 parámetros se indaga en las causas de aquellos productos faltantes en almacén que generaban quiebres de stock, pues su participación e incidencia es mayor en la demanda insatisfecha y por tanto también en el Nivel de Servicio. Toda la metodología anteriormente desarrollada fue en función de disminuir esta demanda insatisfecha (DI) a partir de la minimización del porcentaje producto faltante (FP), de esta manera se logrará aumentar las ventas y mejorar así el Nivel de Servicio

Al comparar la situación actual (A) con la situación propuesta (B), se observa que por medio del modelo propuesto en los 20 productos se logró disminuir la cantidad de producto faltante (FP) con un promedio semanal desde 2.466 a 854 unidades, el cual era ocasionado específicamente por no contar con la cantidad necesaria en stock en almacén debido a un pronóstico y un modelo de inventario inadecuado, cabe mencionar que los productos no despachado y no facturado se mantienen por ser causas que no son de estudio en éste trabajo, además se observa que el nivel de servicio para la totalidad de refrigerados aumenta un promedio semanal desde 85% a 92%.

Tabla 7.6- Comportamiento de la demanda insatisfecha con la situación actual de inventario

	seman a 44	seman a 45	seman a 46	seman a 47	seman a 48	seman a 49	seman a 50	seman a 51	seman a 52	Promedi o
Demanda	20.196	25.112	26.846	25.230	21.826	23.051	21.352	24.131	24.313	23.177
Producto Faltante (A)	2.042	2.689	2.991	2.541	2.354	2.283	2.211	2.556	2.526	2.466
Producto Faltante (B)	630	787	1.039	965	968	738	812	838	906	854
No despachado	527	584	702	695	529	616	479	623	544	589
No facturado	396	452	573	487	385	455	449	498	426	458
Venta real (A)	17.230	21.388	22.579	21.506	18.558	19.696	18.213	20.454	20.817	20.049
Venta real (B)	18.642	23.290	24.531	23.083	19.944	21.241	19.612	22.172	22.437	21.661
Nivel de Servicio (A)	85%	85%	84%	85%	85%	85%	85%	85%	86%	85%
Nivel de Servicio (B)	92%	93%	91%	91%	91%	92%	92%	92%	92%	92%

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la tabla 7.7 se observa que por medio del modelo se logró disminuir la cantidad de productos faltantes (FP) en un promedio semanal de 65 %, donde el nuevo porcentaje solo alcanza un máximo de 4% semanal, de esta manera se logra disminuir la demanda insatisfecha y aumentar el Nivel de Servicio a un promedio semanal de 92 %, mejorando en un 7% respecto a la situación real.

Tabla 7.7-Comparación de los beneficios porcentuales que presenta la propuesta

	sem 44	sem 45	sem 46	sem 47	sem 48	sem 49	sem 50	sem 51	sem 52	Promedio
% FP situación actual (A)	10%	11%	11%	10%	11%	10%	10%	11%	10%	10%
% FP situación propuesta (B)	3%	3%	4%	4%	4%	3%	4%	3%	4%	4%
Variación	7%	8%	7%	6%	6%	7%	7%	7%	7%	7%
% de disminución de unidades (FP)	69%	71%	65%	62%	59%	68%	63%	67%	64%	65%
NS situación actual (A)	85%	85%	84%	85%	85%	85%	85%	85%	86%	85%
NS situación propuesta (B)	92%	93%	91%	91%	91%	92%	92%	92%	92%	92%
Variación NS	7%	8%	7%	6%	6%	7%	7%	7%	7%	7%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7.8 se presenta el mismo análisis anterior, pero enfocado a los 20 productos en estudio sin considerar el restante de productos refrigerados. Mediante el modelo propuesto (B) la se logra disminuir a cero los productos faltantes (FP), lo cual genera un aumento en las ventas (B) de productos llegando a un promedio de venta semanal de 11.324 productos y un aumento del Nivel de Servicio obteniendo un promedio semanal del 95%.

Tabla 7.8- Comparación situación propuesta y real solo 20 productos

	sem 44	sem 45	sem 46	sem 47	sem 48	sem 49	sem 50	sem 51	sem 52	Promedio
Demanda	11.897	14.069	14.457	11.721	9.588	11.575	10.266	12.121	11.720	11.935
Producto faltante (A)	1.413	1.902	1.952	1.577	1.386	1.545	1.399	1.718	1.620	1.612
Producto faltante (B)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No despachado	364	364	456	427	278	366	248	374	300	353
No facturado	254	271	353	248	166	262	254	298	217	258
Venta real (A)	9.865	11.531	11.695	9.470	7.758	9.402	8.367	9.731	9.583	9.711
Venta real (B)	11.278	13.434	13.647	11.046	9.145	10.947	9.765	11.449	11.204	11.324
Nivel de Servicio (A)	83%	82%	81%	81%	81%	81%	81%	80%	82%	81%
Nivel de Servicio (B)	95%	95%	94%	94%	95%	95%	95%	94%	96%	95%

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que el porcentaje de producto faltante (FP) para la situación propuesta observado en la tabla 7.7, corresponde al 94% de productos no analizados y en los cuales no se implementó el modelo propuesto, pues como se mencionó en el principio del problema solo se trabajaría con el 6% de los productos correspondiente a aquellos más relevantes para el Centro de Distribución.

Beneficio económico cuantificable:

La disminución en el porcentaje de producto faltante (FP) y aumento en las unidades vendidas trae consigo beneficios económicos para la empresa, en la tabla 7.9 se presenta las pérdidas económicas debido al producto faltante para la situación actual (A) y la situación propuesta (B) desarrollada por el modelo de gestión de inventario presentado anteriormente. Aquí se observa que el promedio semanal de disminución de producto faltante FP de forma económica es de un 76%, logrando disminuir las perdidas en un promedio de 53 millones de forma semanal

Tabla 7.9- Beneficio económico de la situación propuesta v/s situación real

Semana	FP situación actual (A)	FP situación propuesta (B)	Disminución FP (%)	Disminución FP (\$)
semana 44	58.596.966	11.275.157	80,76%	47.321.808
semana 45	76.447.142	14.462.877	81,08%	61.984.265
semana 46	84.970.024	18.804.804	77,87%	66.165.220
semana 47	68.934.489	17.063.394	75,25%	51.871.095
semana 48	62.483.926	18.030.642	71,14%	44.453.284
semana 49	65.451.436	14.682.459	77,57%	50.768.977
semana 50	65.046.386	16.550.862	74,56%	48.495.525
semana 51	76.544.771	17.573.920	77,04%	58.970.851
semana 52	74.680.463	19.587.095	73,77%	55.093.367
TOTAL	633.155.602	148.031.210	76,62%	485.124.392
PROMEDIO	70.350.622	16.447.912	76,56%	53.902.710

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7.10 se presenta el aumento de los ingresos ocasionado por la disminución de los productos faltante (FP) y aumento del nivel de servicio (NS), aquí se presenta la situación actual (A) y la situación propuesta (B), se observa que se logra aumentar los ingresos en un promedio semanal aproximadamente de un 10% correspondiente a un promedio 53 millones, como se observa el total de aumento en ingresos para los 9 periodos corresponde al mismo valor del total de disminución de productos faltante presentado en la tabla anterior, por lo que esta disminución en pérdidas pasa a formar parte del aumento de los ingresos. Cabe mencionar que este aumento es de forma semanal, pero para una situación mensual para el mes de noviembre se alcanza un aumento de ingresos de un 11% correspondiente a 249 millones y para diciembre de 10% correspondiente a 235 millones, por lo que no solo se disminuyó el porcentaje de producto faltante, sino que también se aumentó los ingresos y las ventas unitarias mejorando el Nivel de Servicio.

Tabla 7.10- Beneficio en los ingresos de la situación propuesta v/s situación actual

Semana	Ingresos situación actual (A) (\$)	Ingresos situación propuesta (B) (\$)	Aumento en ingresos (%)	Aumento en ingresos (\$)
semana 44	462.610.051	509.931.859	10,23%	47.321.808
semana 45	560.421.660	622.405.925	11,06%	61.984.265
semana 46	599.084.897	665.250.117	11,04%	66.165.220
semana 47	528.999.463	580.870.559	9,81%	51.871.095
semana 48	451.162.220	495.615.504	9,85%	44.453.284
semana 49	513.259.078	564.028.055	9,89%	50.768.977
semana 50	489.043.961	537.539.486	9,92%	48.495.525
semana 51	569.805.162	628.776.012	10,35%	58.970.851
semana 52	567.421.116	622.514.484	9,71%	55.093.367
TOTAL	4.741.807.609	5.226.932.001	10,23%	485.124.392
PROMEDIO	526.867.512	580.770.222	10,21%	53.902.710

Fuente: Elaboración propia.

Restricción de capacidad

Para poder establecer si la cantidad a solicitar y el nivel de inventario que se mantendrá en bodega se adecua a la capacidad, se realizó un análisis de capacidad para la situación actual y la situación propuesta por el modelo para los periodos en estudio correspondientes a

noviembre y diciembre del año 2016, pues se tiene en cuenta que la situación propuesta posee un aumento del inventario debido al stock de seguridad y su método de pronóstico, cabe mencionar que la capacidad de la bodega se mide en cantidad de posiciones físicas equivalentes a 350 toneladas.

Para evaluar la capacidad de la bodega se tiene en cuenta que el consumo es diario y no constante, es decir que todos los días el nivel de inventario bajara un porcentaje distinto fluctuando a lo largo del periodo (1 semana), es por ello que se trabajará con el inventario medio IM, éste va desde un máximo de stock en almacén que coincide con la entrada del pedido al almacén y un mínimo de stock que refleja el volumen de stock justo antes de que tenga arribo la siguiente orden. Para la comparación de la situación actual y la situación propuesta se presenta los gráficos 7.4 y 7.5 respectivamente, en el gráfico 7.4 se observa la situación actual que tiene el almacén donde la capacidad mínima alcanza el 43% y el máximo un 59% quedando aún una capacidad ociosa para poder ser ocupada, por otro lado se tiene el gráfico 7.5 el cual presenta la capacidad de la bodega con la situación propuestas por medio del modelo P, aquí se observa que la capacidad fluctúa entre un mínimo de 77% y un máximo de 91%, por lo que mediante la situación propuesta la capacidad del almacén no se verá sobrepasada, no teniendo que incurrir en gastos y costos de espacio por exceso de capacidad.

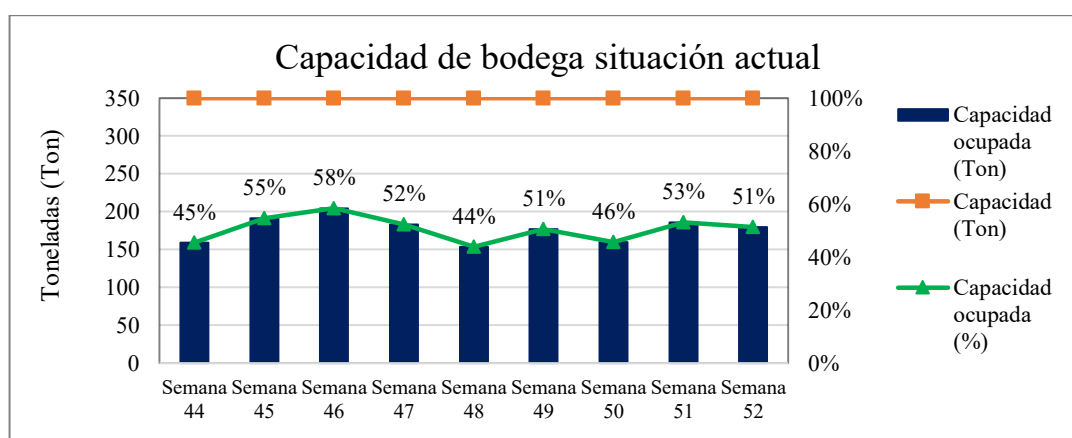


Gráfico 7.4- Capacidad bodega situación actual

Fuente: Elaboración propia

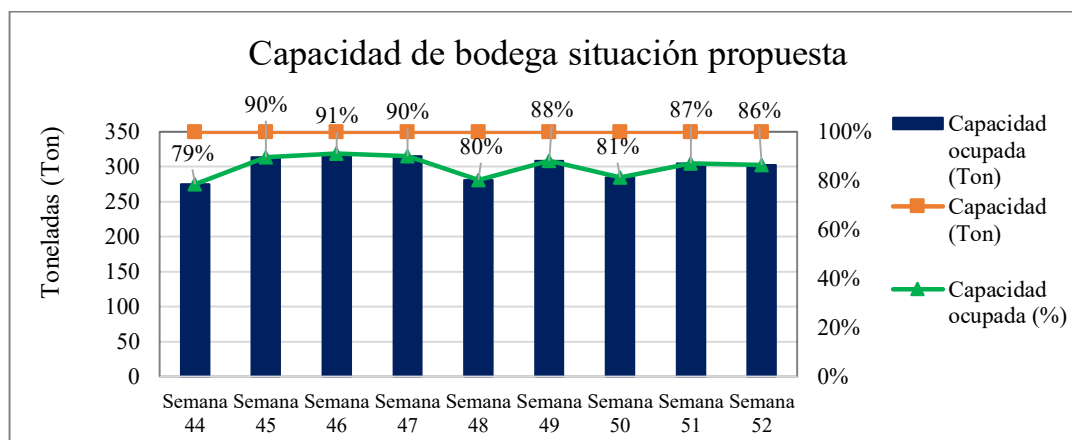


Gráfico 7.5- Capacidad bodega situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

7.3.2 Evaluación económica de la propuesta

Mediante la propuesta presentada se logra cumplir con el objetivo principal que es disminuir los quiebres de stock para mejorar así el Nivel de Servicio. Esta considera un modelo de gestión de inventario que aumenta el stock en almacén debido al stock de seguridad (SS) que se propone, por ende también aumenta el inventario medio (IM) y la cantidad a solicitar (q) de los productos. Cabe mencionar que el aumento de inventario en almacén trae consigo un aumento en los costos, estos se clasifican en costos de adquisición, costos de emisión (CP), costos de almacenamiento (CA) y otros costos como mano de obra, gastos administrativos, etc. La evaluación económica se llevará enfocada solo a los beneficios y costos asociados a la mejora que genera la propuesta, entre los beneficios se identifican los ingresos adicionales obtenidos por la propuesta y entre los costos se encuentran: costos de emisión (CP), costo de transporte, gastos administrativos, costos de almacén (CA) y mano de obra necesaria, cabe señalar que los costos mencionados considerados en la evaluación económica son aquellos que variarían según el nivel de inventario.

Para obtener el análisis beneficio costo de la propuesta se analiza la tabla 7.11, donde se presentan los resultados obtenidos para los meses de noviembre-diciembre del año 2016 y también los valores para el periodo 3. En primera instancia se presentan los beneficios económicos, estos corresponden a los ingresos por ventas adicionales debido a la disminución

de la demanda insatisfecha con un total de \$2.987 millones y un promedio mensual de \$213 millones, los cuales se obtienen multiplicando los precios de ventas de cada producto por la cantidad de ventas adicionales que se generan por la disminución de la demanda insatisfecha, el detalle mensual se observa en el Anexo 14.

Posteriormente se presenta los costos incurridos donde se tienen los costos por emisión (CP), los cuales fueron otorgados por el Jefe administrativo desde los estados de resultado, estos corresponden específicamente a aquellos costos que varían en función del aumento de existencias en almacén, el costo de transporte corresponde a \$33 por Kg lo cual genera costos por concepto de transporte de \$92 millones para el periodo de análisis con un promedio mensual de \$6 millones, por otro lado se tiene el costo de recepción de \$3 por Kg generando un costo promedio mensual de \$603 mil, además se presentan costos de almacenamiento (CA) los que incluyen costos de manipulación de productos, conservación, transporte en almacén, administración logística, seguros y otros con un valor estimado de \$96 por Kg generando costos por concepto de almacenamiento de \$809 millones para el periodo de análisis con un promedio mensual de \$57 millones, cabe mencionar que los costos de adquisición tendrán un valor cero debido a que los proveedores del centro de distribución pertenecen a la misma empresa, por lo que no se tiene un precio por adquirir un producto, es decir el CD no paga un precio a su proveedor por adquirir un producto sino más bien lo solicita a éste, por otro lado se tienen los gastos adicionales que se tendrían en el periodo, aquí se considera la remuneración adicional de un ingeniero de planificación, el cual estará encargado específicamente de los productos propuestos en estudio prestando apoyo al personal de planificación con un sueldo bruto acorde al mercado y la remuneración de 19 operarios adicionales calculado en función del porcentaje de aumento de inventario medio (IM) semanal, los cuales son distribuidos en 3 turnos. Para un análisis más exhaustivo de los costos se presenta el Anexo 14.

Tabla 7.11 - Relación beneficio costo del modelo propuesto

Beneficios generados	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16
Ingreso por ventas adicional (Disminución de demanda insatisfecha)	205.973.136	234.931.369	185.971.073	200.133.758	236.339.676	185.244.014	190.899.692	245.301.547
Beneficio Total	205.973.136	234.931.369	185.971.073	200.133.758	236.339.676	185.244.014	190.899.692	245.301.547
Beneficios generados	jul-16	ago-16	sept-16	oct-16	nov-16	dic-16	Promedio	Total
Ingreso por ventas adicional (Disminución de demanda insatisfecha)	175.835.965	224.278.813	218.532.248	199.382.473	249.569.030	235.555.362	213.424.868	2.987.948.156
Beneficio Total	175.835.965	224.278.813	218.532.248	199.382.473	249.569.030	235.555.362	213.424.868	2.987.948.156
Costos incurridos	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16
Costo de emisión (CP): Transporte \$33 x Kg	8.785.481	6.583.912	5.620.973	5.148.120	7.216.110	6.167.409	6.064.212	7.725.978
Costo de emisión (CP): Recepción \$3 x Kg	798.680	598.537	510.998	468.011	656.010	560.674	551.292	702.362
Costo almacenaje (CA) \$96 x Kg	56.863.041	69.891.498	55.535.448	48.100.860	58.668.141	46.622.601	50.817.280	63.765.415
Gasto adicional Remuneración Ingeniero de planificación (1 persona)	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000
Gasto adicional Remuneración operarios (18 personas)	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000
Costo Total	78.247.203	88.873.948	73.467.419	65.516.991	78.340.261	65.150.684	69.232.784	83.993.754
Costos incurridos	jul-16	ago-16	sept-16	oct-16	nov-16	dic-16	Promedio	Total
Costo de emisión (CP): Transporte \$33 x Kg	5.950.476	7.206.170	5.781.955	6.007.635	9.225.467	5.413.237	6.635.510	92.897.135
Costo de emisión (CP): Recepción \$3 x Kg	540.952	655.106	525.632	546.149	838.679	492.112	603.228	8.445.194
Costo almacenaje (CA) \$96 x Kg	49.825.400	68.763.330	55.251.910	55.235.815	65.102.172	65.008.980	57.817.992	809.451.892
Gasto adicional Remuneración Ingeniero de planificación (1 persona)	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	18.900.000
Gasto adicional Remuneración operarios (18 personas)	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000	10.450.000	146.300.000
Costo Total	68.116.828	88.424.607	73.359.497	73.589.599	86.966.318	82.714.329	76.856.730	1.075.994.221

Indicadores	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16
Beneficio total	205.973.136	234.931.369	185.971.073	200.133.758	236.339.676	185.244.014	190.899.692	245.301.547
Costo Total	78.247.203	88.873.948	73.467.419	65.516.991	78.340.261	65.150.684	69.232.784	83.993.754
Utilidad	127.725.933	146.057.421	112.503.654	134.616.767	157.999.416	120.093.331	121.666.908	161.307.792
Relación beneficio costo (B/C)	2,6	2,6	2,5	3,1	3,0	2,8	2,8	2,9
Indicadores	jul-16	ago-16	sept-16	oct-16	nov-16	dic-16	Promedio	Total
Beneficio total	175.835.965	224.278.813	218.532.248	199.382.473	249.569.030	235.555.362	213.424.868	2.987.948.156
Costo Total	68.116.828	88.424.607	73.359.497	73.589.599	86.966.318	82.714.329	76.856.730	1.075.994.221
Utilidad	107.719.137	135.854.206	145.172.751	125.792.875	162.602.712	152.841.032	136.568.138	1.911.953.935
Relación beneficio costo (B/C)	2,6	2,5	3,0	2,7	2,9	2,8	2,8	2,8

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior la utilidad calculada para el periodo de análisis corresponde a \$1.911 millones con un promedio mensual de \$136 millones, donde fueron considerados la diferencia entre los beneficios totales de ingreso obtenidos por la disminución de la demanda insatisfecha (DI) y los costos asociados al cambio en nivel de inventario, además se observa que la relación beneficio costo (B/C) posee valores mensuales entre 2,5 y 3,1 lo cual refleja que el modelo de gestión de inventario propuesto es económicamente viable y beneficioso para la empresa, por lo demás cabe mencionar que la inversión que se necesita es demasiado baja correspondiente solo a la compra del software Crystal Ball lo cual no afecta la relación beneficio costos ni la utilidad de la empresa. El beneficio presentado por este modelo solo abarca un 6% de la variedad de productos refrigerados del Centro de Distribución, si este modelo se aplicara en el restante de la variedad de productos podría tener beneficios aún mayores.

Conclusiones y recomendaciones

Responder a preguntas claves como cuándo debemos emitir una orden de pedido?, ¿qué cantidad se debe solicitar en cada pedido?, ¿cuántas unidades de cada producto se debe mantener en stock?, es esencial para poder llevar una gestión de inventario adecuada, es por ello que el desarrollo de trabajo de título se enfocó a definir un modelo de gestión de inventario adecuado para así disminuir los niveles de demanda insatisfecha (DI) que se generan en el centro de distribución, el cual es ocasionado en su mayor participación por no contar con el stock adecuado en almacén al momento de solicitar un producto generando el llamado producto faltante (FP).

Para poder dar pie al desarrollo de este trabajo de título, en primera instancia se abarcó uno de los punto principales el cual fue dar selección a los productos con los cuales se trabajó, para ello es de suma importancia determinar la información relevante para el CD, esto fue realizado por medio de metodologías ABC y matriz de cuadrantes los cuales son métodos sencillo y económicos que permite dar mayor enfoque a aquellos productos más relevantes, pues algunas empresas como es el caso del CD dan una importancia uniforme a la totalidad de los productos, en este caso de los 311 productos refrigerados solo se seleccionaron 20 productos, los cuales corresponden a 6% de la variedad, representando el 53% de la demanda, el 62% del quiebre de stock por producto faltante (FP) en unidades y el 74% de las pérdidas económicas para el centro de distribución, los restante de estos productos podrían ser sujetos a evaluación mediante el método de pronóstico e inventario pero que actualmente no fueron objeto de estudio en este trabajo de título.

Otro punto de importancia fue establecer un método de pronóstico adecuado, pues es la base para poder gestionar un modelo de inventario correcto y que actualmente como se demostró durante el desarrollo de este trabajo de título no se presenta, pues el centro de distribución utiliza un método basado en promedio de las ventas pasadas el cual incluye quiebres de stock y que por lo demás no proyectan una demanda futura que se acerque adecuadamente a la realidad, lo cual se ve reflejado para el periodo 3 en pérdidas por concepto de producto faltante, el cual corresponde 73 mil productos valorizados en \$2.502 millones para los 20 productos en estudio, es por ello que se indago en métodos más sofisticados para poder establecer

la demanda futura para lo cual se utilizó el software Crystal Ball que permitió escoger el método ARIMA validado en el desarrollo del trabajo y considerándose un buen método de pronóstico. Para obtener resultado de cuanto es la cantidad adecuada a solicitar para mantener un inventario adecuado y así satisfacer la demanda, se escogió un modelo de inventario de periodos fijo o modelo P, en el cual se integró el método de pronóstico anteriormente desarrollado estableciéndose un modelo de gestión de inventario el cual considera un método ARIMA para generar un pronóstico, un stock de seguridad definido en 1,96 desviaciones estándar, siendo este la base para definir la cantidad adecuada a solicitar y mantener un inventario adecuado para satisfacer la demanda.

Por medio de este modelo P propuesto se logra cumplir con el objetivo principal de este trabajo de título que es disminuir los quiebres de stock ocasionado por el faltante de productos (FP) en almacén, éste modelo fue evaluado para el periodo 3 donde los resultado fueron favorables pues los quiebres de stock por faltante de productos (FP) disminuyeron a cero, es decir si este modelo hubiese sido implementado durante éste periodo las pérdidas habrían disminuido en \$2.502 millones, la demanda insatisfecha (DI) habría disminuido un 74% anual y los ingresos habrían aumentado en un 10% para el mismo periodo. Por otro lado se estimó la evaluación integrando el método de pronóstico ARIMA para los 9 periodos correspondiente a noviembre y diciembre del año 2016, aquí se logran resultados como:

- Para la situación actual el porcentaje de producto faltante (FP) tiene un promedio semanal del 10%, en cambio con el modelo propuesto este disminuye a tan solo a un 4%, lo que conlleva a un aumento del Nivel de Servicio que para la situación actual bordea el 85% y con el modelo propuesto llega a obtener el 92% de Nivel de servicio aumentando un 7%.
- Las pérdidas de ingresos por venta ocasionadas por el producto faltante (FP) de la totalidad de los productos refrigerados disminuyeron en promedio semanal de 76% y los ingreso por ventas adicionales aumentaron un promedio semanal de un 10%, por otro lado de forma mensual los ingresos por ventas aumentaron en un 11% para noviembre y un 10% para el mes de diciembre.
- El ingreso económico adicional generado por la disminución de la demanda insatisfecha al disminuir el producto faltante (FP) haciende a un promedio de 53 millones de forma

semanal, por otro lado de forma mensual el aumento de ingreso económico haciende a \$249 y \$235 millones para noviembre y diciembre del año 2016.

Este modelo de gestión de inventario propuesto logra generar la disminución de la demanda insatisfecha (DI) ocasionada por el producto faltante (FP) en bodega de un 10% a un 4%, como se mencionó en el desarrollo de este trabajo el Nivel de Servicio entrega beneficios económicos, de imagen y fidelidad por parte de los clientes, es por ello que hace se suma importancia poder disminuir la demanda insatisfecha (DI) y así mejorar el Nivel de Servicio (NS). Si bien en el inicio de este trabajo de título fue posible identificar las causas que ocasionaban una demanda insatisfecha, mediante su desarrollo también fue posible dar una solución concreta, donde se observó que el CD al igual que otras empresas tienen la información y la solución de forma accesible, pero al no realizar estudios constantes como evaluaciones económicas, rotaciones de inventario, análisis ABC e indicadores de quiebre de stock, no visualizan realmente el problema y la posible solución, lo cual si se realizó en este trabajo, donde controlando solo un 6% de la variedad de productos se logra disminuir la demanda insatisfecha por producto faltante (FP) de un 10% a un 4% y aumentar el NS de un 85% a un 92%. Por lo demás mediante el control adecuado de estos 20 productos correspondiente tan solo al 6% también se obtienen beneficios económicos, pues al mejorar el Nivel de Servicio en un 7% también se logra generar utilidades adicionales de \$162 y \$152 millones para los meses de noviembre y diciembre del año 2016 con una utilidad promedio de \$136 millones mensuales.

Considerando que el objetivo principal de este trabajo de título es “Diseñar un modelo de gestión de inventario para disminuir los quiebres de stock y mejorar el Nivel de Servicio”, el cual se desarrolló mediante las metodologías anteriormente expuestas en los distintos capítulos, por medio de la validación del modelo se puede decir que se cumple satisfactoriamente con el objetivo donde se logra disminuir la demanda insatisfecha (DI) por productos faltantes (FP) en un promedio semanal de un 76%, bajando el porcentaje de quiebre semanal de un 10% a un 4% y mejorando el Nivel de Servicio en un 7 %.

Por lo demás teniendo en consideración ambos parámetros como el cumplimiento del objetivo de este trabajo título y un evaluación económica positiva de beneficio costo (B/C) , se recomienda al Centro de Distribución Agrosuper ubicado en la ciudad de Viña de Mar

implementar la propuesta de gestión de inventario en un periodo de prueba como mínimo de 6 meses para poder evaluar el comportamiento más allá de 2 meses que fue lo validado en este trabajo de título, por lo demás esto permitirá ir adecuando los stock de seguridad en función de la rotación, además se propone esta implementación pues no requiere una mayor inversión de capital y entrega altos beneficios económicos y de fidelidad para el Centro de Distribución por medio de la mejora del Nivel de Servicio.

Adicionalmente y de forma final se recomienda al Centro de Distribución mantener una base de datos actualizada con una información correspondiente a demandas, ventas y quiebres de stock de forma accesible, generando reportes de forma fácil y constante para poder mantener el control adecuado de los inventario en almacén, como también trabajar con la información adecuada, es decir con la demanda del cliente para generar los pronósticos y tener un enfoque categorizado de los productos de acuerdo a su impacto, pues al controlar solo unos pocos se puede tener altos beneficios para el Centro de Distribución.

Bibliografía:

[Agrosuper14] Memoria Agrosuper 2014. (Disponible vía Web en www.agrosuper.com/pdf/Memoria%20Agrosuper%20S.A.%202014.pdf visitada en Noviembre del 2016).

[Angel&sedado] Angel.J., Sedado.M., Vila.a. Distribucion normal. Universidad Oberta de Catalunya.

[Arango13] Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC. Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales, Manizales, Colombia. 2013.

[Ballou04] Ballou, Ronald.H. Logística, Administración de la cadena de suministro. Mexico 2004. Pearson (5ta edición).

[Chase04] Chase,R., Jacob,F. & Alquilano,N. Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva. México 2004. McGraw-Hill. (10a edición).

[DemandPlanning17] Demand Planning & Sales Forecasting 2017. (Disponible vía Web en <https://www.yumpu.com/es/document/view/49279952/descargar-articulo-completo-celogis/6> visitada en Noviembre del 2017).

[Gaither & Frazier00] Gaither,N & Frazier,G. Administración de Producción y Operaciones, México y América Central 2000.International Thomson Editores (4ta edición).

[Hanke & Wicher06] Hanke,J & Wichern,D. Pronósticos en los negocios. México 2006. Pearson (8va edición).

[Llanos98] Llanos,Q. Técnicas Estadísticas de Predicción. Universidad Inca Garsilaso de la Vega, Facultad de Ciencias Administrativas y Ciencias Económicas, capítulo 9 técnicas de suavización.

[Nahamias07] Análisis de la producción y las Operaciones. Mexico2007. MCGraw-Hill. (6ta edición).

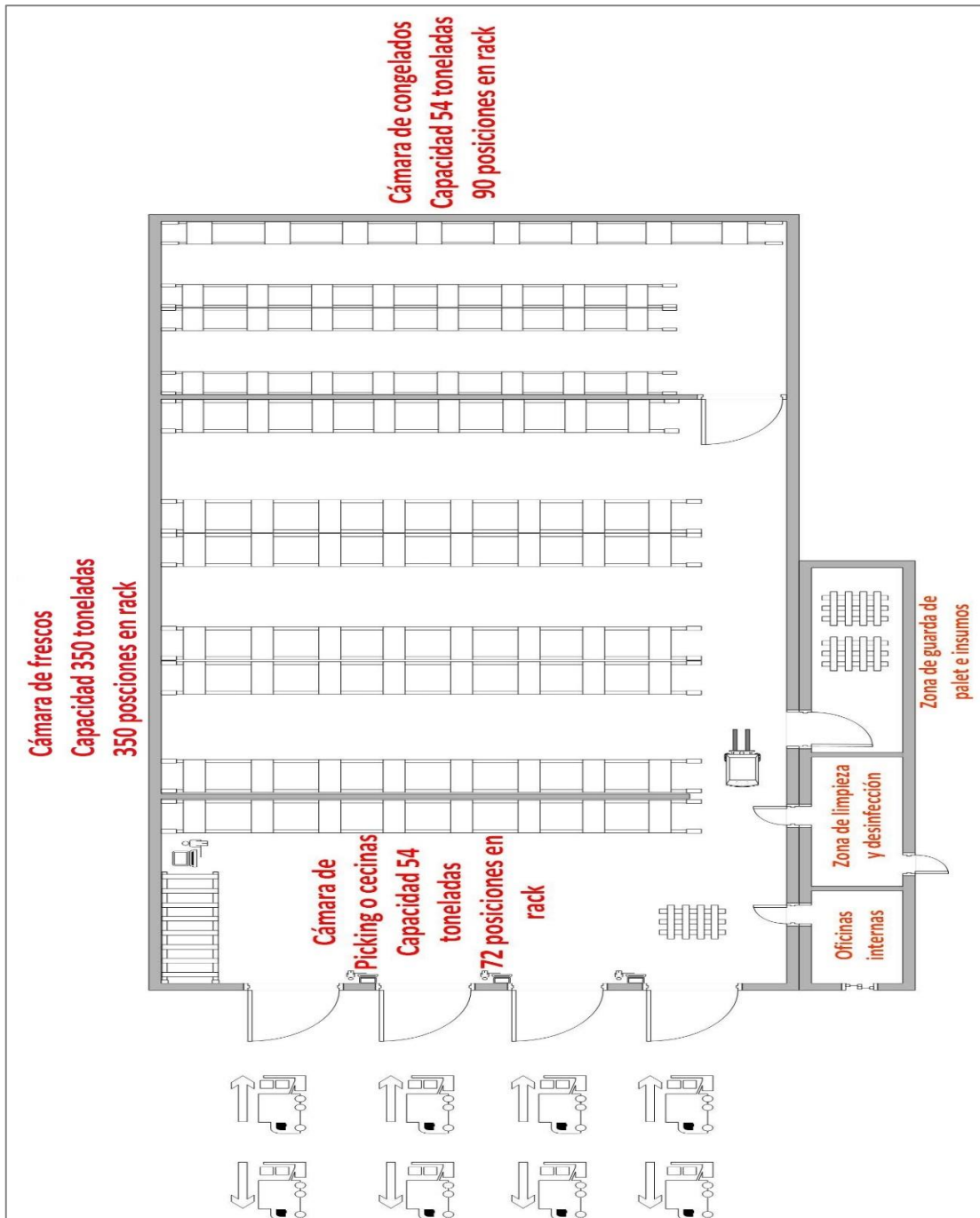
[Prueba de bondad18] Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov. Unveridad de las Palmas Gran Canaria. (Disponible vía Web https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/5/5015/Complemento_3_Prueba_de_Bondad_de_Ajuste_de_Kolmogorov_Smirnov.pdf visitada en marzo de 2018).

[Quesada18] Análisis de las series de modelos Heterocedásticos (Disponible vía Web en <http://masteres.ugr.es/moea/pages/tfm1011/analisisdeseriesmodelosheterocedasticos/> visitada en junio 2018).

[Render & Heiser04] Render,B & Heiser,J. Principios de Administración de Operaciones, Mexico 2004. Pearson educación. (5ta edición).

Anexos

Anexo 1- Infraestructura y capacidad por almacén



Fuente: Elaboración Propia con datos otorgados por Agrosuper.

Anexo 2- Nivel de servicio

Para comenzar es importante aclarar la diferencia entre Nivel de Servicio y Servicio al Cliente, según [Render & Heiser04] establece que el primero se basa en la probabilidad de no llegar a una situación de desabastecimiento o también de no perder las ventas en una cierta empresa, en cambio el segundo es un conjunto de actividades interrelacionadas que ofrece la empresa con el fin de que el cliente obtenga un producto en el momento y lugar adecuado asegurando el uso correcto del mismo, la principal diferencia entre estos dos términos radica en que el Nivel de Servicio lo define la empresa, en cambio el Servicio al Cliente lo define el mismo cliente. Tanto el Nivel de servicio (NS) como la demanda insatisfecha (DI) son porcentajes complementario pues uno representa los pedidos satisfechos y el otro los pedidos insatisfechos, a continuación se describe los concepto y de forma posterior se presenta la fórmula de como calcular cada uno

- Nivel de Servicio (NS): Es el cumplimiento que el Centro de Distribución realiza con los clientes, es decir la probabilidad que tienen el almacén de cumplir con la demanda del cliente y representa aquellas unidades dentro de la demanda que si son entregadas a los clientes.
- Demanda insatisfecha (DI): Son aquellos productos que siendo demandados o solicitados por el cliente no serán otorgados a este por uno u otro motivo.

$$DI = \frac{\text{Pedidos no satisfechos}}{\text{Demanda}} \times 100 \quad \text{Demanda insatisfecha}$$

$$NS = \frac{\text{Ventas}}{\text{Demanda}} \times 100 \quad \text{Nivel de Servicio}$$

$$\%NS + \%DI = 100\% \quad \text{Suma de NS y DI}$$

Anexo 3- Marco teórico

Tipos de demanda:

- Demanda dependiente: Es aquella demanda de un producto o servicio que se da en función de otro producto o servicio.
- Demanda independiente: Es aquella demanda que no se deriva del consumo de otro producto, como por ejemplo los productos terminados en el centro de distribución que se analizarán más adelante, los cuales serán objeto de estudio.

Por otro lado los pronósticos se clasifican según el tipo de información con la que se cuenta, la cual puede ser información cualitativa o cuantitativa

- Modelos cuantitativos: Autores como [Chase04] describen estos modelos como aquellos que se derivan del análisis de datos, en este tipo de modelos se diferencian dos ramas: Un método de serie de tiempo, el cual consideran datos históricos de la demanda y mediante la proyección al futuro por medio de modelos matemáticos son capaces de pronosticar la demanda que se acerca a la realidad y por otro lado se tienen los modelos causales los cuales ocupan datos que provienen de fuentes distintas a la serie que se pronostica, es decir que pueden haber otras variables que pueden interferir en el pronóstico futuro de los datos, entre las metodologías se encuentran: Regresión lineal, promedios móviles, promedios móviles ponderados, suavización exponencial y suavización exponencial con tendencia, entre otros.

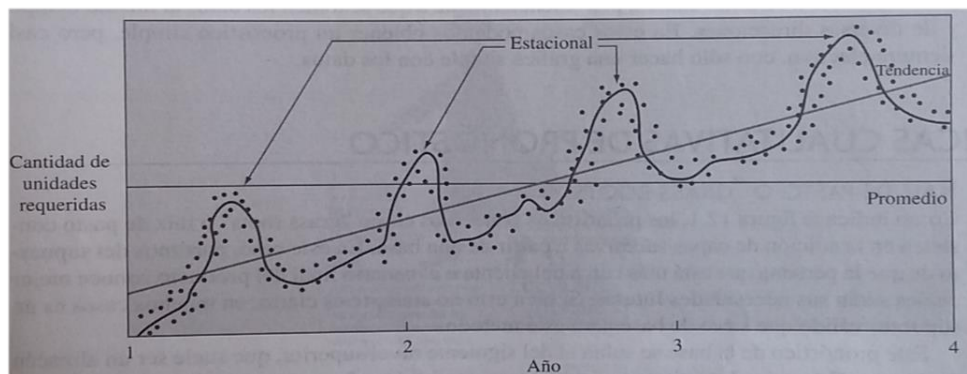
Con respecto al pronóstico cuantitativo, cabe destacar que se realiza sobre un horizonte de tiempo, el cual puede ser: a largo plazo, mediano plazo o corto plazo. Además, estos pronósticos son enfocados a decisiones de tipo estratégico, táctico y operativo respectivamente, a continuación se muestra una clasificación según [Render&Heiser04]

- Pronostico a corto plazo: El horizonte de tiempo es hasta 1 año, aunque en la mayoría de los casos es menor a 3 meses.
- Pronostico a mediano plazo: El horizonte es desde 3 meses hasta 3 años.
- Pronostico a largo plazo: El horizonte es desde 3 años o más.

Series de tiempo

Las series de tiempo se basan en datos históricos separados en intervalos iguales de tiempo, los cuales pueden ser: semanas, meses, trimestres o años, estos se utilizan para prever el futuro, basándose en el comportamiento de la serie por medio de modelos matemáticos. Algunos autores establecen que *Los datos de series de tiempo para pronósticos implican que los valores futuros se predicen solamente a partir de los valores pasados* [Render&heiser01]. Al evaluar una serie de tiempo y descomponerla se diferenciarán 4 componentes que se ilustran en la siguiente figura [Chase04].

- Ciclo: Es un patrón de datos que puede abarcar varios años antes de que se vuelva a repetir
- Tendencia: Es ilustrada como una línea con pendiente la cual puede ser positiva o negativa
- Fluctuación aleatoria: Es un patrón que resulta de variaciones aleatorias o de causas que no son explicadas.
- Estacionalidad: Es un patrón de datos que se repite después de un periodo de días, semanas, meses o trimestres. Existen 6 patrones de estacionalidad los que se presentan en la tabla a continuación.



Fuente: [Chase04]

Periodo antes de que se repita el patrón	Duración de la estación	Cantidad de estaciones en el patrón
Año	Trimestre	4
Año	Mes	12
Año	Semana	52
Mes	Semana	4
Mes	Día	29-31
Semana	Día	7

Fuente: [Gaither & Frazier00]

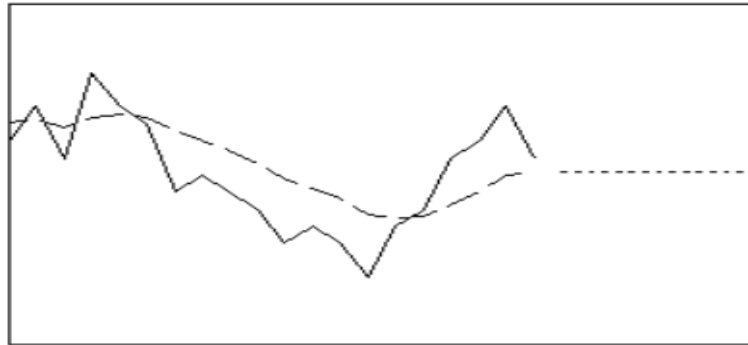
Para seleccionar el pronóstico adecuado se debe conocer como está compuesta la demanda, es por ello que se debe analizar el comportamiento de ésta observando si posee alguno de los componentes como tendencia, estacionalidad, ciclos o fluctuaciones aleatorias. Una vez analizado estos componentes se podrá saber que método de pronóstico es el adecuado para los datos con los que se pretende realizar la proyección, por otra parte, la selección también dependerá de factores como:

- El periodo que cubrirá el pronóstico.
- La disponibilidad de datos.
- La exactitud requerida.
- El monto de presupuesto para pronosticar.
- La disponibilidad de personal calificado.

Métodos de Pronósticos

Método de suavizado exponencial simple

Este método suaviza los datos al calcular los promedios ponderados exponencialmente, el cual ofrece pronósticos a corto plazo, además este método se utiliza para datos que no poseen tendencia y tampoco estacionalidad [Llanos98]. En síntesis, éste método se aplica cuando no se tiene tendencia, no se tiene estacionalidad y los datos de pronóstico se estiman en un corto plazo.

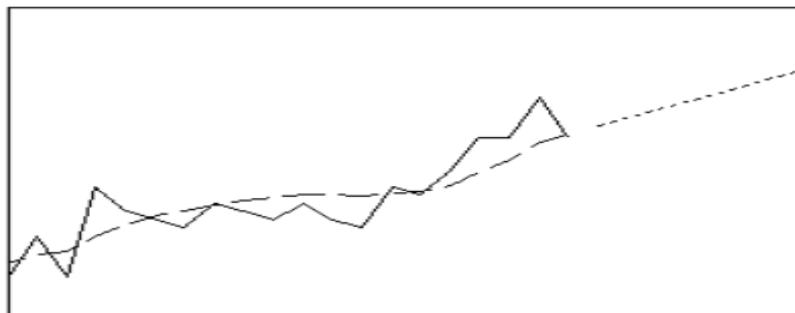


Fuente: Manual Software Minitab

Esta técnica consta en la atenuación de los datos de la serie de tiempo, obteniéndose el promedio de forma exponencial, donde los datos más antiguos tienen un menor peso y los datos más recientes un peso mayor, debido a la constante de suavización α .

Método de suavizado exponencial doble

El método exponencial doble suaviza los datos por medio de una suavización exponencial doble, ofreciendo pronósticos a corto plazo, el cual se usa cuando la serie de tiempo posee tendencia, por otra parte los cálculos que se realizan son para dos componentes: el nivel de la serie y la tendencia. En resumen este método es aplicable cuando la serie posee una tendencia constante o no constante, sin patrón de estacionalidad y para pronósticos a corto plazo. [Nahamias07].



Fuente: Manual Software Minitab

Para el cálculo de este método se calcula primero una suavización exponencial simple para cada valor de la serie, la que se expuso anteriormente para luego realizar una segunda suavización exponencial sobre los resultados obtenidos en la primera.

Método de Holt Winters Aditivo y Multiplicativo

Este método en un principio fue desarrollado por Holt, el cual solo incluía la tendencia, posteriormente fue ampliada por Winters incluyendo tanto tendencia como estacionalidad y actualmente se conoce como la metodología Holt-Winters. Este método de pronóstico derivado del método de Holt incorpora una tercera constante δ denominada índice de estacionalidad para corregir la serie de tiempo, específicamente los efectos que produce la estacionalidad y que influyen en los pronósticos, por lo tanto se contara con 3 constantes de suavización que ayudan a determinar el nivel de importancia que se les dará a los valores más antiguos de serie de tiempo, las constantes son α β δ los cuales corresponden a: serie de tiempo, tendencia y estacionalidad. Además este método posee dos variaciones el aditivo y el multiplicativo, el método aditivo de Holt-Winter asume que las variaciones o estacionalidades son constantes y no dependen del nivel medio de la serie, en cambio el método multiplicativo supone que las estacionalidades de las series de tiempo si varían en función del nivel medio de la serie [Hanke & Wicher06] .

Según autores como [Llanos98] para cada variación del método ya sea aditiva o multiplicativa se contara con 3 ecuaciones de suavización una para cada constante y una ecuación general que reunirá a las 3 ecuaciones suavizadas para generar el pronóstico, por otro lado los valores de α β δ serán únicos los cuales pueden ser determinados de forma subjetiva, es decir según el criterio del encargado de pronosticar o bien fijándose en el mejor error que genere el pronóstico, si bien cualquiera sea el caso los valores de estas constantes deben estar entre 0 y 1.

- **Método de Holt Winters Aditivo:** Este método se aplica cuando los datos de la serie de tiempo poseen una estacionalidad constante a medida que la tendencia aumenta o disminuye. Cabe mencionar que se basa sobre el método de descomposición estacional aditiva que se explica en el apartado siguiente.

- **Método de Holts Winters multiplicativo:** Este método se aplica cuando los datos de la serie de tiempo tienen una estacionalidad que no es constante, es decir varía conforme a si la tendencia aumenta o disminuye. Se basa en el método de descomposición estacional multiplicativo descrito más adelante.

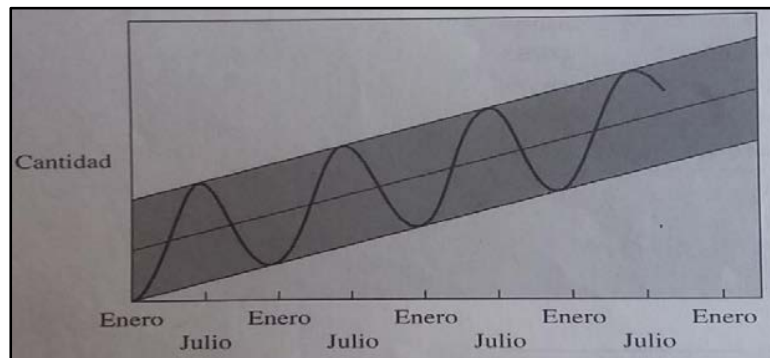
Método de descomposición de las series de tiempo

El análisis por descomposición busca realizar un estudio de las componentes de tendencia, estacionalidad variaciones aleatorias y ciclos por separado, para posteriormente reunirlos y realizar una proyección hacia el futuro [Llanos98]. Estos componentes se pueden combinar entre sí y con otros métodos para generar un pronóstico el cual puede ser a corto o largo plazo.

Una de las ventajas de esta descomposición es que nos permite suprimir algunos de los componentes, permitiendo observar cómo se comportan el resto de las variables, también es utilizado cuando alguna de las variables no nos permite observar con claridad las restantes. Es importante saber que para esta descomposición se debe tener claro la relación entre las variantes y la serie original, esto quiere decir, que al utilizar un modelo matemático que exprese una variable a estudiar, ésta debe estar expresada en función de la tendencia, ciclos, estacionalidad y fluctuaciones aleatorias. Este método de descomposición puede ser aditivo o multiplicativo y no se da por sí solo, sino que debe ir acompañado de un tipo de suavización.

- **Método de descomposición con componente Estacional Aditiva**

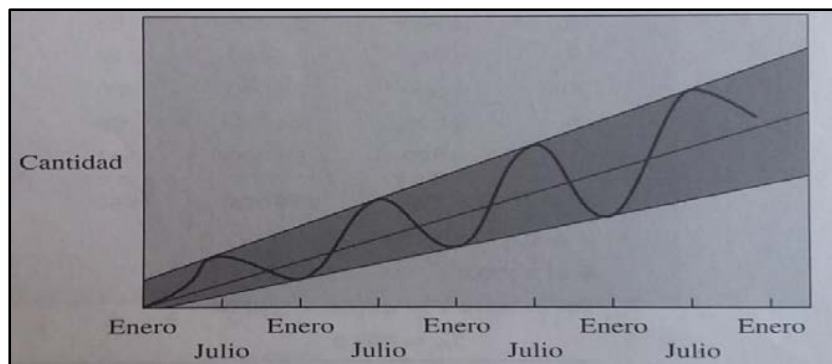
El método de descomposición estacional aditiva supone que el monto estacional es constante independiente de cuál sea la tendencia o el monto promedio [Chase04], esto quiere decir, que la estacionalidad tendrá los mismos picos a lo largo de la serie de tiempo lo cual se observa en la figura. Se denomina aditivo porque suma todas las variantes de la serie de tiempo en función de la variable en estudio.



Fuente: [Chase04]

- **Método de descomposición con componente Estacional multiplicativo:**

En este modelo supone que la variación de la estacionalidad no es constante durante la serie de tiempo, sino que depende de la tendencia [Chase04], en la figura se observa que la estacionalidad varía en función de la tendencia. Se denomina multiplicativo debido a que todas las variantes de la serie de tiempo son multiplicadas unas con otras en función de la variable en estudio.



Fuente: [Chase04]

Suavización estacional aditiva y multiplicativa

Conforme a los dos métodos aditivo y multiplicativo anteriormente expuestos mediante autores como [Llanos 98], [Chase 04] y [Hanke & Wicher06] donde se mencionó que estos no se desarrollaran por sí solo, sino que tendrán que incorporar un método de

suavización para definir el pronóstico, es por ello que se desarrollará el método de suavización estacional aditivo y suavización estacional multiplicativo. Dicho lo anterior, los métodos de suavización son los mismos descritos en la descomposición estacional, pero con la diferencia que se incorporara una constante de suavización para definir el pronóstico

- **Suavización estacional aditiva (SEA)**

Este método se basa en separar la serie de datos en un índice de estacionalidad y nivel de serie, proyectándolos cada uno hacia adelante y reuniéndolos en una previsión, su aplicación es más efectiva cuando la serie de datos no posee tendencia pero si una estacionalidad que no cambia a lo largo del tiempo.

- **Suavización estacional multiplicativa (SEM)**

Este método se basa en separar la serie de datos en un índice de estacionalidad y nivel de serie, proyectándolos cada uno hacia adelante y reuniéndolos en una previsión, su aplicación es más efectiva cuando la serie de datos no posee tendencia pero si una estacionalidad que a diferencia del estacional aditivo si cambia a lo largo del tiempo.

Medidas de precisión en pronósticos

Desviación media estándar o varianza (MAD)

Mide el valor medio de un dato observado en función un dato esperado o proyectado, es decir, cuánto se aleja la demanda real de aquella que se obtuvo por pronóstico en un numero finito de periodos, su cálculo se observa en la siguiente fórmula

$$DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |At - Ft|}{n}$$

Fuente: [Render & Heiser04]

Dónde:

t : Numero de periodos, $t = 1, \dots, n$

At : Demanda real para el periodo t

Ft : Demanda pronosticada para el periodo t

n : Total de periodos

|| : Símbolo usado para indicar el valor absoluto del tamaño de los errores independientemente de los signos positivos y negativos

Error cuadrático medio (RMSE)

Según autores como [Render & Heiser04] esta medición de precisión acusa los errores extremos debido al término de elevación al cuadrado acentuando las desviaciones importantes, es decir, aquellos errores de mayor valor. A modo de ejemplo: en el periodo 1 en cual se tiene un valor de error dos veces más grande que en el periodo 2, al aplicar el error cuadrático medio (RMSE) se obtendrá que el periodo 1 será 4 veces mayor que el periodo 2, debido a la elevación cuadrática, esta medida de precisión se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$MSE = \frac{\sum(\text{errores de pronóstico})^2}{n}$$

Fuente: [Render & Heiser04]

Inventarios

Es importante en una organización contar con una gestión de inventario, la cual permita saber cuáles son los productos que se deben solicitar, en que cantidad y en qué momento realizar este pedido. En base a lo que dicen ciertos autores, hay 5 propósitos para tener un inventario según autores como [Chase04].

- Conservar la independencia de las operaciones: El suministro de materiales en un centro de trabajo, le permiten tener flexibilidad en sus operaciones.
- Afrontar variaciones de la demanda del producto: La demanda nunca se puede pronosticar de manera exacta, por lo tanto el inventario se comporta como un colchón de existencias ante las distintas variaciones.
- Permite la flexibilidad al programar la producción: Las existencias en el inventario alivian la presión sobre la capacidad que el sistema de producción tiene para poner en circulación los bienes.
- Ofrecer una salvaguarda contra las variaciones en los tiempos de entregas de las materias primas: Puede ocurrir en algún caso que el proveedor se demore más tiempo de lo estimado en llegar las existencias solicitadas.
- Sacar provecho del tamaño económico de la orden de compra: Realizar un pedido entraña costos asociados a la mano de obra, las llamadas telefónicas, transporte entre otros, por tanto, cuanto mayor sea cada pedido menor será la cantidad de veces que tendrán que realizarse.

Al mantener un inventario hay ciertos costos que van asociados a este como:

- Costo por mantener un inventario: Se asocia a los costos de las instalaciones de almacenaje, manejo, seguros, hurto, daños, obsolescencia, depreciación, impuestos y el costo de oportunidad del capital.
- Costos de producción: Asociados a la fabricación de productos distintos, obtención de materiales necesarios, preparación de equipos de forma específico, son costos asociados al cambiar de un producto a otro.
- Costo de orden: Asociados a los costos administrativos y de personal para preparar la orden de compra o de producción.
- Costos por desabasto: Asociadas a la falta de existencias en bodega, donde cada orden que necesita de este artículo debe esperar hasta ser reabastecida o bien ser cancelada.

Para establecer un volumen correcto de la orden hacia los proveedores o hacia las instalaciones productivas de la empresa, debemos encontrar el costo total mínimo resultando de una combinación de los cuatro costos anteriormente mencionados.

Sistema de inventarios

Los sistemas de inventarios se encargan de gestionar y controlar las existencias con las que se cuenta, la cantidad que se necesitará en un futuro para poder satisfacer la demanda, cuando realizar una orden de pedido y con qué frecuencia se debe realizar ésta, considerando factores tales como: stock de seguridad, lead time y otros, para tener el mínimo de inventarios sin afectar ningún proceso. Según algunos autores un sistema de inventario “*proporciona la estructura de organización y las políticas de operaciones para mantener y controlar los artículos que se tendrán en existencia*” [Chase04]. En los sistemas de inventarios se distinguen dos tipos, sistema de inventarios para un solo periodo y sistemas de inventarios para varios periodos, el primero se diferencia por realizar una orden de pedido solo una vez, el cual cubre un periodo fijo de tiempo, en cambio para varios periodos la orden se realizará periódicamente y se mantendrá un inventario para ser utilizado según el comportamiento de la demanda. En este proyecto de Título se abarcará aquel sistema de inventarios para varios periodos.

Sistema de inventarios para varios periodos

Los sistemas de inventarios para varios periodos busca mantener la disponibilidad de los artículos en todo momento, para ello establece varias órdenes a lo largo del periodo, donde la lógica del sistema determina el volumen de las ordenes y los tiempos de estas. Hay que mencionar además que en todo sistema de inventario participa un factor fundamental que es la demanda, ésta puede ser dependiente o independiente. La demanda dependiente como se nombró anteriormente es aquella que depende de otros productos como el armado de un coche, en cambio la demanda independiente no depende de ningún producto y son principalmente aquellos artículos al final de su proceso.

Dentro de los sistemas de inventarios para diversos periodos se encuentran dos modelos los de cantidad fija de orden (Modelos Q) y los modelos de periodos fijos (Modelos P), el primero se activa por algún evento, es decir, cuando la cantidad de existencias en inventario de cierto artículo llegue a un nivel determinado de unidades, en aquel instante es el momento adecuado para solicitar una nueva orden con una cantidad Q definida y así reabastecer, en cambio el segundo se activa por factor tiempo, es decir, se activara cuando pase un periodo

de tiempo T , momento en el cual se pondrá una nueva orden con una cantidad Q por definir para reabastecer el almacén. Con respecto a ambos modelos se pueden nombrar algunas diferencias entre estos dos modelos

- El modelo de los periodos fijos tiene un inventario promedio más alto, debido a que debe dar protección contra el desbaste durante los periodos T entre revisiones, en cambio el modelo de cantidad fija no posee un periodo entre revisiones.
- El modelo de cantidad fija obliga a estar siempre atento a las existencias y estar obteniendo información actualizada de manera constante para saber el momento en que poner una orden, en cambio el modelo de periodo fijo solo realiza una revisión un tiempo antes de que llegue el momento de poner la orden.
- El modelo de cantidad fija es más conveniente para bienes de mayor valor, porque el inventario promedio es más bajo.
- El modelo de cantidad fija es más aconsejable para bienes de mayor importancia debido a la mayor vigilancia que se realiza en este modelo, permitiendo una respuesta más expedita ante un posible desbaste.
- El modelo de cantidad fija requiere más tiempo porque se debe llevar registro de cada unidad añadida o retirada.

Modelo de cantidad fija de orden (Q)

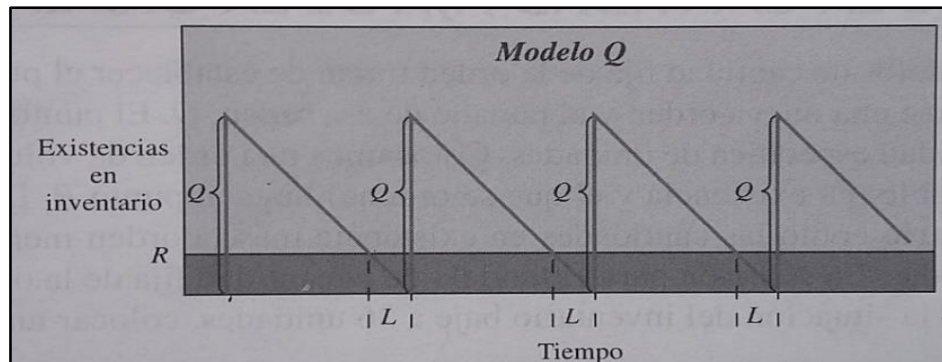
Este modelo de inventario también conocido como dientes de serrucho se desarrolla en base a dos factores principales, el denominado punto de reorden (R) y al volumen de la orden (Q) [Chase04]. El punto de reorden es definido por la cantidad de existencias que se encuentran en bodega, es decir, hay un nivel mínimo al que un artículo puede llegar (R) y es en aquel instante donde se coloca una nueva orden con un volumen Q definido (Q). Este modelo se basa en algunos supuestos:

- La demanda del producto es constante y uniforme a lo largo del periodo.
- El tiempo de entrega desde la colocación de la orden hasta su recepción es constante.
- El precio por unidad de producto es constante.
- El costo de mantener un inventario resulta ser el inventario promedio.

- Los costos por colocar la orden o la preparación son constantes.
- Todas las demandas del producto serán satisfechas.

La forma en la cual funciona este modelo se expone mediante la siguiente figura, donde se observa que hay un punto fijo de reorden (R) en el cual se coloca la nueva orden Q , es decir cada vez que las existencias de cierto producto baja a éste nivel se pondrá una nueva orden con un volumen Q definido, esperando un tiempo L de entrega o *lead time* hasta que llega la orden solicitada con las existencias

Para desarrollar el modelo y encontrar la cantidad adecuada (Q_{opt}) a solicitar se deben considerar en primera instancia el costo total (TC), donde participan el costo anual de la compra (DC), costo anual de la orden (DS/Q), y costo anual de mantener un inventario ($QH/2$).



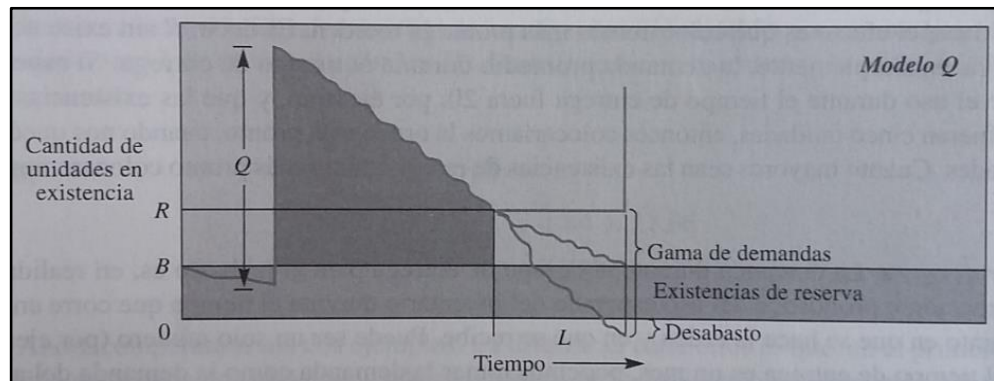
Fuente: [Chase04]

Niveles de existencias de reserva

El modelo anterior considera a la demanda y *lead time* (L) como constante, donde en el punto de reorden (R) se coloca un nuevo pedido con un volumen fijo Q , el cual es recibido cuando las existencias llegan a cero en un lapso de *lead time* (L), por el contrario esto en la

realidad no es así, por una parte la demanda varía día a día siendo esta no constante y por otro el lead time se puede ver afectado por distintas situaciones, es por esto que se debe contar con una cantidad de existencias de reserva para poder enfrentar estas distintas variaciones y no permitir el riesgo de desabasto.

Las existencias de reserva se define como “*volumen de inventario que se maneja en exceso de la demanda esperada*” [Chase04]. Al observar la siguiente figura Modelo Q con existencias de Reserva, se describe la misma situación que en la figura expuesta anteriormente, con la diferencia que existe un punto B, el cual es considerado como la cantidad de existencias de reserva. Aquí el *lead time* (L) va desde el punto de reorden (R) al punto B donde la orden será recibida, de esta forma se generará el reabastecimiento sin tocar las existencias de reserva, además cabe mencionar que el riesgo de desabasto se genera en el tiempo de entrega L, el cual en éste modelo es aminorado por tener existencias de reserva.



Fuente: [Chase04]

Anexo 4- Demanda y quiebre de stock para el periodo 3

Estado	Material	Demanda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1010078	188.589	24.479	10,87%
Refrigerado	1010048	94.567	13.239	5,88%
Refrigerado	1010002	56.913	7.399	3,28%
Refrigerado	1040172	47.007	5.587	2,48%
Refrigerado	1020013	46.272	5.923	2,63%
Refrigerado	1040005	40.801	4.966	2,20%
Refrigerado	1040173	38.494	4.053	1,80%
Refrigerado	1040170	30.043	3.159	1,40%
Refrigerado	1040135	25.881	2.804	1,24%
Refrigerado	1030211	24.714	2.998	1,33%
Refrigerado	1020253	24.248	2.803	1,24%
Refrigerado	1040286	23.007	2.470	1,10%
Refrigerado	1040004	21.984	2.292	1,02%
Refrigerado	1040285	21.408	2.299	1,02%
Refrigerado	1020001	21.112	2.859	1,27%
Refrigerado	1020027	19.556	2.517	1,12%
Refrigerado	1030275	18.028	2.138	0,95%
Refrigerado	1010169	15.913	2.137	0,95%
Refrigerado	1020224	15.884	1.770	0,79%
Refrigerado	1040021	15.740	1.635	0,73%
Refrigerado	1040494	14.852	1.582	0,70%
Refrigerado	1011738	14.348	1.720	0,76%
Refrigerado	1040187	13.485	1.430	0,63%
Refrigerado	1040184	13.267	1.438	0,64%
Refrigerado	1020010	12.948	1.660	0,74%
Refrigerado	1010010	12.939	1.755	0,78%
Refrigerado	1040152	12.569	1.333	0,59%
Refrigerado	1010086	11.481	804	0,36%
Refrigerado	1040146	11.278	1.196	0,53%
Refrigerado	1010267	10.908	1.283	0,57%
Refrigerado	1011879	10.798	983	0,44%
Refrigerado	1010124	10.660	863	0,38%
Refrigerado	1010194	10.086	706	0,31%
Refrigerado	1022083	9.675	700	0,31%
Refrigerado	1040591	9.669	1.021	0,45%
Refrigerado	1030020	9.328	669	0,30%
Refrigerado	1022148	9.097	546	0,24%
Refrigerado	1011460	8.752	684	0,30%
Refrigerado	1010130	8.749	489	0,22%
Refrigerado	1011299	8.148	557	0,25%
Refrigerado	1040598	7.971	846	0,38%
Refrigerado	1030026	7.969	522	0,23%
Refrigerado	1011950	7.888	602	0,27%
Refrigerado	1040299	7.873	917	0,41%
Refrigerado	1030540	7.786	455	0,20%
Refrigerado	1040551	7.741	802	0,36%
Refrigerado	1010034	7.509	461	0,20%
Refrigerado	1030361	7.448	518	0,23%
Refrigerado	1030541	7.193	512	0,23%

Estado	Material	Demanda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1011805	7.094	463	0,21%
Refrigerado	1010766	7.003	420	0,19%
Refrigerado	1030085	6.936	363	0,16%
Refrigerado	1010077	6.931	336	0,15%
Refrigerado	1010046	6.898	405	0,18%
Refrigerado	1040631	6.873	728	0,32%
Refrigerado	1010193	6.848	448	0,20%
Refrigerado	1022156	6.816	377	0,17%
Refrigerado	1040019	6.751	725	0,32%
Refrigerado	1020439	6.687	490	0,22%
Refrigerado	1022227	6.562	829	0,37%
Refrigerado	1040625	6.526	704	0,31%
Refrigerado	1011943	6.489	446	0,20%
Refrigerado	1011944	6.420	483	0,21%
Refrigerado	1010047	6.414	504	0,22%
Refrigerado	1040147	6.393	680	0,30%
Refrigerado	1010220	6.384	405	0,18%
Refrigerado	1020042	6.232	446	0,20%
Refrigerado	1020005	6.136	422	0,19%
Refrigerado	1020003	6.085	751	0,33%
Refrigerado	1040053	6.028	639	0,28%
Refrigerado	1022235	6.023	390	0,17%
Refrigerado	1021560	5.972	685	0,30%
Refrigerado	1040149	5.874	606	0,27%
Refrigerado	1040074	5.858	628	0,28%
Refrigerado	1022158	5.825	303	0,13%
Refrigerado	1040037	5.735	646	0,29%
Refrigerado	1040048	5.534	569	0,25%
Refrigerado	1030014	5.338	346	0,15%
Refrigerado	1030023	5.206	360	0,16%
Refrigerado	1030276	5.151	280	0,12%
Refrigerado	1040359	5.142	560	0,25%
Refrigerado	1022277	5.136	277	0,12%
Refrigerado	1040014	5.086	563	0,25%
Refrigerado	1010052	4.996	200	0,09%
Refrigerado	1011319	4.948	297	0,13%
Refrigerado	1040126	4.943	515	0,23%
Refrigerado	1030018	4.733	473	0,21%
Refrigerado	1040145	4.629	492	0,22%
Refrigerado	1040626	4.625	483	0,21%
Refrigerado	1040575	4.588	489	0,22%
Refrigerado	1040008	4.507	473	0,21%
Refrigerado	1011988	4.507	532	0,24%
Refrigerado	1020421	4.356	454	0,20%
Refrigerado	1040003	4.329	446	0,20%
Refrigerado	1040577	4.311	459	0,20%
Refrigerado	1011989	4.297	523	0,23%
Refrigerado	1040141	4.290	466	0,21%
Refrigerado	1010390	4.225	426	0,19%
Refrigerado	1040033	4.196	436	0,19%

Estado	Material	Demanda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1040629	4.166	443	0,20%
Refrigerado	1040576	4.155	444	0,20%
Refrigerado	1040628	4.129	438	0,19%
Refrigerado	1040455	4.111	448	0,20%
Refrigerado	1040383	4.010	420	0,19%
Refrigerado	1030182	4.006	421	0,19%
Refrigerado	1040618	3.987	443	0,20%
Refrigerado	1040469	3.962	374	0,17%
Refrigerado	1010095	3.855	405	0,18%
Refrigerado	1020258	3.791	371	0,16%
Refrigerado	1010202	3.781	350	0,16%
Refrigerado	1011894	3.748	482	0,21%
Refrigerado	1022084	3.666	397	0,18%
Refrigerado	1030017	3.663	391	0,17%
Refrigerado	1040136	3.528	364	0,16%
Refrigerado	1011418	3.467	360	0,16%
Refrigerado	1040552	3.462	357	0,16%
Refrigerado	1010096	3.430	345	0,15%
Refrigerado	1020163	3.414	360	0,16%
Refrigerado	1040129	3.325	346	0,15%
Refrigerado	1020305	3.319	356	0,16%
Refrigerado	1022200	3.300	356	0,16%
Refrigerado	1020137	3.284	340	0,15%
Refrigerado	1040486	3.198	349	0,15%
Refrigerado	1020417	3.153	335	0,15%
Refrigerado	1040553	3.144	325	0,14%
Refrigerado	1010978	3.126	322	0,14%
Refrigerado	1030234	3.116	325	0,14%
Refrigerado	1020014	2.992	315	0,14%
Refrigerado	1030053	2.952	310	0,14%
Refrigerado	1011419	2.766	259	0,11%
Refrigerado	1022090	2.748	290	0,13%
Refrigerado	1040002	2.743	259	0,11%
Refrigerado	1020446	2.740	292	0,13%
Refrigerado	1040183	2.636	281	0,12%
Refrigerado	1040583	2.457	257	0,12%
Refrigerado	1011402	2.448	258	0,11%
Refrigerado	1010387	2.441	260	0,12%
Refrigerado	1030088	2.371	248	0,11%
Refrigerado	1030113	2.363	246	0,11%
Refrigerado	1011895	2.328	299	0,13%
Refrigerado	1040584	2.314	243	0,11%
Refrigerado	1020165	2.297	239	0,11%
Refrigerado	1010103	2.271	222	0,10%
Refrigerado	1010111	2.252	234	0,10%
Refrigerado	1030210	2.233	239	0,11%
Refrigerado	1021683	2.216	227	0,10%
Refrigerado	1040175	2.210	226	0,10%
Refrigerado	1040180	2.148	220	0,10%
Refrigerado	1040588	2.075	219	0,10%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1040017	2.071	219	0,10%
Refrigerado	1011803	2.042	219	0,10%
Refrigerado	1022178	2.010	212	0,09%
Refrigerado	1010976	1.969	205	0,09%
Refrigerado	1022161	1.961	203	0,09%
Refrigerado	1040573	1.960	209	0,09%
Refrigerado	1040370	1.959	201	0,09%
Refrigerado	1022345	1.944	207	0,09%
Refrigerado	1040567	1.898	202	0,09%
Refrigerado	1011949	1.883	225	0,10%
Refrigerado	1040578	1.879	197	0,09%
Refrigerado	1010102	1.800	190	0,08%
Refrigerado	1030024	1.788	183	0,08%
Refrigerado	1020247	1.726	226	0,10%
Refrigerado	1030568	1.723	176	0,08%
Refrigerado	1020090	1.653	177	0,08%
Refrigerado	1020189	1.639	170	0,08%
Refrigerado	1040304	1.620	199	0,09%
Refrigerado	1040174	1.567	162	0,07%
Refrigerado	1020177	1.546	161	0,07%
Refrigerado	1011880	1.543	150	0,07%
Refrigerado	1011954	1.524	157	0,07%
Refrigerado	1021684	1.513	152	0,07%
Refrigerado	1022232	1.487	157	0,07%
Refrigerado	1022120	1.485	156	0,07%
Refrigerado	1040010	1.453	135	0,06%
Refrigerado	1011882	1.449	151	0,07%
Refrigerado	1040384	1.443	157	0,07%
Refrigerado	1010346	1.438	165	0,07%
Refrigerado	1010006	1.396	136	0,06%
Refrigerado	1010979	1.363	144	0,06%
Refrigerado	1022159	1.327	136	0,06%
Refrigerado	1010337	1.322	134	0,06%
Refrigerado	1040637	1.316	138	0,06%
Refrigerado	1010036	1.308	132	0,06%
Refrigerado	1020128	1.301	132	0,06%
Refrigerado	1011881	1.297	135	0,06%
Refrigerado	1030311	1.268	135	0,06%
Refrigerado	1040487	1.266	137	0,06%
Refrigerado	1021334	1.244	129	0,06%
Refrigerado	1021693	1.229	126	0,06%
Refrigerado	1011955	1.204	127	0,06%
Refrigerado	1022157	1.203	118	0,05%
Refrigerado	1040148	1.200	138	0,06%
Refrigerado	1030111	1.197	125	0,06%
Refrigerado	1030201	1.195	124	0,06%
Refrigerado	1040137	1.189	123	0,05%
Refrigerado	1010765	1.186	137	0,06%
Refrigerado	1010333	1.175	133	0,06%
Refrigerado	1030203	1.174	123	0,05%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1010987	1.160	122	0,05%
Refrigerado	1022301	1.159	118	0,05%
Refrigerado	1040075	1.152	120	0,05%
Refrigerado	1040590	1.151	125	0,06%
Refrigerado	1040638	1.151	120	0,05%
Refrigerado	1040059	1.149	120	0,05%
Refrigerado	1020270	1.135	118	0,05%
Refrigerado	1040307	1.134	122	0,05%
Refrigerado	1040636	1.133	119	0,05%
Refrigerado	1020007	1.107	110	0,05%
Refrigerado	1040431	1.098	116	0,05%
Refrigerado	1010733	1.080	116	0,05%
Refrigerado	1022324	1.080	113	0,05%
Refrigerado	1010040	1.064	116	0,05%
Refrigerado	1030310	1.055	112	0,05%
Refrigerado	1010988	1.048	111	0,05%
Refrigerado	1010125	1.036	98	0,04%
Refrigerado	1022323	1.006	103	0,05%
Refrigerado	1011310	983	92	0,04%
Refrigerado	1040652	973	100	0,04%
Refrigerado	1020269	965	98	0,04%
Refrigerado	1040362	951	99	0,04%
Refrigerado	1022199	922	93	0,04%
Refrigerado	1010136	907	90	0,04%
Refrigerado	1020186	898	88	0,04%
Refrigerado	1030071	885	92	0,04%
Refrigerado	1011878	882	98	0,04%
Refrigerado	1030536	881	93	0,04%
Refrigerado	1030214	875	90	0,04%
Refrigerado	1022364	870	96	0,04%
Refrigerado	1040063	796	81	0,04%
Refrigerado	1010745	778	74	0,03%
Refrigerado	1011368	777	77	0,03%
Refrigerado	1040058	776	72	0,03%
Refrigerado	1011884	759	79	0,04%
Refrigerado	1040529	736	89	0,04%
Refrigerado	1040043	733	68	0,03%
Refrigerado	1021686	718	76	0,03%
Refrigerado	1021687	717	74	0,03%
Refrigerado	1040171	707	73	0,03%
Refrigerado	1030004	704	73	0,03%
Refrigerado	1021712	694	69	0,03%
Refrigerado	1022160	684	71	0,03%
Refrigerado	1030249	677	66	0,03%
Refrigerado	1040528	671	86	0,04%
Refrigerado	1040128	670	70	0,03%
Refrigerado	1040309	660	72	0,03%
Refrigerado	1010045	656	68	0,03%
Refrigerado	1040144	637	59	0,03%
Refrigerado	1040153	631	66	0,03%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1011199	626	64	0,03%
Refrigerado	1022366	618	66	0,03%
Refrigerado	1030101	607	67	0,03%
Refrigerado	1040434	606	64	0,03%
Refrigerado	1010746	601	56	0,02%
Refrigerado	1021685	599	60	0,03%
Refrigerado	1010989	598	64	0,03%
Refrigerado	1010076	597	64	0,03%
Refrigerado	1011883	593	58	0,03%
Refrigerado	1020390	585	55	0,02%
Refrigerado	1022367	581	61	0,03%
Refrigerado	1022365	572	61	0,03%
Refrigerado	1011904	572	65	0,03%
Refrigerado	1020271	569	59	0,03%
Refrigerado	1030096	552	57	0,03%
Refrigerado	1020393	544	53	0,02%
Refrigerado	1022249	533	50	0,02%
Refrigerado	1010306	530	52	0,02%
Refrigerado	1011372	529	49	0,02%
Refrigerado	1020272	528	52	0,02%
Refrigerado	1040595	521	58	0,03%
Refrigerado	1030076	519	54	0,02%
Refrigerado	1010160	512	51	0,02%
Refrigerado	1030022	509	54	0,02%
Refrigerado	1040001	507	48	0,02%
Refrigerado	1011200	503	53	0,02%
Refrigerado	1020712	496	59	0,03%
Refrigerado	1040642	495	55	0,02%
Refrigerado	1010018	494	45	0,02%
Refrigerado	1040095	480	51	0,02%
Refrigerado	1022155	478	49	0,02%
Refrigerado	1020353	470	49	0,02%
Refrigerado	1011371	467	47	0,02%
Refrigerado	1020118	467	47	0,02%
Refrigerado	1040596	457	50	0,02%
Refrigerado	1030362	454	47	0,02%
Refrigerado	1020087	453	47	0,02%
Refrigerado	1040094	442	47	0,02%
Refrigerado	1030202	435	47	0,02%
Refrigerado	1020280	432	44	0,02%
Refrigerado	1011885	431	40	0,02%
Refrigerado	1040641	428	47	0,02%
Refrigerado	1030086	423	45	0,02%
Refrigerado	1010901	423	38	0,02%
Refrigerado	1011539	420	43	0,02%
Refrigerado	1011320	418	40	0,02%
Refrigerado	1011792	406	40	0,02%
Refrigerado	1040496	399	37	0,02%
Refrigerado	1040495	380	35	0,02%
Refrigerado	1030592	375	46	0,02%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1040464	360	39	0,02%
Refrigerado	1040133	348	36	0,02%
Refrigerado	1020113	344	36	0,02%
Refrigerado	1010335	343	35	0,02%
Refrigerado	1020426	331	34	0,02%
Refrigerado	1040574	309	29	0,01%
Refrigerado	1010105	309	32	0,01%
Refrigerado	1011641	306	29	0,01%
Refrigerado	1040018	305	32	0,01%
Refrigerado	1020335	305	28	0,01%
Refrigerado	1011831	305	30	0,01%
Refrigerado	1020114	301	28	0,01%
Refrigerado	1020310	293	26	0,01%
Refrigerado	1011079	289	36	0,02%
Refrigerado	1011829	282	28	0,01%
Refrigerado	1040118	281	26	0,01%
Refrigerado	1040632	280	31	0,01%
Refrigerado	1040459	274	29	0,01%
Refrigerado	1020073	272	28	0,01%
Refrigerado	1030553	270	28	0,01%
Refrigerado	1020180	262	25	0,01%
Refrigerado	1040127	260	28	0,01%
Refrigerado	1021601	255	26	0,01%
Refrigerado	1011868	253	24	0,01%
Refrigerado	1011370	236	22	0,01%
Refrigerado	1010728	233	24	0,01%
Refrigerado	1040633	231	21	0,01%
Refrigerado	1022023	205	22	0,01%
Refrigerado	1030052	192	23	0,01%
Refrigerado	1040117	192	18	0,01%
Refrigerado	1030552	192	20	0,01%
Refrigerado	1022376	184	23	0,01%
Refrigerado	1040634	182	17	0,01%
Refrigerado	1011426	181	17	0,01%
Refrigerado	1030080	180	17	0,01%
Refrigerado	1040656	177	21	0,01%
Refrigerado	1040490	176	17	0,01%
Refrigerado	1040534	158	15	0,01%
Refrigerado	1010741	154	14	0,01%
Refrigerado	1040050	150	14	0,01%
Refrigerado	1040589	149	13	0,01%
Refrigerado	1040535	148	14	0,01%
Refrigerado	1040657	146	17	0,01%
Refrigerado	1040338	136	12	0,01%
Refrigerado	1021510	136	14	0,01%
Refrigerado	1040533	132	12	0,01%
Refrigerado	1030042	132	15	0,01%
Refrigerado	1040579	130	12	0,01%
Refrigerado	1011860	121	11	0,00%
Refrigerado	1040648	119	13	0,01%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1040387	117	11	0,00%
Refrigerado	1021703	108	11	0,00%
Refrigerado	1010110	104	12	0,01%
Refrigerado	1022411	101	13	0,01%
Refrigerado	1040308	101	11	0,00%
Refrigerado	1011401	94	9	0,00%
Refrigerado	1040315	92	8	0,00%
Refrigerado	1020282	90	9	0,00%
Refrigerado	1022122	83	8	0,00%
Refrigerado	1020316	81	9	0,00%
Refrigerado	1022402	81	9	0,00%
Refrigerado	1040061	81	8	0,00%
Refrigerado	1030102	78	7	0,00%
Refrigerado	1022020	75	8	0,00%
Refrigerado	1040071	71	7	0,00%
Refrigerado	1020047	69	7	0,00%
Refrigerado	1030007	66	8	0,00%
Refrigerado	1040655	65	7	0,00%
Refrigerado	1010073	62	7	0,00%
Refrigerado	1040654	62	7	0,00%
Refrigerado	1022021	59	6	0,00%
Refrigerado	1040612	57	6	0,00%
Refrigerado	1022296	56	5	0,00%
Refrigerado	1040658	56	7	0,00%
Refrigerado	1040556	55	5	0,00%
Refrigerado	1040103	55	5	0,00%
Refrigerado	1022400	54	5	0,00%
Refrigerado	1040554	53	5	0,00%
Refrigerado	1020140	51	5	0,00%
Refrigerado	1010325	49	5	0,00%
Refrigerado	1022241	44	5	0,00%
Refrigerado	1022396	44	4	0,00%
Refrigerado	1022019	42	4	0,00%
Refrigerado	1022017	41	4	0,00%
Refrigerado	1020154	40	4	0,00%
Refrigerado	1022399	38	4	0,00%
Refrigerado	1022391	36	4	0,00%
Refrigerado	1040072	36	3	0,00%
Refrigerado	1022390	35	4	0,00%
Refrigerado	1020329	33	3	0,00%
Refrigerado	1022393	33	4	0,00%
Refrigerado	1022395	33	3	0,00%
Refrigerado	1022242	31	4	0,00%
Refrigerado	1022424	30	4	0,00%
Refrigerado	1022022	29	3	0,00%
Refrigerado	1020298	27	3	0,00%
Refrigerado	1022401	23	2	0,00%
Refrigerado	1020398	23	2	0,00%
Refrigerado	1011832	19	2	0,00%
Refrigerado	1021702	19	2	0,00%

Estado	Material	Demanda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Refrigerado	1022018	18	2	0,00%
Refrigerado	1012027	16	2	0,00%
Refrigerado	1030028	16	2	0,00%
Refrigerado	1022012	15	2	0,00%
Refrigerado	1022016	15	2	0,00%
Refrigerado	1022243	15	2	0,00%
Refrigerado	1020012	15	1	0,00%
Refrigerado	1022180	14	1	0,00%
Refrigerado	1020223	13	1	0,00%
Refrigerado	1011830	13	1	0,00%
Refrigerado	1040555	12	1	0,00%
Refrigerado	1040635	11	1	0,00%
Refrigerado	1040357	11	1	0,00%
Refrigerado	1020403	11	1	0,00%
Refrigerado	1020103	11	1	0,00%
Refrigerado	1021701	10	1	0,00%
Refrigerado	1040121	9	1	0,00%
Refrigerado	1010109	9	1	0,00%
Refrigerado	1022394	8	1	0,00%
Refrigerado	1020021	8	1	0,00%
Refrigerado	1011373	7	1	0,00%
Refrigerado	1012029	7	1	0,00%
Refrigerado	1020067	7	1	0,00%
Refrigerado	1021414	7	1	0,00%
Refrigerado	1022055	6	1	0,00%
Refrigerado	1012032	6	1	0,00%
Refrigerado	1020261	6	1	0,00%
Refrigerado	1022297	6	1	0,00%
Refrigerado	1022056	6	1	0,00%
Refrigerado	1022057	5	0	0,00%
Refrigerado	1020327	5	0	0,00%
Refrigerado	1010001	5	1	0,00%
Refrigerado	1022015	4	0	0,00%
Refrigerado	1012028	4	0	0,00%
Refrigerado	1020252	4	0	0,00%
Refrigerado	1020085	4	0	0,00%
Refrigerado	1022229	3	0	0,00%
Refrigerado	1020357	3	0	0,00%
Refrigerado	1012030	3	0	0,00%
Refrigerado	1022014	3	0	0,00%
Refrigerado	1012031	3	0	0,00%
Refrigerado	1030012	3	0	0,00%
Refrigerado	1030077	3	0	0,00%
Refrigerado	1020237	3	0	0,00%
Refrigerado	1020449	2	0	0,00%
Refrigerado	1022245	2	0	0,00%
Refrigerado	1040509	2	0	0,00%
Refrigerado	1022325	1	0	0,00%
Refrigerado	1030041	1	0	0,00%
Refrigerado	1022163	1	0	0,00%
Refrigerado	1012033	1	0	0,00%
Total Refrigerado		1.682.129	182.174	80,88%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Congelado	1100266	18.167	761	0,34%
Congelado	1100449	15.590	557	0,25%
Congelado	1100343	14.852	651	0,29%
Congelado	1120252	13.901	471	0,21%
Congelado	1011330	13.190	1.333	0,59%
Congelado	1100050	11.640	1.182	0,52%
Congelado	1120018	11.180	1.114	0,49%
Congelado	1011331	11.083	1.102	0,49%
Congelado	1120206	9.907	1.064	0,47%
Congelado	1011138	9.570	986	0,44%
Congelado	1100007	9.392	1.001	0,44%
Congelado	1100350	8.764	990	0,44%
Congelado	1120092	8.276	872	0,39%
Congelado	1100363	7.182	756	0,34%
Congelado	1120245	7.050	717	0,32%
Congelado	1011141	6.807	685	0,30%
Congelado	1011139	6.460	672	0,30%
Congelado	1120024	6.357	665	0,30%
Congelado	1100339	6.075	651	0,29%
Congelado	1100365	5.705	592	0,26%
Congelado	1020249	5.628	314	0,14%
Congelado	1120290	5.625	643	0,29%
Congelado	1120043	5.555	579	0,26%
Congelado	1100396	5.443	584	0,26%
Congelado	1100267	5.362	569	0,25%
Congelado	1120002	5.060	528	0,23%
Congelado	1120059	4.897	519	0,23%
Congelado	1120009	4.275	448	0,20%
Congelado	1120062	4.193	440	0,20%
Congelado	1120032	3.901	388	0,17%
Congelado	1100397	3.816	401	0,18%
Congelado	1120017	3.802	396	0,18%
Congelado	1120019	3.766	421	0,19%
Congelado	1100039	3.754	395	0,18%
Congelado	1120033	3.592	380	0,17%
Congelado	1100439	3.440	362	0,16%
Congelado	1120005	3.315	332	0,15%
Congelado	1100444	3.218	339	0,15%
Congelado	1120065	3.119	329	0,15%
Congelado	1120084	3.080	304	0,14%
Congelado	1100373	3.043	318	0,14%
Congelado	1100372	2.906	313	0,14%
Congelado	1010792	2.849	292	0,13%
Congelado	1100442	2.674	285	0,13%
Congelado	1100399	2.575	274	0,12%
Congelado	1120001	2.473	260	0,12%
Congelado	1030010	2.431	240	0,11%
Congelado	1100337	2.412	245	0,11%
Congelado	1100346	2.402	258	0,11%
Congelado	1120053	2.366	256	0,11%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Congelado	1100450	2.273	248	0,11%
Congelado	1021394	2.182	235	0,10%
Congelado	1120329	2.144	229	0,10%
Congelado	1120038	2.132	223	0,10%
Congelado	1100448	2.122	220	0,10%
Congelado	1100447	2.096	218	0,10%
Congelado	1021997	2.087	225	0,10%
Congelado	1100041	2.047	217	0,10%
Congelado	1110012	1.987	200	0,09%
Congelado	1100332	1.960	205	0,09%
Congelado	1021478	1.916	197	0,09%
Congelado	1120061	1.858	199	0,09%
Congelado	1012018	1.853	244	0,11%
Congelado	1100384	1.843	198	0,09%
Congelado	1011140	1.827	211	0,09%
Congelado	1100193	1.825	193	0,09%
Congelado	1120137	1.804	191	0,08%
Congelado	1020089	1.753	177	0,08%
Congelado	1011142	1.751	185	0,08%
Congelado	1100414	1.709	178	0,08%
Congelado	1120415	1.706	227	0,10%
Congelado	1012017	1.658	220	0,10%
Congelado	1100415	1.648	171	0,08%
Congelado	1030444	1.568	161	0,07%
Congelado	1120031	1.526	158	0,07%
Congelado	1120004	1.511	155	0,07%
Congelado	1100423	1.499	156	0,07%
Congelado	1100413	1.467	147	0,07%
Congelado	1021620	1.409	146	0,06%
Congelado	1100330	1.405	139	0,06%
Congelado	1030039	1.379	130	0,06%
Congelado	1100494	1.369	173	0,08%
Congelado	1100443	1.343	143	0,06%
Congelado	1100348	1.337	137	0,06%
Congelado	1100123	1.326	138	0,06%
Congelado	1120375	1.315	120	0,05%
Congelado	1120034	1.300	141	0,06%
Congelado	1120091	1.290	136	0,06%
Congelado	1021477	1.265	127	0,06%
Congelado	1100176	1.207	125	0,06%
Congelado	1011144	1.192	106	0,05%
Congelado	1100083	1.151	117	0,05%
Congelado	1100232	1.123	117	0,05%
Congelado	1120076	1.105	115	0,05%
Congelado	1120349	1.104	120	0,05%
Congelado	1120074	1.094	109	0,05%
Congelado	1120006	1.077	118	0,05%
Congelado	1100047	1.073	111	0,05%
Congelado	1022303	1.062	147	0,07%
Congelado	1030008	1.055	100	0,04%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Congelado	1100146	1.054	111	0,05%
Congelado	1100333	1.054	116	0,05%
Congelado	1100347	1.026	109	0,05%
Congelado	1100366	1.014	109	0,05%
Congelado	1100446	1.007	103	0,05%
Congelado	1100393	984	106	0,05%
Congelado	1100386	962	125	0,06%
Congelado	1120085	948	98	0,04%
Congelado	1021588	946	102	0,05%
Congelado	1100440	944	97	0,04%
Congelado	1030445	934	91	0,04%
Congelado	1110003	930	100	0,04%
Congelado	1120022	880	90	0,04%
Congelado	1120330	832	90	0,04%
Congelado	1100419	818	87	0,04%
Congelado	1100364	810	87	0,04%
Congelado	1120013	771	82	0,04%
Congelado	1100231	749	71	0,03%
Congelado	1100438	717	71	0,03%
Congelado	1120377	711	76	0,03%
Congelado	1120138	705	74	0,03%
Congelado	1120016	705	74	0,03%
Congelado	1110001	704	75	0,03%
Congelado	1011627	684	72	0,03%
Congelado	1011912	679	62	0,03%
Congelado	1100411	659	70	0,03%
Congelado	1120359	652	71	0,03%
Congelado	1120371	649	60	0,03%
Congelado	1120369	636	58	0,03%
Congelado	1120251	634	65	0,03%
Congelado	1100349	629	66	0,03%
Congelado	1030232	608	55	0,02%
Congelado	1011629	606	62	0,03%
Congelado	1100424	592	60	0,03%
Congelado	1100335	582	57	0,03%
Congelado	1120259	579	58	0,03%
Congelado	1120373	572	52	0,02%
Congelado	1120314	571	52	0,02%
Congelado	1120075	568	55	0,02%
Congelado	1120054	547	59	0,03%
Congelado	1100049	542	56	0,02%
Congelado	1030319	510	55	0,02%
Congelado	1100385	492	51	0,02%
Congelado	1120313	488	45	0,02%
Congelado	1120376	487	45	0,02%
Congelado	1120413	479	62	0,03%
Congelado	1120136	478	50	0,02%
Congelado	1120414	476	62	0,03%
Congelado	1100402	471	49	0,02%
Congelado	1100054	465	44	0,02%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Congelado	1030003	462	42	0,02%
Congelado	1011442	450	45	0,02%
Congelado	1100445	450	45	0,02%
Congelado	1100426	438	45	0,02%
Congelado	1011626	431	45	0,02%
Congelado	1120096	429	45	0,02%
Congelado	1120261	421	44	0,02%
Congelado	1120039	420	41	0,02%
Congelado	1100422	414	43	0,02%
Congelado	1100425	412	42	0,02%
Congelado	1010143	407	43	0,02%
Congelado	1120234	402	43	0,02%
Congelado	1010204	392	37	0,02%
Congelado	1120374	392	35	0,02%
Congelado	1100412	391	41	0,02%
Congelado	1100344	390	41	0,02%
Congelado	1100474	383	47	0,02%
Congelado	1120334	377	40	0,02%
Congelado	1100127	370	34	0,02%
Congelado	1100131	356	36	0,02%
Congelado	1020447	352	39	0,02%
Congelado	1020226	342	36	0,02%
Congelado	1011741	341	29	0,01%
Congelado	1030095	333	34	0,02%
Congelado	1100126	332	31	0,01%
Congelado	1100358	327	33	0,01%
Congelado	1100371	327	35	0,02%
Congelado	1120278	313	29	0,01%
Congelado	1100016	303	31	0,01%
Congelado	1022380	294	36	0,02%
Congelado	1100121	287	29	0,01%
Congelado	1030425	276	32	0,01%
Congelado	1040006	275	34	0,02%
Congelado	1020129	268	33	0,01%
Congelado	1100125	265	24	0,01%
Congelado	1020181	263	28	0,01%
Congelado	1011632	262	27	0,01%
Congelado	1100403	260	27	0,01%
Congelado	1011143	256	27	0,01%
Congelado	1120396	250	27	0,01%
Congelado	1100169	247	26	0,01%
Congelado	1100170	244	26	0,01%
Congelado	1120264	239	25	0,01%
Congelado	1120358	236	25	0,01%
Congelado	1100394	228	24	0,01%
Congelado	1011676	226	24	0,01%
Congelado	1120357	224	23	0,01%
Congelado	1100124	223	22	0,01%
Congelado	1120257	220	23	0,01%
Congelado	1100326	217	23	0,01%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Congelado	1011910	216	25	0,01%
Congelado	1120381	210	22	0,01%
Congelado	1120063	209	19	0,01%
Congelado	1100432	197	23	0,01%
Congelado	1030557	197	25	0,01%
Congelado	1020440	196	19	0,01%
Congelado	1120037	193	21	0,01%
Congelado	1100431	190	18	0,01%
Congelado	1021587	187	17	0,01%
Congelado	1120232	182	21	0,01%
Congelado	1120077	181	18	0,01%
Congelado	1120052	179	20	0,01%
Congelado	1100321	176	18	0,01%
Congelado	1100387	175	16	0,01%
Congelado	1030108	175	17	0,01%
Congelado	1100028	172	16	0,01%
Congelado	1120294	170	18	0,01%
Congelado	1120020	168	15	0,01%
Congelado	1020132	164	21	0,01%
Congelado	1120285	160	16	0,01%
Congelado	1011423	157	14	0,01%
Congelado	1010176	156	15	0,01%
Congelado	1100122	154	15	0,01%
Congelado	1120023	154	15	0,01%
Congelado	1011638	147	15	0,01%
Congelado	1100429	146	17	0,01%
Congelado	1120069	139	14	0,01%
Congelado	1100470	136	17	0,01%
Congelado	1100454	135	15	0,01%
Congelado	1022386	131	17	0,01%
Congelado	1011677	131	14	0,01%
Congelado	1120007	130	12	0,01%
Congelado	1100044	130	14	0,01%
Congelado	1100428	128	15	0,01%
Congelado	1100430	124	14	0,01%
Congelado	1100469	118	15	0,01%
Congelado	1100453	117	13	0,01%
Congelado	1030245	115	16	0,01%
Congelado	1021812	115	11	0,00%
Congelado	1021772	103	10	0,00%
Congelado	1030112	102	10	0,00%
Congelado	1120176	102	11	0,00%
Congelado	1120055	100	9	0,00%
Congelado	1120382	96	9	0,00%
Congelado	1120064	90	10	0,00%
Congelado	1120372	90	8	0,00%
Congelado	1120276	88	8	0,00%
Congelado	1120269	87	9	0,00%
Congelado	1011674	85	9	0,00%
Congelado	1100427	83	9	0,00%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Congelado	1020299	83	8	0,00%
Congelado	1120035	76	7	0,00%
Congelado	1120384	75	7	0,00%
Congelado	1120412	73	9	0,00%
Congelado	1111469	73	8	0,00%
Congelado	1011673	73	7	0,00%
Congelado	1011742	72	8	0,00%
Congelado	1120331	70	6	0,00%
Congelado	1120029	69	8	0,00%
Congelado	1100441	67	7	0,00%
Congelado	1120386	66	6	0,00%
Congelado	1120385	64	6	0,00%
Congelado	1020419	64	7	0,00%
Congelado	1020020	63	5	0,00%
Congelado	1111359	62	6	0,00%
Congelado	1120253	62	7	0,00%
Congelado	1120395	61	6	0,00%
Congelado	1100295	60	7	0,00%
Congelado	1100409	60	6	0,00%
Congelado	1100464	59	7	0,00%
Congelado	1020422	55	7	0,00%
Congelado	1120391	55	5	0,00%
Congelado	1120263	50	5	0,00%
Congelado	1022382	47	6	0,00%
Congelado	1120394	45	4	0,00%
Congelado	1030001	44	4	0,00%
Congelado	1120404	44	5	0,00%
Congelado	1040639	42	5	0,00%
Congelado	1100328	42	4	0,00%
Congelado	1120379	41	4	0,00%
Congelado	1100334	39	4	0,00%
Congelado	1100388	36	3	0,00%
Congelado	1011633	36	4	0,00%
Congelado	1120392	36	3	0,00%
Congelado	1120393	34	3	0,00%
Congelado	1120304	32	3	0,00%
Congelado	1120348	30	3	0,00%
Congelado	1120383	29	3	0,00%
Congelado	1120389	29	3	0,00%
Congelado	1100465	28	3	0,00%
Congelado	1111362	27	3	0,00%
Congelado	1020341	26	3	0,00%
Congelado	1120302	25	2	0,00%
Congelado	1100479	24	3	0,00%
Congelado	1100455	24	2	0,00%
Congelado	1120316	23	2	0,00%
Congelado	1111361	22	2	0,00%
Congelado	1120124	21	2	0,00%
Congelado	1120388	19	2	0,00%

Estado	Material	De manda (CJ)	Quiebre de stock (CJ)	Porcentaje de quiebre de stock (%)
Congelado	1111360	17	2	0,00%
Congelado	1120256	17	2	0,00%
Congelado	1100418	17	2	0,00%
Congelado	1120402	16	2	0,00%
Congelado	1100341	16	1	0,00%
Congelado	1120114	16	2	0,00%
Congelado	1120387	15	1	0,00%
Congelado	1120255	14	2	0,00%
Congelado	1100342	14	1	0,00%
Congelado	1111388	13	1	0,00%
Congelado	1021816	13	1	0,00%
Congelado	1030083	12	2	0,00%
Congelado	1120030	12	1	0,00%
Congelado	1100202	11	1	0,00%
Congelado	1030198	10	1	0,00%
Congelado	1040646	10	1	0,00%
Congelado	1120121	10	1	0,00%
Congelado	1120246	10	1	0,00%
Congelado	1100340	10	1	0,00%
Congelado	1120403	9	1	0,00%
Congelado	1021815	8	1	0,00%
Congelado	1120119	8	1	0,00%
Congelado	1030002	7	1	0,00%
Congelado	1120399	6	1	0,00%
Congelado	1100391	5	0	0,00%
Congelado	1011628	5	0	0,00%
Congelado	1120104	5	1	0,00%
Congelado	1100406	5	0	0,00%
Congelado	1011631	5	0	0,00%
Congelado	1011921	5	1	0,00%
Congelado	1020188	5	1	0,00%
Congelado	1111387	4	0	0,00%
Congelado	1022135	4	0	0,00%
Congelado	1040360	3	0	0,00%
Congelado	1100404	3	0	0,00%
Congelado	1120307	3	0	0,00%
Congelado	1120398	3	0	0,00%
Congelado	1100410	3	0	0,00%
Congelado	1022362	3	0	0,00%
Congelado	1100026	2	0	0,00%
Congelado	1120405	2	0	0,00%
Congelado	1021771	2	0	0,00%
Congelado	1021142	2	0	0,00%
Congelado	1021383	1	0	0,00%
Congelado	1100401	1	0	0,00%
Congelado	1100360	1	0	0,00%
Congelado	1120205	1	0	0,00%
Congelado	1111419	1	0	0,00%
Congelado	1100389	1	0	0,00%
Congelado	1120275	1	0	0,00%
Total Congelado		452.817	43.074	19,12%
Total general		2.134.945	225.248	100,00%

Fuente: Elaboración propia con datos otorgados por Agrosuper

Anexo 5– Clasificación ABC en función de los quiebres de stock para productos refrigerados.

Producto	Sector	Quiebre de stock (CJ)	Quiebre de stock acumulado	% Quiebre de stock acumulado	% Referencia acumulada	Clasificación
1010078	Aves	24.479	24.479	20%	0%	A
1010048	Aves	13.239	37.718	32%	1%	A
1010002	Aves	7.399	45.117	38%	1%	A
1020013	Cerdos	5.923	51.040	43%	1%	A
1030211	Pavos	2.998	54.038	45%	2%	A
1020001	Cerdos	2.859	56.896	48%	2%	A
1020253	Cerdos	2.803	59.699	50%	2%	A
1020027	Cerdos	2.517	62.216	52%	3%	A
1030275	Pavos	2.138	64.354	54%	3%	A
1010169	Aves	2.137	66.491	56%	3%	A
1020224	Cerdos	1.770	68.262	57%	4%	A
1010010	Aves	1.755	70.016	59%	4%	A
1011738	Cerdos	1.720	71.737	60%	4%	A
1020010	Aves	1.660	73.397	61%	5%	A
1010267	Aves	1.283	74.679	62%	5%	A
1011879	Aves	983	75.662	63%	5%	A
1010124	Aves	863	76.525	64%	5%	A
1022227	Aves	829	77.354	65%	6%	A
1010086	Aves	804	78.158	65%	6%	A
1020003	Cerdos	751	78.909	66%	6%	A
1010194	Pavos	706	79.615	67%	7%	A
1022083	Cerdos	700	80.315	67%	7%	A
1021560	Aves	685	81.000	68%	7%	A
1011460	Aves	684	81.684	68%	8%	A
1030020	Aves	669	82.353	69%	8%	A
1011950	Pavos	602	82.956	69%	8%	A
1011299	Aves	557	83.513	70%	9%	A
1022148	Pavos	546	84.059	70%	9%	A
1011988	Aves	532	84.591	71%	9%	A
1011989	Pavos	523	85.114	71%	10%	A
1030026	Pavos	522	85.637	72%	10%	A
1030361	Aves	518	86.155	72%	10%	A
1030541	Aves	512	86.667	73%	11%	A
1010047	Pavos	504	87.171	73%	11%	A
1020439	Aves	490	87.661	73%	11%	A
1010130	Aves	489	88.149	74%	12%	A

1011944	Aves	483	88.632	74%	12%	A
1011894	Cerdos	482	89.114	75%	12%	A
1030018	Cerdos	473	89.587	75%	13%	A
1011805	Cerdos	463	90.050	75%	13%	A
1010034	Aves	461	90.511	76%	13%	A
1030540	Aves	455	90.966	76%	14%	A
1020421	Aves	454	91.420	76%	14%	A
1010193	Aves	448	91.868	77%	14%	A
1011943	Cerdos	446	92.314	77%	14%	A
1020042	Cerdos	446	92.760	78%	15%	A
1010390	Cerdos	426	93.186	78%	15%	A
1020005	Cerdos	422	93.608	78%	15%	A
1030182	Cerdos	421	94.029	79%	16%	A
1010766	Cerdos	420	94.449	79%	16%	A
1010046	Pavos	405	94.854	79%	16%	A
1010095	Pavos	405	95.259	80%	17%	A
1010220	Pavos	405	95.665	80%	17%	A
1022084	Cerdos	397	96.062	80%	17%	B
1030017	Aves	391	96.453	81%	18%	B
1022235	Aves	390	96.843	81%	18%	B
1022156	Pavos	377	97.220	81%	18%	B
1020258	Aves	371	97.591	82%	19%	B
1030085	Cerdos	363	97.954	82%	19%	B
1020163	Aves	360	98.314	82%	19%	B
1011418	Aves	360	98.674	83%	20%	B
1030023	Pavos	360	99.034	83%	20%	B
1022200	Aves	356	99.390	83%	20%	B
1020305	Cerdos	356	99.745	83%	21%	B
1010202	Aves	350	100.095	84%	21%	B
1030014	Aves	346	100.441	84%	21%	B
1010096	Cerdos	345	100.786	84%	22%	B
1020137	Pavos	340	101.126	85%	22%	B
1010077	Aves	336	101.462	85%	22%	B
1020417	Aves	335	101.797	85%	23%	B
1030234	Cerdos	325	102.123	85%	23%	B
1010978	Cerdos	322	102.445	86%	23%	B
1020014	Cerdos	315	102.760	86%	23%	B
1030053	Cerdos	310	103.070	86%	24%	B
1022158	Cerdos	303	103.373	86%	24%	B
1011895	Aves	299	103.672	87%	24%	B
1011319	Pavos	297	103.968	87%	25%	B
1020446	Cerdos	292	104.260	87%	25%	B

1022090	Pavos	290	104.550	87%	25%	B
1030276	Aves	280	104.831	88%	26%	B
1022277	Cerdos	277	105.107	88%	26%	B
1010387	Cerdos	260	105.367	88%	26%	B
1011419	Aves	259	105.626	88%	27%	B
1011402	Aves	258	105.884	89%	27%	B
1030088	Pavos	248	106.132	89%	27%	B
1030113	Pavos	246	106.378	89%	28%	B
1030210	Aves	239	106.617	89%	28%	B
1020165	Cerdos	239	106.856	89%	28%	B
1010111	Aves	234	107.090	90%	29%	B
1021683	Aves	227	107.317	90%	29%	B
1020247	Pavos	226	107.543	90%	29%	B
1011949	Cerdos	225	107.768	90%	30%	B
1010103	Aves	222	107.990	90%	30%	B
1011803	Cerdos	219	108.209	91%	30%	B
1022178	Aves	212	108.421	91%	31%	B
1022345	Cerdos	207	108.629	91%	31%	B
1010976	Cerdos	205	108.833	91%	31%	B
1022161	Aves	203	109.036	91%	32%	B
1010052	Aves	200	109.236	91%	32%	B
1010102	Pavos	190	109.426	92%	32%	B
1030024	Cerdos	183	109.609	92%	32%	B
1020090	Pavos	177	109.786	92%	33%	B
1030568	Cerdos	176	109.962	92%	33%	B
1020189	Cerdos	170	110.132	92%	33%	B
1010346	Cerdos	165	110.297	92%	34%	B
1020177	Aves	161	110.458	92%	34%	B
1022232	Aves	157	110.615	93%	34%	B
1011954	Cerdos	157	110.772	93%	35%	B
1022120	Cerdos	156	110.928	93%	35%	B
1021684	Cerdos	152	111.080	93%	35%	B
1011882	Aves	151	111.231	93%	36%	B
1011880	Aves	150	111.381	93%	36%	B
1010979	Aves	144	111.525	93%	36%	B
1010765	Aves	137	111.661	93%	37%	B
1022159	Cerdos	136	111.797	94%	37%	B
1010006	Aves	136	111.933	94%	37%	B
1011881	Aves	135	112.068	94%	38%	B
1030311	Cerdos	135	112.203	94%	38%	B
1010337	Aves	134	112.338	94%	38%	B
1010333	Pavos	133	112.471	94%	39%	B

1020128	Cerdos	132	112.603	94%	39%	B
1010036	Cerdos	132	112.735	94%	39%	B
1021334	Aves	129	112.864	94%	40%	B
1011955	Cerdos	127	112.991	95%	40%	B
1021693	Pavos	126	113.117	95%	40%	B
1030111	Pavos	125	113.243	95%	41%	B
1030201	Aves	124	113.367	95%	41%	B
1030203	Aves	123	113.490	95%	41%	B
1010987	Pavos	122	113.612	95%	41%	B
1022157	Aves	118	113.730	95%	42%	C
1022301	Cerdos	118	113.848	95%	42%	C
1020270	Cerdos	118	113.966	95%	42%	C
1010733	Cerdos	116	114.082	95%	43%	C
1010040	Aves	116	114.198	96%	43%	C
1022324	Cerdos	113	114.311	96%	43%	C
1030310	Aves	112	114.423	96%	44%	C
1010988	Pavos	111	114.534	96%	44%	C
1020007	Aves	110	114.644	96%	44%	C
1022323	Aves	103	114.747	96%	45%	C
1011878	Cerdos	98	114.845	96%	45%	C
1020269	Aves	98	114.943	96%	45%	C
1010125	Cerdos	98	115.041	96%	46%	C
1022364	Cerdos	96	115.136	96%	46%	C
1022199	Aves	93	115.229	96%	46%	C
1030536	Cerdos	93	115.322	96%	47%	C
1030071	Pavos	92	115.414	97%	47%	C
1011310	Aves	92	115.506	97%	47%	C
1030214	Pavos	90	115.596	97%	48%	C
1010136	Pavos	90	115.685	97%	48%	C
1020186	Cerdos	88	115.773	97%	48%	C
1011884	Aves	79	115.852	97%	49%	C
1011368	Aves	77	115.930	97%	49%	C
1021686	Aves	76	116.005	97%	49%	C
1010745	Cerdos	74	116.079	97%	50%	C
1021687	Cerdos	74	116.152	97%	50%	C
1030004	Pavos	73	116.226	97%	50%	C
1022160	Cerdos	71	116.297	97%	50%	C
1021712	Cerdos	69	116.367	97%	51%	C
1010045	Pavos	68	116.435	97%	51%	C
1030101	Aves	67	116.501	97%	51%	C
1030249	Aves	66	116.568	98%	52%	C
1022366	Cerdos	66	116.634	98%	52%	C

1011904	Pavos	65	116.699	98%	52%	C
1011199	Aves	64	116.763	98%	53%	C
1010076	Cerdos	64	116.827	98%	53%	C
1010989	Aves	64	116.891	98%	53%	C
1022367	Aves	61	116.952	98%	54%	C
1022365	Aves	61	117.014	98%	54%	C
1021685	Cerdos	60	117.073	98%	54%	C
1020271	Cerdos	59	117.133	98%	55%	C
1020712	Cerdos	59	117.191	98%	55%	C
1011883	Aves	58	117.249	98%	55%	C
1030096	Cerdos	57	117.307	98%	56%	C
1010746	Pavos	56	117.363	98%	56%	C
1020390	Cerdos	55	117.418	98%	56%	C
1030076	Cerdos	54	117.472	98%	57%	C
1030022	Aves	54	117.526	98%	57%	C
1011200	Aves	53	117.579	98%	57%	C
1020393	Cerdos	53	117.632	98%	58%	C
1020272	Pavos	52	117.684	98%	58%	C
1010306	Aves	52	117.736	98%	58%	C
1010160	Pavos	51	117.787	99%	59%	C
1022249	Aves	50	117.837	99%	59%	C
1020353	Cerdos	49	117.886	99%	59%	C
1022155	Aves	49	117.934	99%	59%	C
1011372	Cerdos	49	117.983	99%	60%	C
1030202	Cerdos	47	118.031	99%	60%	C
1020118	Aves	47	118.078	99%	60%	C
1020087	Cerdos	47	118.125	99%	61%	C
1011371	Pavos	47	118.172	99%	61%	C
1030362	Cerdos	47	118.219	99%	61%	C
1030592	Pavos	46	118.264	99%	62%	C
1010018	Cerdos	45	118.310	99%	62%	C
1030086	Aves	45	118.354	99%	62%	C
1020280	Pavos	44	118.398	99%	63%	C
1011539	Aves	43	118.442	99%	63%	C
1011885	Aves	40	118.482	99%	63%	C
1011320	Aves	40	118.522	99%	64%	C
1011792	Aves	40	118.563	99%	64%	C
1010901	Pavos	38	118.600	99%	64%	C
1011079	Cerdos	36	118.636	99%	65%	C
1020113	Aves	36	118.672	99%	65%	C
1010335	Cerdos	35	118.707	99%	65%	C
1020426	Aves	34	118.741	99%	66%	C

1010105	Aves	32	118.773	99%	66%	C
1011831	Cerdos	30	118.803	99%	66%	C
1011641	Aves	29	118.832	99%	67%	C
1020073	Cerdos	28	118.860	99%	67%	C
1020114	Cerdos	28	118.888	99%	67%	C
1020335	Aves	28	118.916	99%	68%	C
1030553	Aves	28	118.944	100%	68%	C
1011829	Cerdos	28	118.971	100%	68%	C
1021601	Pavos	26	118.998	100%	68%	C
1020310	Cerdos	26	119.024	100%	69%	C
1020180	Cerdos	25	119.049	100%	69%	C
1010728	Aves	24	119.074	100%	69%	C
1011868	Aves	24	119.098	100%	70%	C
1030052	Aves	23	119.121	100%	70%	C
1022376	Cerdos	23	119.144	100%	70%	C
1011370	Pavos	22	119.166	100%	71%	C
1022023	Pavos	22	119.188	100%	71%	C
1030552	Cerdos	20	119.207	100%	71%	C
1011426	Aves	17	119.224	100%	72%	C
1030080	Pavos	17	119.241	100%	72%	C
1030042	Aves	15	119.255	100%	72%	C
1010741	Cerdos	14	119.270	100%	73%	C
1021510	Pavos	14	119.284	100%	73%	C
1022411	Aves	13	119.296	100%	73%	C
1010110	Cerdos	12	119.308	100%	74%	C
1011860	Aves	11	119.319	100%	74%	C
1021703	Cerdos	11	119.330	100%	74%	C
1020282	Aves	9	119.339	100%	75%	C
1011401	Cerdos	9	119.348	100%	75%	C
1022402	Cerdos	9	119.356	100%	75%	C
1020316	Cerdos	9	119.365	100%	76%	C
1030007	Cerdos	8	119.373	100%	76%	C
1022020	Pavos	8	119.381	100%	76%	C
1022122	Cerdos	8	119.389	100%	77%	C
1010073	Cerdos	7	119.396	100%	77%	C
1030102	Pavos	7	119.403	100%	77%	C
1020047	Aves	7	119.409	100%	77%	C
1022021	Cerdos	6	119.416	100%	78%	C
1022400	Cerdos	5	119.421	100%	78%	C
1022241	Cerdos	5	119.426	100%	78%	C
1022296	Cerdos	5	119.431	100%	79%	C
1010325	Aves	5	119.436	100%	79%	C

1020140	Cerdos	5	119.441	100%	79%	C
1022396	Cerdos	4	119.445	100%	80%	C
1022019	Cerdos	4	119.450	100%	80%	C
1022391	Cerdos	4	119.454	100%	80%	C
1022017	Cerdos	4	119.459	100%	81%	C
1020154	Cerdos	4	119.463	100%	81%	C
1022390	Cerdos	4	119.467	100%	81%	C
1022399	Cerdos	4	119.471	100%	82%	C
1022424	Cerdos	4	119.475	100%	82%	C
1022242	Cerdos	4	119.478	100%	82%	C
1022393	Cerdos	4	119.482	100%	83%	C
1022395	Cerdos	3	119.485	100%	83%	C
1020329	Cerdos	3	119.488	100%	83%	C
1022022	Cerdos	3	119.491	100%	84%	C
1020298	Cerdos	3	119.494	100%	84%	C
1020398	Cerdos	2	119.497	100%	84%	C
1022401	Cerdos	2	119.499	100%	85%	C
1021702	Aves	2	119.501	100%	85%	C
1012027	Cerdos	2	119.503	100%	85%	C
1022018	Cerdos	2	119.505	100%	86%	C
1022243	Aves	2	119.507	100%	86%	C
1030028	Pavos	2	119.509	100%	86%	C
1011832	Cerdos	2	119.511	100%	86%	C
1022012	Cerdos	2	119.512	100%	87%	C
1022016	Cerdos	2	119.514	100%	87%	C
1020223	Cerdos	1	119.515	100%	87%	C
1022180	Cerdos	1	119.517	100%	88%	C
1020012	Cerdos	1	119.518	100%	88%	C
1011830	Aves	1	119.519	100%	88%	C
1020403	Cerdos	1	119.520	100%	89%	C
1020103	Cerdos	1	119.521	100%	89%	C
1021701	Cerdos	1	119.522	100%	89%	C
1011373	Aves	1	119.523	100%	90%	C
1012029	Cerdos	1	119.524	100%	90%	C
1010109	Cerdos	1	119.525	100%	90%	C
1022394	Aves	1	119.526	100%	91%	C
1012032	Aves	1	119.526	100%	91%	C
1021414	Cerdos	1	119.527	100%	91%	C
1022055	Cerdos	1	119.528	100%	92%	C
1020021	Cerdos	1	119.528	100%	92%	C
1020067	Aves	1	119.529	100%	92%	C
1022297	Cerdos	1	119.530	100%	93%	C

1020261	Cerdos	1	119.530	100%	93%	C
1022056	Cerdos	1	119.531	100%	93%	C
1010001	Cerdos	1	119.531	100%	94%	C
1012028	Cerdos	0	119.532	100%	94%	C
1022057	Aves	0	119.532	100%	94%	C
1022015	Aves	0	119.533	100%	95%	C
1020327	Cerdos	0	119.533	100%	95%	C
1020252	Cerdos	0	119.533	100%	95%	C
1020085	Cerdos	0	119.534	100%	95%	C
1020357	Cerdos	0	119.534	100%	96%	C
1012030	Cerdos	0	119.535	100%	96%	C
1012031	Aves	0	119.535	100%	96%	C
1022229	Aves	0	119.535	100%	97%	C
1030012	Cerdos	0	119.536	100%	97%	C
1022014	Pavos	0	119.536	100%	97%	C
1030077	Pavos	0	119.536	100%	98%	C
1022245	Cerdos	0	119.536	100%	98%	C
1020237	Cerdos	0	119.537	100%	98%	C
1020449	Cerdos	0	119.537	100%	99%	C
1022325	Cerdos	0	119.537	100%	99%	C
1012033	Pavos	0	119.537	100%	99%	C
1022163	Aves	0	119.537	100%	100%	C
1030041	Cerdos	0	119.537	100%	100%	C

Fuente: Elaboración propia con datos otorgados por Agrosuper

Anexo 6- Detalle mensual de la participación de los 18 productos en relación al total de los productos refrigerados medidos en unidades y en valor económico.

Unidades cajas (CJ)

Mes	Demanda (20)	Demanda (311)	Porcentaje (%)	Quiebre de stock (20)	Quiebre de stock (311)	Porcentaje (%)
nov-15	48.577 CJ	90.098 CJ	54%	6.111 CJ	9.662 CJ	63%
dic-15	55.477 CJ	105.772 CJ	52%	6.886 CJ	11.068 CJ	62%
ene-16	43.481 CJ	86.627 CJ	50%	5.429 CJ	8.895 CJ	61%
feb-16	48.052 CJ	90.508 CJ	53%	5.959 CJ	9.544 CJ	62%
mar-16	56.085 CJ	105.220 CJ	53%	6.987 CJ	11.324 CJ	62%
abr-16	44.546 CJ	82.065 CJ	54%	5.585 CJ	8.895 CJ	63%
may-16	44.988 CJ	79.671 CJ	56%	5.673 CJ	8.628 CJ	66%
jun-16	56.931 CJ	101.929 CJ	56%	7.181 CJ	10.951 CJ	66%
jul-16	41.242 CJ	76.238 CJ	54%	5.232 CJ	8.433 CJ	62%
ago-16	53.122 CJ	102.980 CJ	52%	6.674 CJ	11.528 CJ	58%
sept-16	50.504 CJ	92.529 CJ	55%	6.299 CJ	10.572 CJ	60%
oct-16	46.833 CJ	89.415 CJ	52%	5.934 CJ	10.036 CJ	59%
Periodo 3	589.837 CJ	1.103.053 CJ	53%	73.949 CJ	119.537 CJ	62%

Fuente: Elaboración propia con datos otorgados por Agrosuper

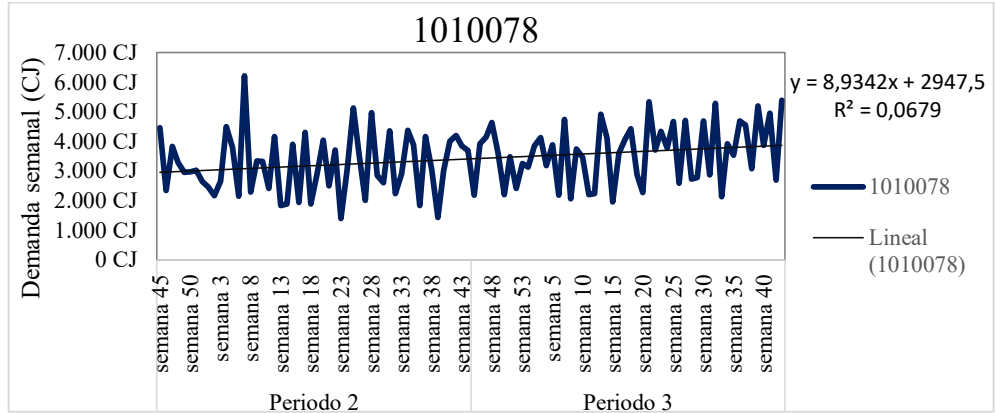
Valor pesos (\$)

Mes	Demanda (20)	Demanda (311)	Porcentaje (%)	Quiebre de stock (20)	Quiebre de stock (311)	Porcentaje (%)
nov-15	\$ 1.633.536.476	\$ 2.399.418.282	68%	\$ 205.973.136	\$ 270.564.394	76%
dic-15	\$ 1.885.866.747	\$ 2.897.108.923	65%	\$ 234.931.369	\$ 318.803.523	74%
ene-16	\$ 1.485.337.819	\$ 2.306.586.070	64%	\$ 185.971.073	\$ 249.752.359	74%
feb-16	\$ 1.605.461.482	\$ 2.403.437.171	67%	\$ 200.133.758	\$ 265.795.225	75%
mar-16	\$ 1.889.836.896	\$ 2.810.400.208	67%	\$ 236.339.676	\$ 316.817.656	75%
abr-16	\$ 1.474.841.940	\$ 2.167.672.453	68%	\$ 185.244.014	\$ 245.399.331	75%
may-16	\$ 1.512.199.267	\$ 2.170.471.920	70%	\$ 190.899.692	\$ 246.094.234	78%
jun-16	\$ 1.945.838.877	\$ 2.798.080.160	70%	\$ 245.301.547	\$ 317.852.445	77%
jul-16	\$ 1.389.517.616	\$ 2.047.949.196	68%	\$ 175.835.965	\$ 236.725.452	74%
ago-16	\$ 1.787.372.512	\$ 2.725.673.529	66%	\$ 224.278.813	\$ 316.256.551	71%
sept-16	\$ 1.750.037.439	\$ 2.589.304.694	68%	\$ 218.532.248	\$ 306.358.579	71%
oct-16	\$ 1.575.199.555	\$ 2.370.648.159	66%	\$ 199.382.473	\$ 277.656.269	72%
Periodo 3	\$19.935.046.626	\$29.686.750.765	67%	\$2.502.823.764	\$ 3.368.076.019	74%

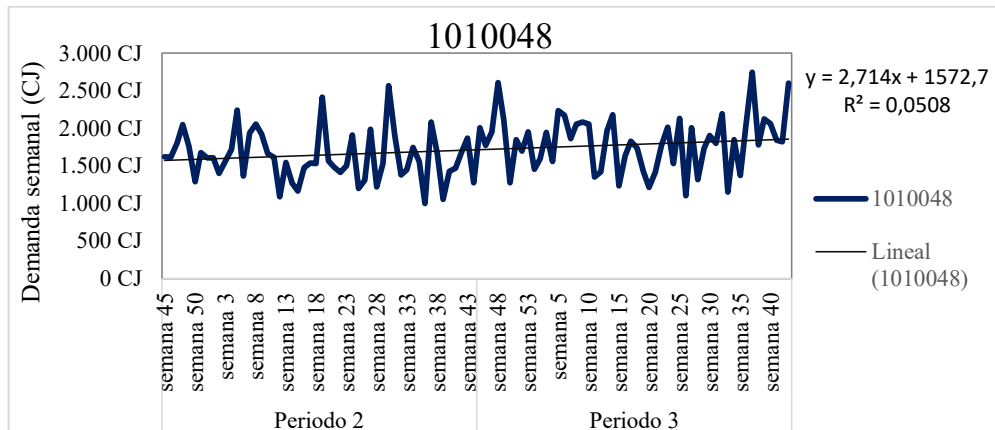
Fuente: Elaboración propia con datos otorgados por Agrosuper

Anexo 7- Análisis del comportamiento de la demanda tendencia y estacionalidad

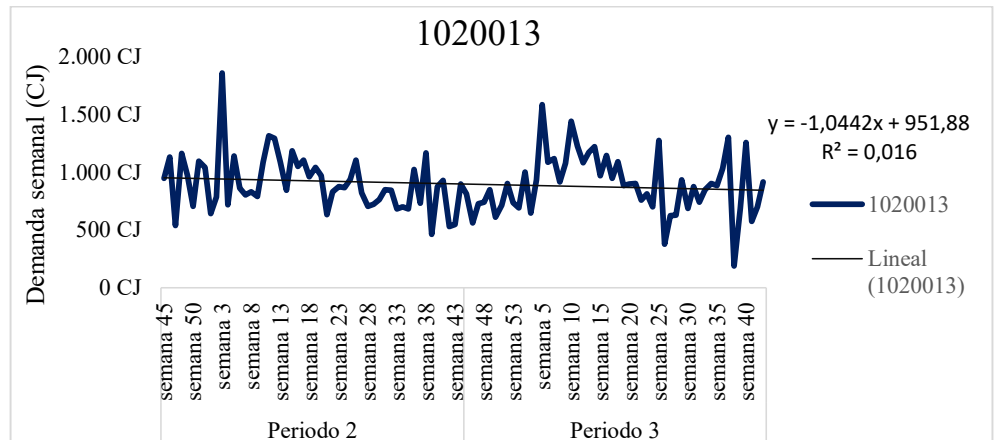
a) Producto Ave 1010078:



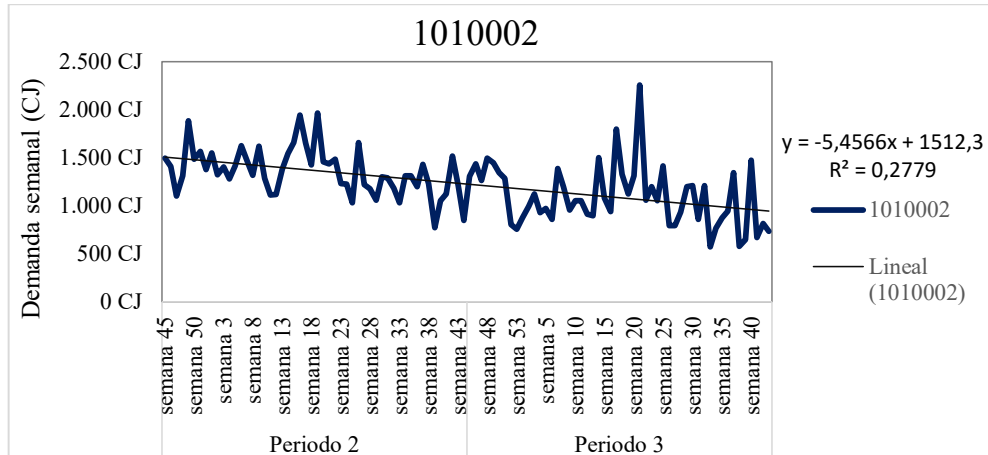
b) Producto Ave 1010048



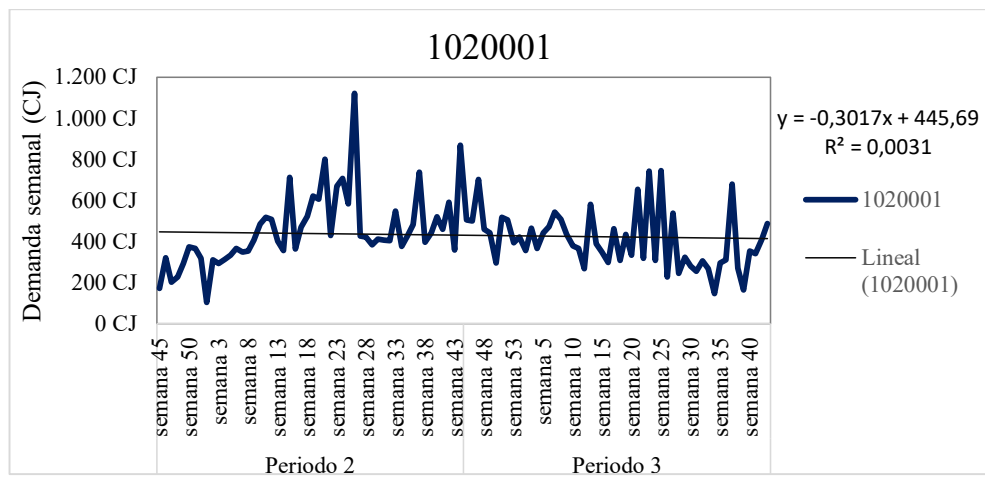
c) Producto Cerdo 1020013



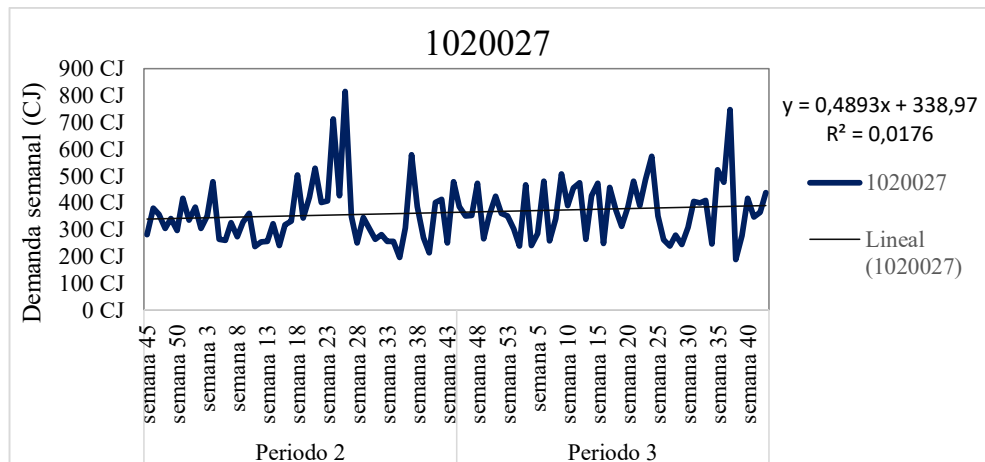
d) Producto Ave 1010002:



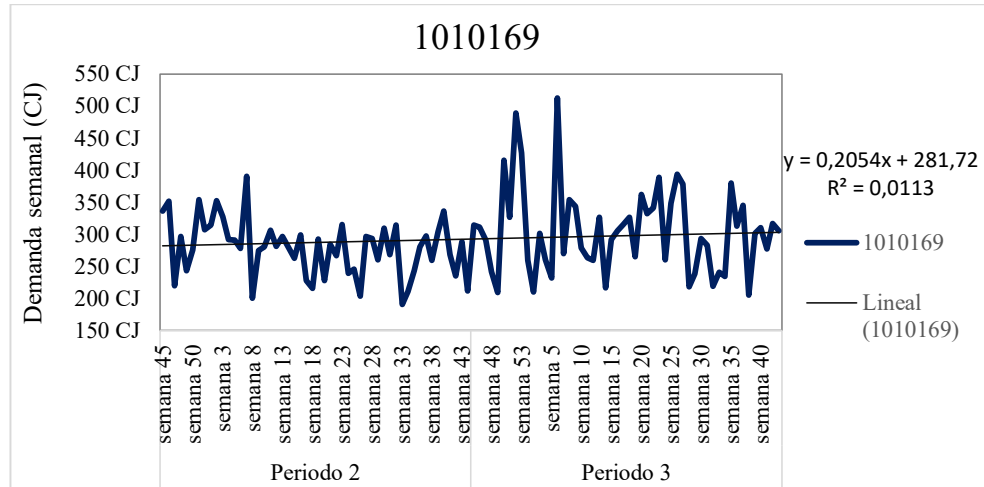
e) Producto Cerdo 1020001:



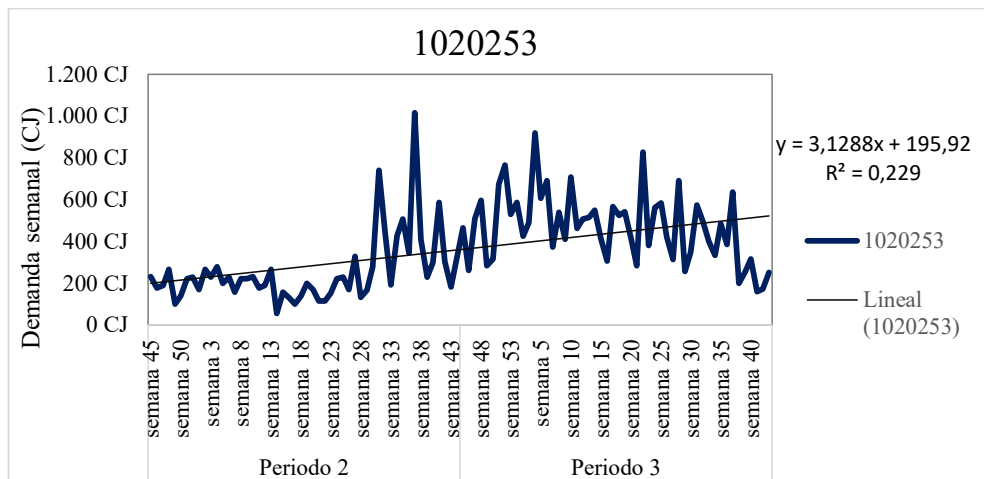
f) Producto Cerdo 1020027:



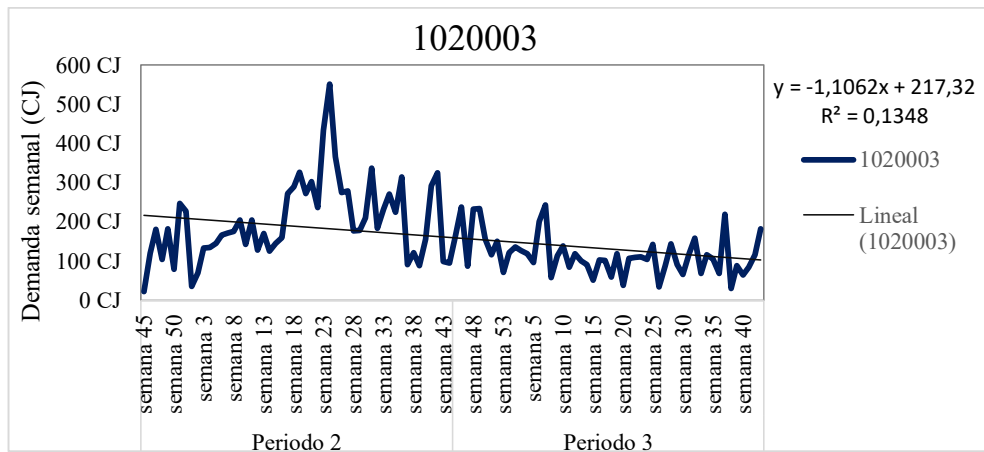
j) Producto Ave 1010169:



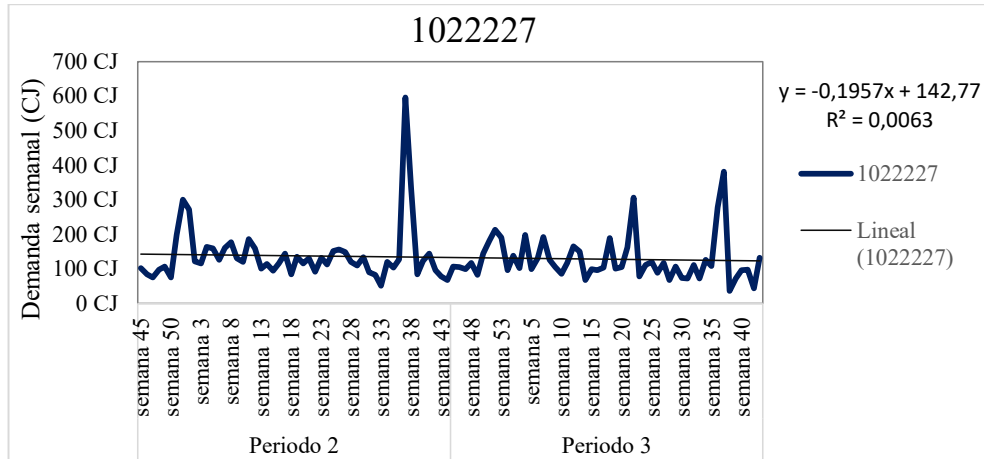
k) Producto Cerdo 1020253:



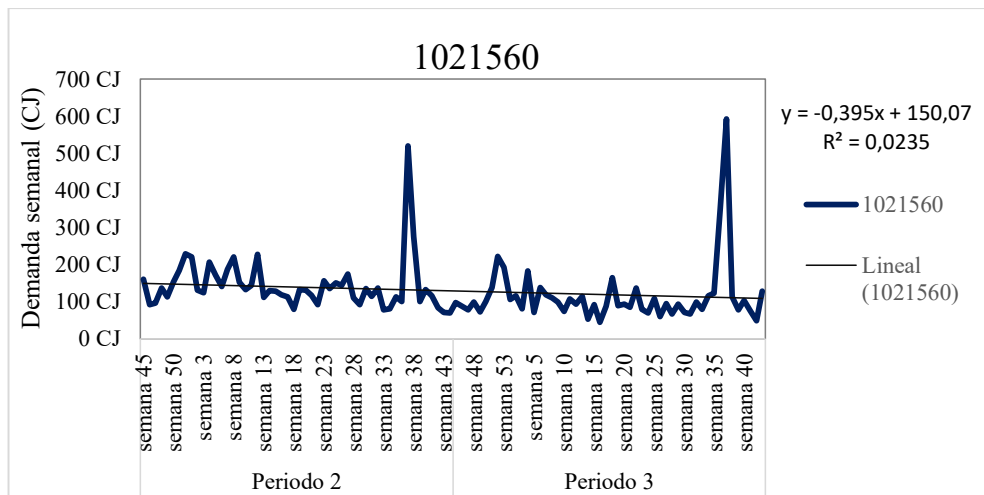
l) Producto Cerdo 1020003:



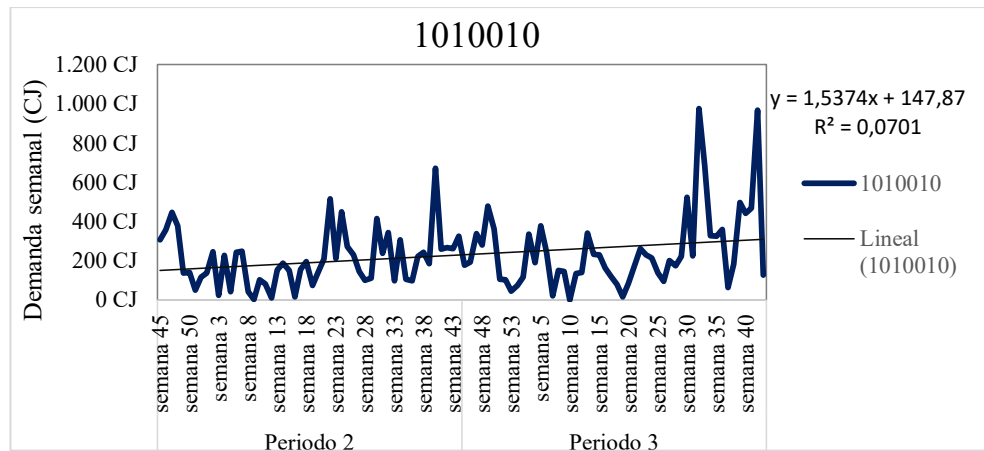
m) Producto Cerdo 1022227:



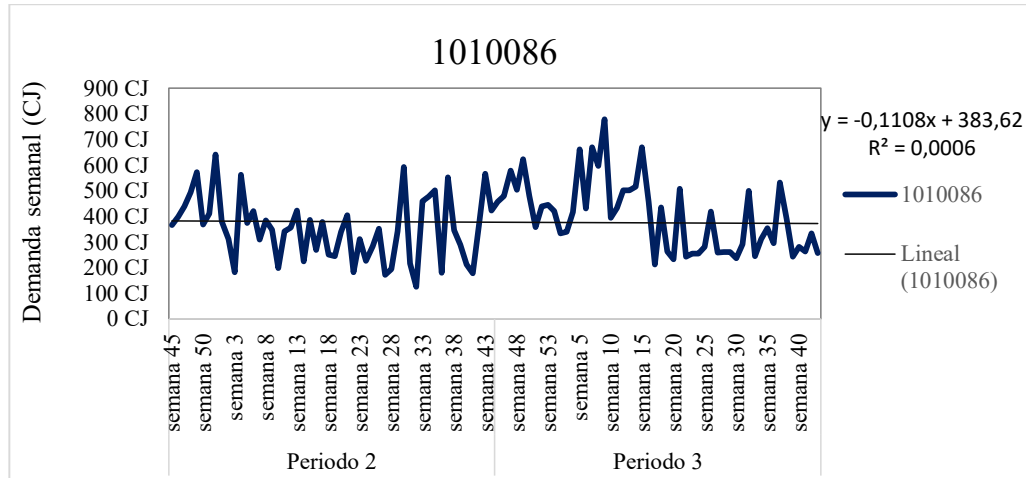
n) Producto Cerdo 1021560:



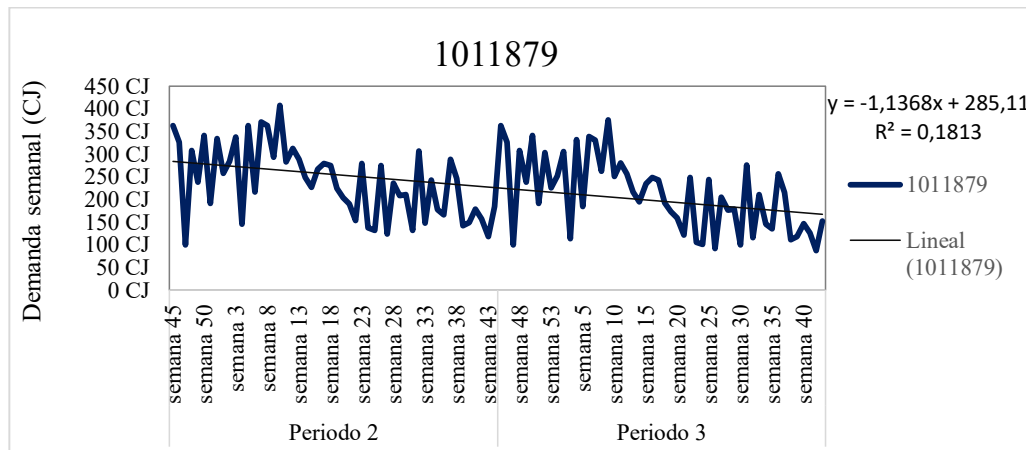
o) Producto Ave 1010010:



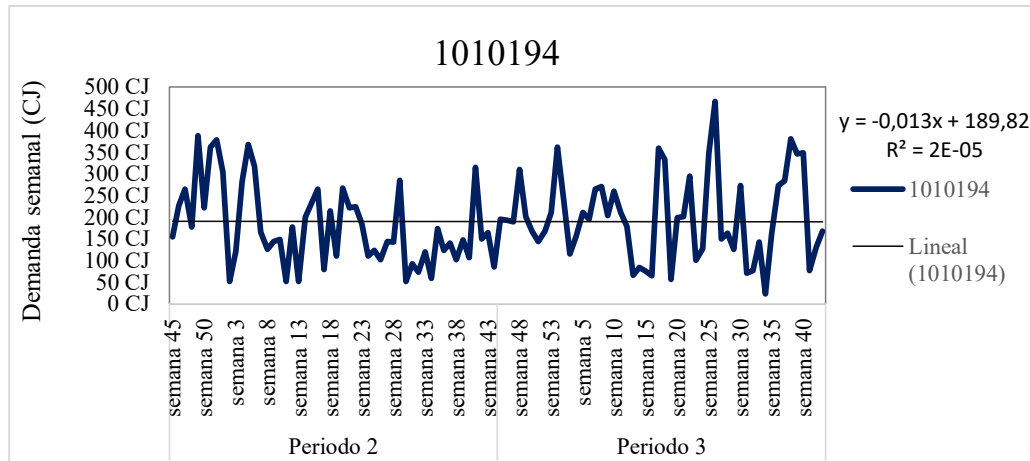
p) Producto Ave 1010086:



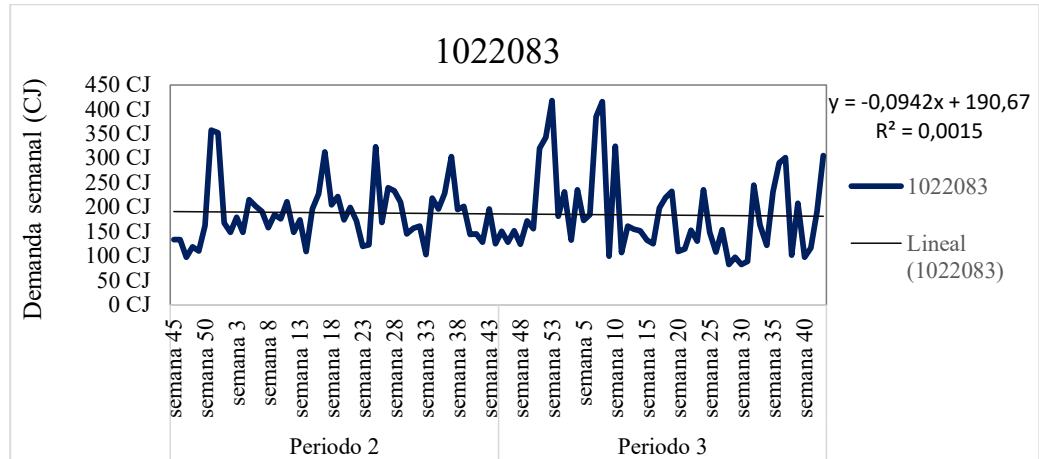
q) Producto Ave 1011879:



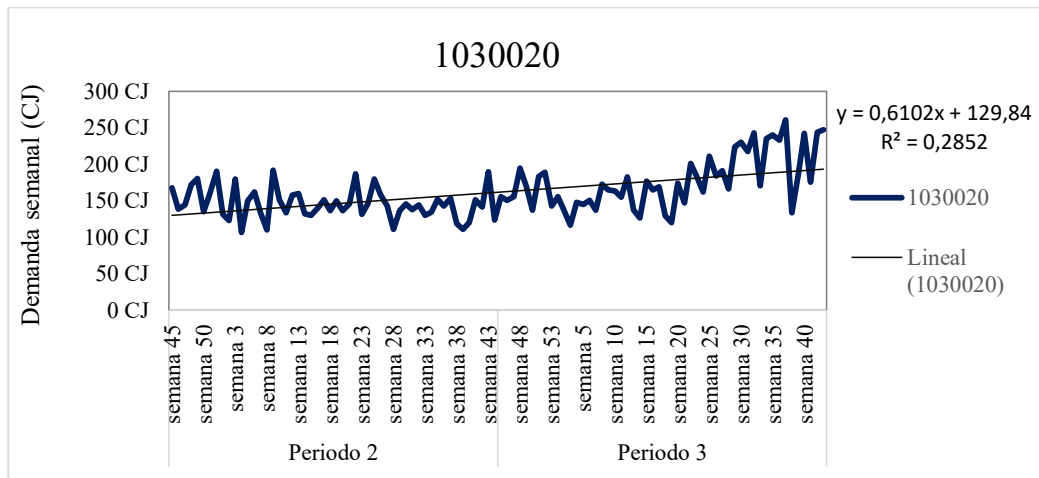
r) Producto Ave 1010194:



s) Producto Cerdo 1022083:



t) Producto Cerdo 1022083:



Anexo 8- Análisis y selección del mejor método de pronóstico

Producto 1010078:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	11,59%
Aditivo de Holt-Winters	2.º	30,80%
Multiplicativo de Holt-Winters	3.º	32,76%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	571 CJ	407 CJ
Aditivo de Holt-Winters	1.405 CJ	1.112 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	1.480 CJ	1.166 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,3677	1,83
Aditivo de Holt-Winters	0,8510	2,80
Multiplicativo de Holt-Winters	0,9126	2,77

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020013:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	7,65%
Multiplicativo de Holt-Winters	2.º	27,56%
Aditivo de Holt-Winters	3.º	27,60%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	91 CJ	68 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	338 CJ	247 CJ
Aditivo de Holt-Winters	338 CJ	247 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
SARIMA(1,0,1)	0,2650	1,94
Multiplicativo de Holt-Winters	0,9010	2,36
Aditivo de Holt-Winters	0,9000	2,36

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1010002:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	8,37%
Multiplicativo de Holt-Winters	2.º	22,48%
Aditivo de Holt-Winters	3.º	22,61%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	131 CJ	91 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	342 CJ	252 CJ
Aditivo de Holt-Winters	350 CJ	251 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
SARIMA(1,0,1)(1,1,1)	0,3857	2,24
Multiplicativo de Holt-Winters	0,8696	1,83
Aditivo de Holt-Winters	0,8821	1,77

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020001:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,1,1)	Mejor	10,12%
Aditivo estacional	2.º	39,24%
Multiplicativo estacional	3.º	42,64%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,1,1)	54 CJ	42 CJ
Aditivo estacional	228 CJ	167 CJ
Multiplicativo estacional	242 CJ	186 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,2739	1,82
Aditivo estacional	1,11 *	1,95
Multiplicativo estacional	1,03 *	2,24

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020027:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(2,0,2)	Mejor	6,33%
Aditivo estacional	2.º	28,33%
Multiplicativo estacional	3.º	28,66%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(2,0,2)	33 CJ	24 CJ
Aditivo estacional	143 CJ	105 CJ
Multiplicativo estacional	143 CJ	105 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(2,0,2)	0,2218	1,91
Aditivo estacional	0,9714	2,00
Multiplicativo estacional	0,9701	1,96

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020224:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	12,09%
Multiplicativo de Holt-Winters	2.º	34,65%
Aditivo de Holt-Winters	3.º	41,72%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	52 CJ	37 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	156 CJ	111 CJ
Aditivo de Holt-Winters	196 CJ	145 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,4694	1,94
Multiplicativo de Holt-Winters	1,36 *	1,80
Aditivo de Holt-Winters	1,82 *	1,34

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020010:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	12,99%
Aditivo de Holt-Winters	2.º	56,74%
Multiplicativo de Holt-Winters	3.º	66,97%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	41 CJ	31 CJ
Aditivo de Holt-Winters	192 CJ	140 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	195 CJ	151 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,1751	2,13
Aditivo de Holt-Winters	0,6249	1,55
Multiplicativo de Holt-Winters	0,6313	1,05

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1010267:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	4,54%
Aditivo de Holt-Winters	2.º	12,99%
Multiplicativo de Holt-Winters	3.º	13,59%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	14 CJ	9 CJ
Aditivo de Holt-Winters	35 CJ	27 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	39 CJ	28 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,3854	1,87
Aditivo de Holt-Winters	0,9808	1,72
Multiplicativo de Holt-Winters	1,08 *	1,70

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 110169:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	5,30%
Aditivo estacional	2.º	20,44%
Multiplicativo estacional	3.º	20,50%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	21 CJ	16 CJ
Aditivo estacional	84 CJ	62 CJ
Multiplicativo estacional	84 CJ	62 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,2270	1,87
Aditivo estacional	0,9338	2,22
Multiplicativo estacional	0,9244	2,20

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020253:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,1,1)	Mejor	10,47%
Aditivo de Holt-Winters	2.º	34,47%
Multiplicativo de Holt-Winters	3.º	41,26%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,1,1)	66 CJ	49 CJ
Aditivo de Holt-Winters	225 CJ	163 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	275 CJ	200 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,3365	2,19
Aditivo de Holt-Winters	1,03 *	2,01
Multiplicativo de Holt-Winters	1,12 *	1,75

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020003:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,1,1)	Mejor	17,60%
Multiplicativo de Holt-Winters	2.º	52,91%
Aditivo de Holt-Winters	3.º	62,98%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,1,1)	25 CJ	21 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	89 CJ	70 CJ
Aditivo de Holt-Winters	102 CJ	78 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,4240	1,90
Multiplicativo de Holt-Winters	1,44 *	1,52
Aditivo de Holt-Winters	1,64 *	2,17

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1022227:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	10,73%
Multiplicativo estacional	2.º	41,93%
Aditivo estacional	3.º	41,93%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	23 CJ	14 CJ
Multiplicativo estacional	95 CJ	55 CJ
Aditivo estacional	95 CJ	55 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,3342	1,81
Multiplicativo estacional	1,29 *	2,04
Aditivo estacional	1,28 *	2,04

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1021560:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	12,85%
Multiplicativo de Holt-Winters	2.º	43,01%
Aditivo de Holt-Winters	3.º	45,53%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	25 CJ	15 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	91 CJ	48 CJ
Aditivo de Holt-Winters	101 CJ	55 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,3593	2,12
Multiplicativo de Holt-Winters	1,07 *	1,84
Aditivo de Holt-Winters	1,28 *	1,90

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1010010:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(2,0,2)	Mejor	23,62%
Multiplicativo de Holt-Winters	2.º	64,32%
Aditivo de Holt-Winters	3.º	66,91%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(2,0,2)	83 CJ	59 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	250 CJ	170 CJ
Aditivo de Holt-Winters	247 CJ	179 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(2,0,2)	0,9047	2,06
Multiplicativo de Holt-Winters	4,40 *	1,38
Aditivo de Holt-Winters	2,13 *	2,28

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1010086:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,1,1)	Mejor	9,85%
Aditivo estacional	2.º	33,28%
Multiplicativo estacional	3.º	37,81%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,1,1)	48 CJ	40 CJ
Aditivo estacional	174 CJ	136 CJ
Multiplicativo estacional	206 CJ	162 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,3598	1,83
Aditivo estacional	1,29 *	1,71
Multiplicativo estacional	1,58 *	1,82

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1011879:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	10,18%
Multiplicativo de Holt-Winters	2.º	32,70%
Aditivo de Holt-Winters	3.º	33,03%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	37 CJ	22 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	95 CJ	74 CJ
Aditivo de Holt-Winters	93 CJ	73 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,4097	1,89
Multiplicativo de Holt-Winters	0,8304	1,83
Aditivo de Holt-Winters	0,8569	1,89

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1010194:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,1,1)	Mejor	16,49%
Multiplicativo estacional	2.º	49,88%
Aditivo estacional	3.º	53,13%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,1,1)	39 CJ	33 CJ
Multiplicativo estacional	120 CJ	100 CJ
Aditivo estacional	120 CJ	103 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,2559	1,93
Multiplicativo estacional	0,6631	1,49
Aditivo estacional	0,6785	1,47

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1022083:

Método	Rango	MAPE
ARIMA(1,0,1)	Mejor	13,57%
Multiplicativo estacional	2.º	42,37%
Aditivo estacional	3.º	42,77%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(1,0,1)	34 CJ	25 CJ
Multiplicativo estacional	96 CJ	79 CJ
Aditivo estacional	103 CJ	79 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,0,1)	0,3684	1,81
Multiplicativo estacional	1,08 *	2,26
Aditivo estacional	1,08 *	1,32

Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1030020:

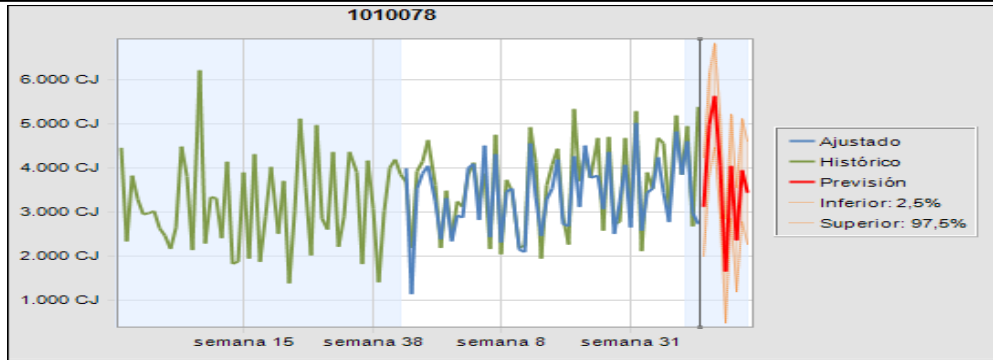
Método	Rango	MAPE
ARIMA(2,1,2)	Mejor	5,56%
Aditivo de Holt-Winters	2.º	18,20%
Multiplicativo de Holt-Winters	3.º	19,33%
Método	RMSE	MAD
ARIMA(2,1,2)	12 CJ	10 CJ
Aditivo de Holt-Winters	42 CJ	32 CJ
Multiplicativo de Holt-Winters	45 CJ	34 CJ
Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(2,1,2)	0,3130	1,96
Aditivo de Holt-Winters	1,12 *	2,11
Multiplicativo de Holt-Winters	1,18 *	1,91

Fuente: Software Crystal Ball

Anexo 9- Pronostico de demanda para los 9 periodos bajo mejor metodo seleccionado

Producto 1010078:

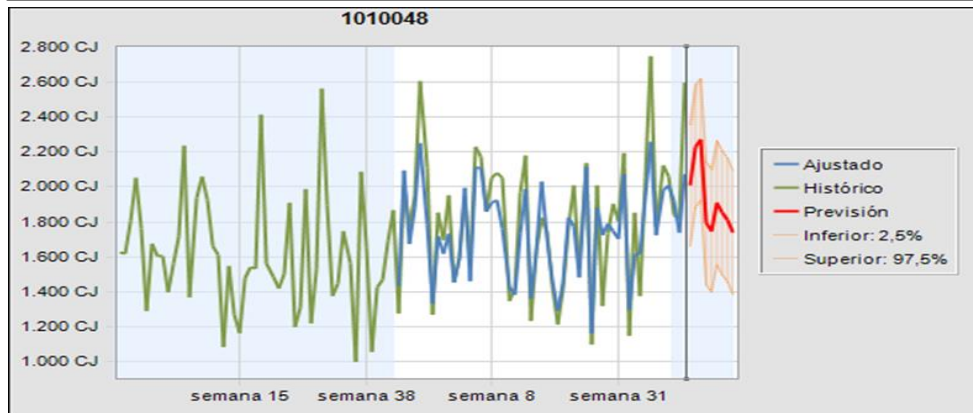
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	2.009 CJ	3.128 CJ	4.247 CJ
semana 45	3.807 CJ	4.978 CJ	6.149 CJ
semana 46	4.465 CJ	5.641 CJ	6.817 CJ
semana 47	2.875 CJ	4.052 CJ	5.228 CJ
semana 48	494 CJ	1.670 CJ	2.847 CJ
semana 49	2.865 CJ	4.042 CJ	5.218 CJ
semana 50	1.201 CJ	2.377 CJ	3.554 CJ
semana 51	2.776 CJ	3.953 CJ	5.130 CJ
semana 52	2.264 CJ	3.441 CJ	4.617 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

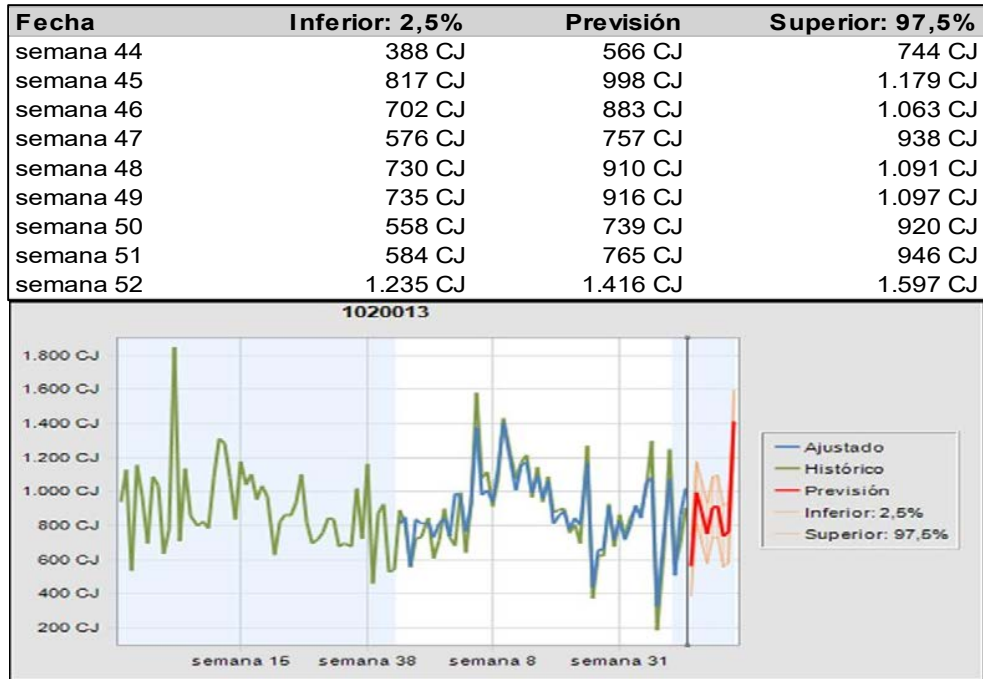
Producto 1010048:

Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	1.659 CJ	2.009 CJ	2.360 CJ
semana 45	1.881 CJ	2.232 CJ	2.583 CJ
semana 46	1.921 CJ	2.273 CJ	2.624 CJ
semana 47	1.442 CJ	1.794 CJ	2.146 CJ
semana 48	1.397 CJ	1.750 CJ	2.103 CJ
semana 49	1.556 CJ	1.909 CJ	2.263 CJ
semana 50	1.501 CJ	1.855 CJ	2.209 CJ
semana 51	1.454 CJ	1.809 CJ	2.164 CJ
semana 52	1.385 CJ	1.741 CJ	2.096 CJ



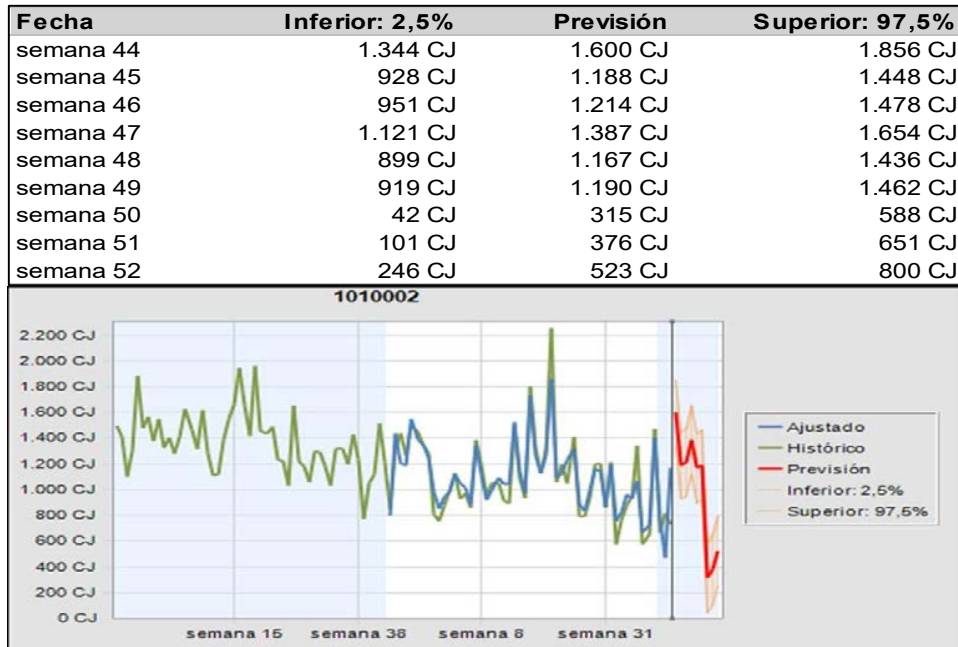
Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020013:



Fuente: Software Crystal Ball

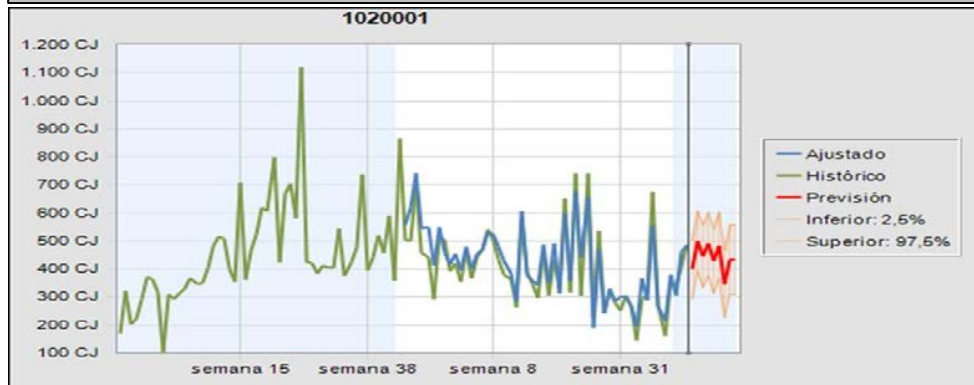
Producto 1010002:



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020001:

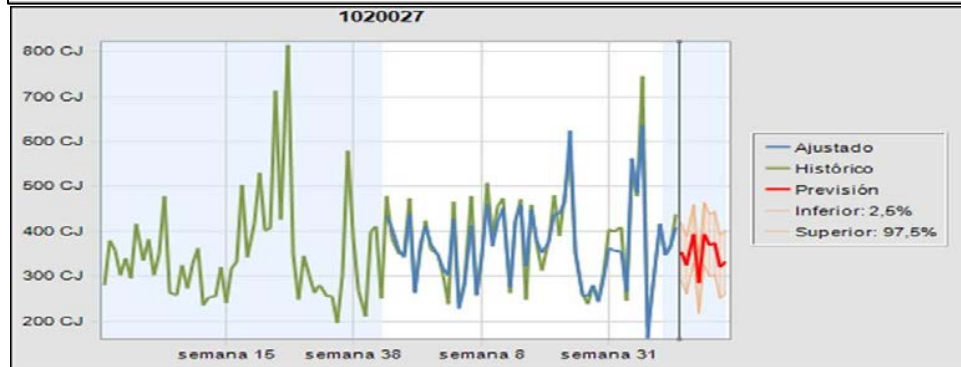
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	293 CJ	399 CJ	505 CJ
semana 45	393 CJ	499 CJ	605 CJ
semana 46	335 CJ	447 CJ	558 CJ
semana 47	378 CJ	491 CJ	604 CJ
semana 48	316 CJ	431 CJ	547 CJ
semana 49	367 CJ	485 CJ	602 CJ
semana 50	227 CJ	347 CJ	467 CJ
semana 51	311 CJ	433 CJ	556 CJ
semana 52	309 CJ	434 CJ	558 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

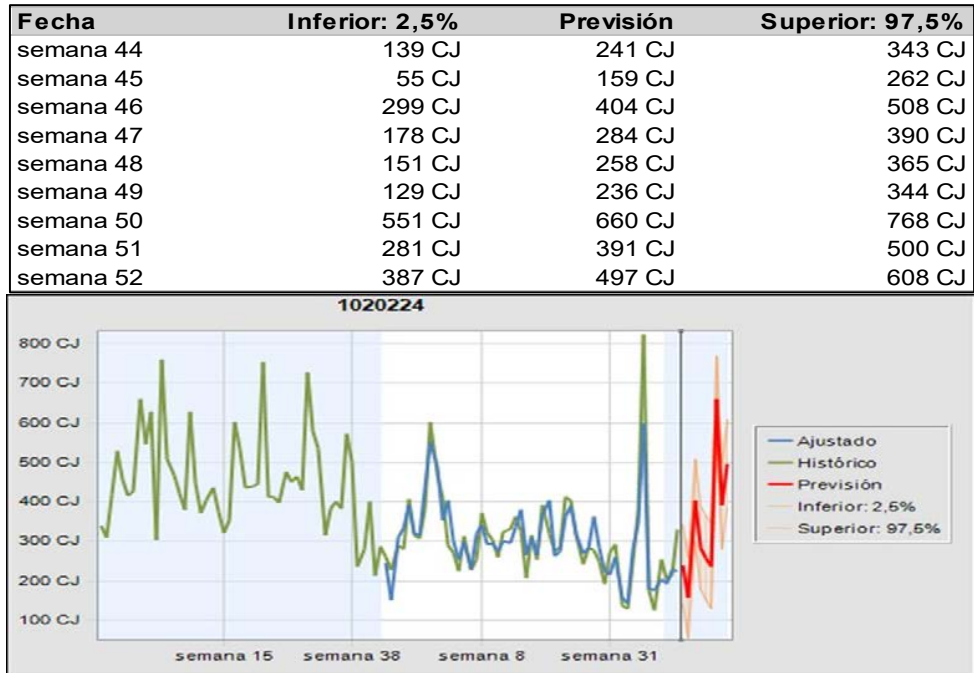
Producto 1020027:

Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	292 CJ	356 CJ	420 CJ
semana 45	260 CJ	325 CJ	390 CJ
semana 46	330 CJ	395 CJ	460 CJ
semana 47	220 CJ	287 CJ	353 CJ
semana 48	326 CJ	394 CJ	463 CJ
semana 49	301 CJ	371 CJ	440 CJ
semana 50	304 CJ	375 CJ	445 CJ
semana 51	251 CJ	322 CJ	392 CJ
semana 52	261 CJ	332 CJ	403 CJ



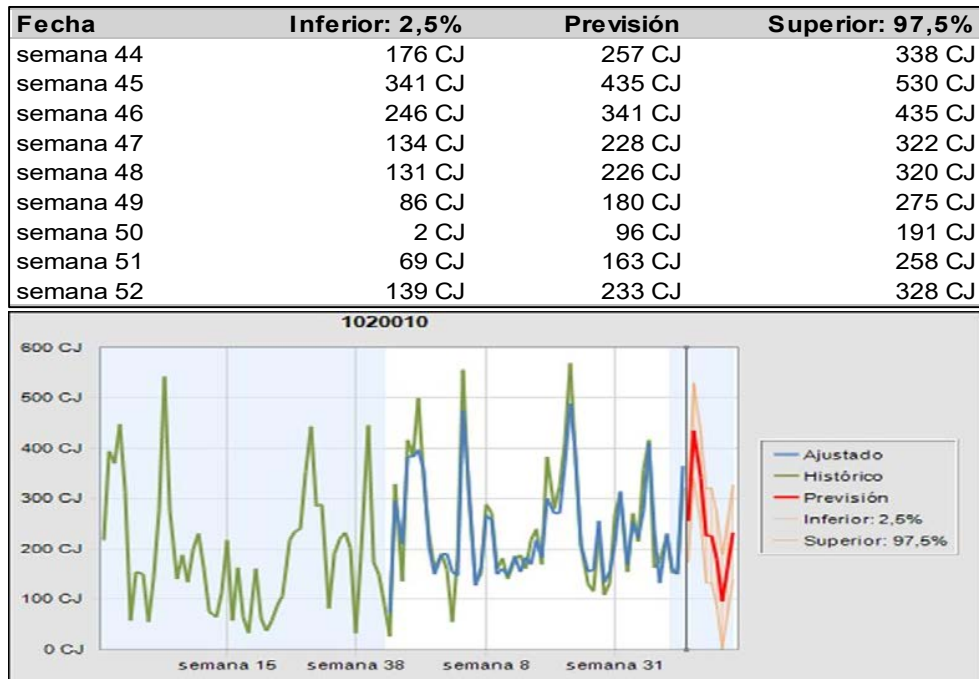
Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020224:



Fuente: Software Crystal Ball

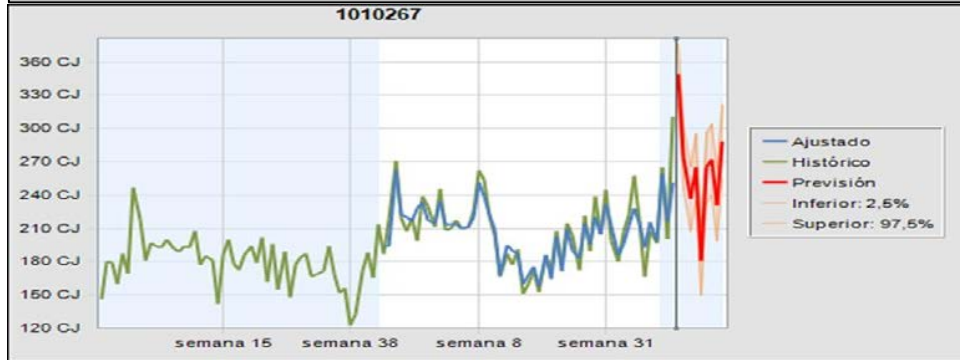
Producto 1020010:



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1010267:

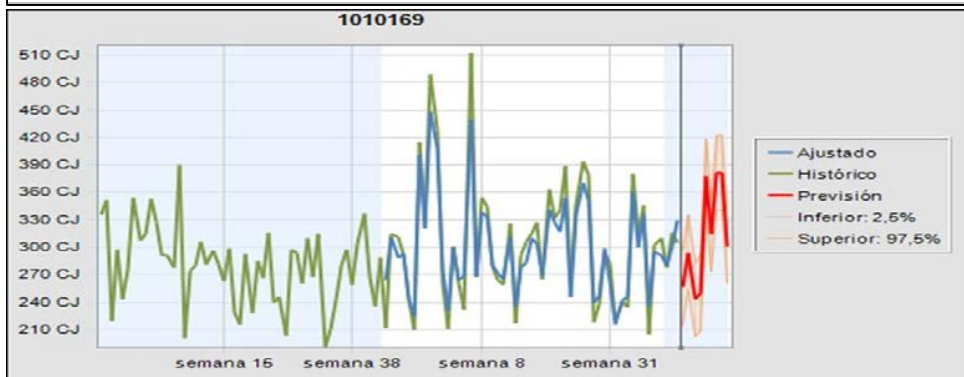
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	323 CJ	349 CJ	376 CJ
semana 45	246 CJ	274 CJ	302 CJ
semana 46	208 CJ	237 CJ	266 CJ
semana 47	235 CJ	265 CJ	295 CJ
semana 48	150 CJ	181 CJ	212 CJ
semana 49	233 CJ	265 CJ	297 CJ
semana 50	240 CJ	272 CJ	304 CJ
semana 51	199 CJ	231 CJ	264 CJ
semana 52	255 CJ	288 CJ	321 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 110169:

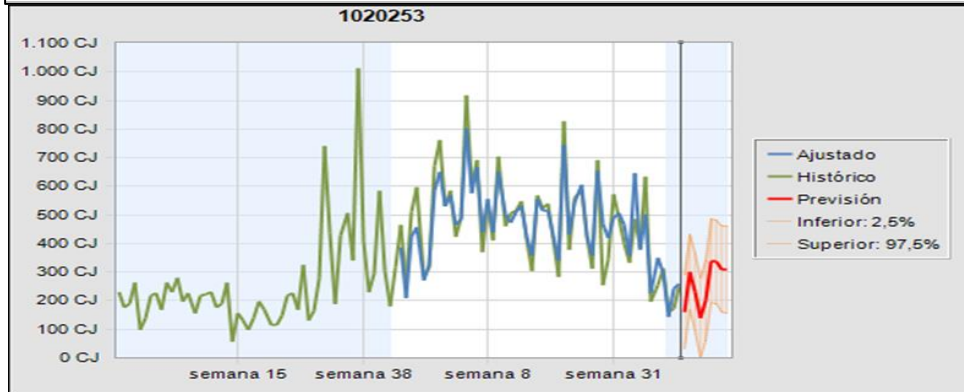
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	215 CJ	256 CJ	298 CJ
semana 45	253 CJ	294 CJ	335 CJ
semana 46	202 CJ	243 CJ	285 CJ
semana 47	209 CJ	250 CJ	291 CJ
semana 48	337 CJ	378 CJ	419 CJ
semana 49	274 CJ	315 CJ	356 CJ
semana 50	340 CJ	382 CJ	423 CJ
semana 51	340 CJ	381 CJ	423 CJ
semana 52	260 CJ	301 CJ	342 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1020253:

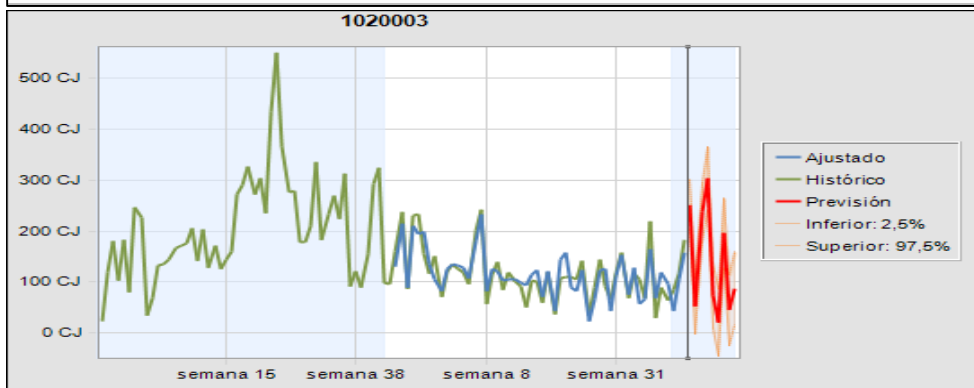
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	32 CJ	162 CJ	292 CJ
semana 45	170 CJ	302 CJ	434 CJ
semana 46	95 CJ	231 CJ	366 CJ
semana 47	2 CJ	140 CJ	279 CJ
semana 48	61 CJ	202 CJ	344 CJ
semana 49	195 CJ	339 CJ	484 CJ
semana 50	188 CJ	336 CJ	484 CJ
semana 51	159 CJ	310 CJ	461 CJ
semana 52	155 CJ	308 CJ	462 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

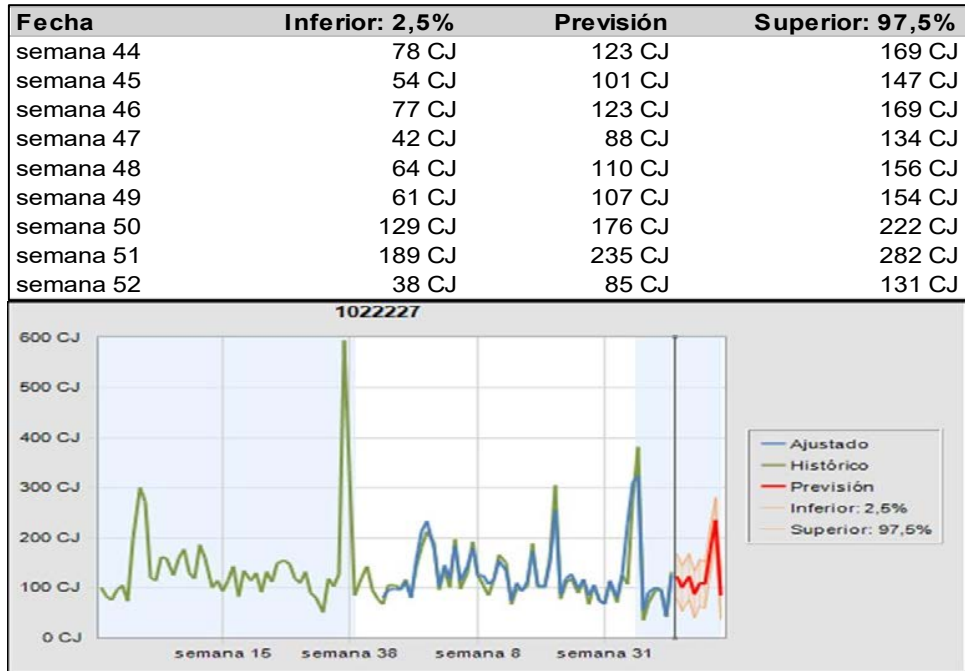
Producto 1020003:

Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	204 CJ	253 CJ	301 CJ
semana 45	-3 CJ	52 CJ	108 CJ
semana 46	178 CJ	237 CJ	296 CJ
semana 47	243 CJ	304 CJ	365 CJ
semana 48	10 CJ	73 CJ	137 CJ
semana 49	-45 CJ	21 CJ	87 CJ
semana 50	129 CJ	197 CJ	265 CJ
semana 51	-25 CJ	45 CJ	115 CJ
semana 52	16 CJ	87 CJ	159 CJ



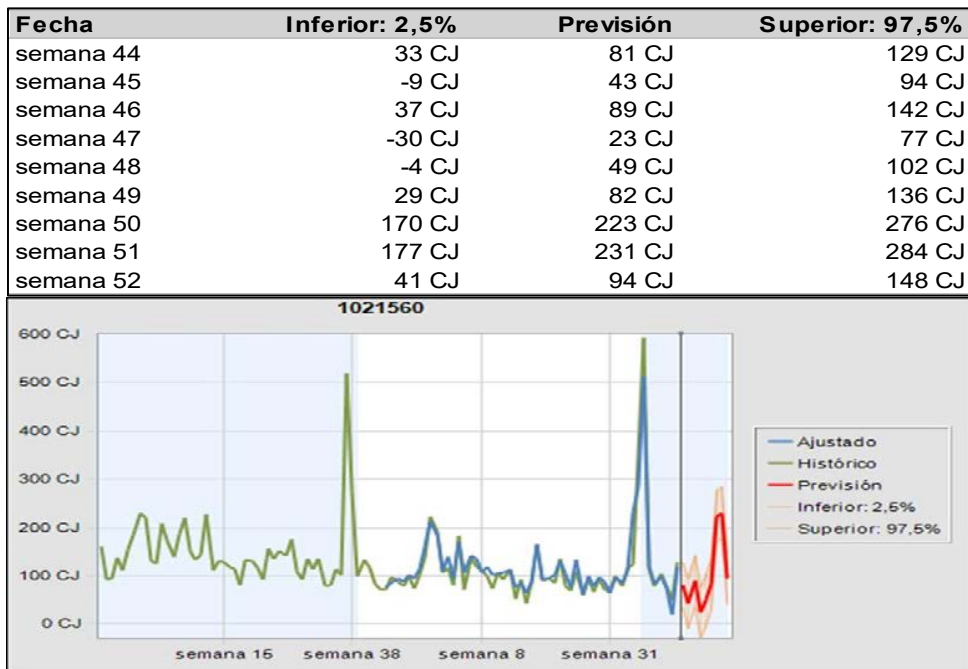
Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1022227:



Fuente: Software Crystal Ball

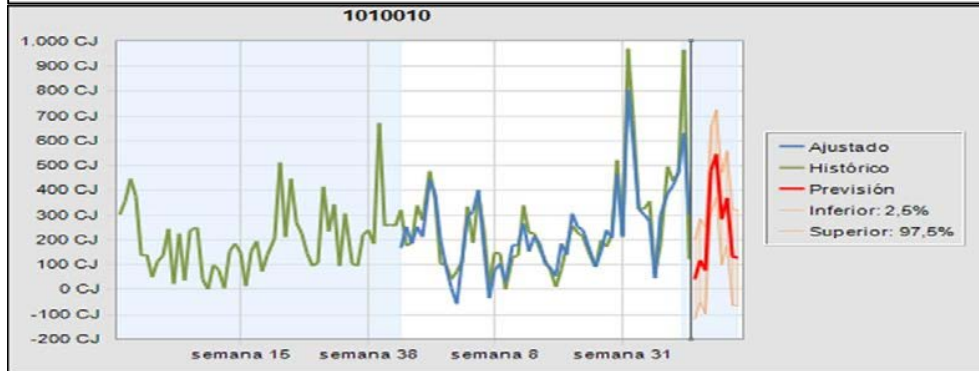
Producto 1021560:



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1010010:

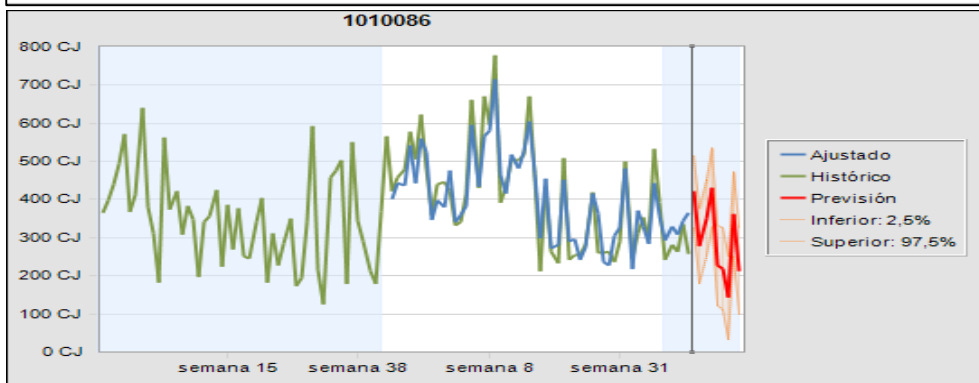
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	-119 CJ	44 CJ	206 CJ
semana 45	-53 CJ	117 CJ	287 CJ
semana 46	-98 CJ	78 CJ	254 CJ
semana 47	304 CJ	480 CJ	657 CJ
semana 48	369 CJ	548 CJ	726 CJ
semana 49	102 CJ	287 CJ	473 CJ
semana 50	180 CJ	370 CJ	561 CJ
semana 51	-59 CJ	133 CJ	324 CJ
semana 52	-64 CJ	129 CJ	322 CJ



Fuente: Software Crystal ball

Producto 1010086:

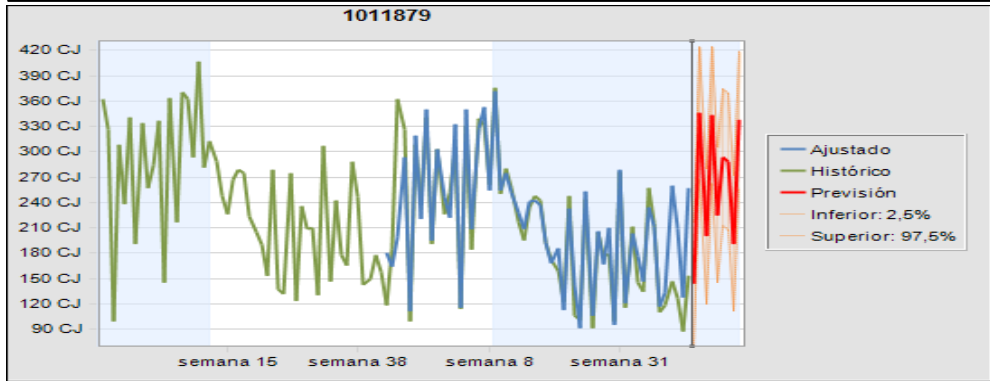
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	327 CJ	421 CJ	516 CJ
semana 45	179 CJ	278 CJ	377 CJ
semana 46	251 CJ	352 CJ	453 CJ
semana 47	329 CJ	432 CJ	535 CJ
semana 48	122 CJ	228 CJ	333 CJ
semana 49	112 CJ	219 CJ	327 CJ
semana 50	34 CJ	143 CJ	253 CJ
semana 51	251 CJ	362 CJ	473 CJ
semana 52	100 CJ	214 CJ	327 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1011879:

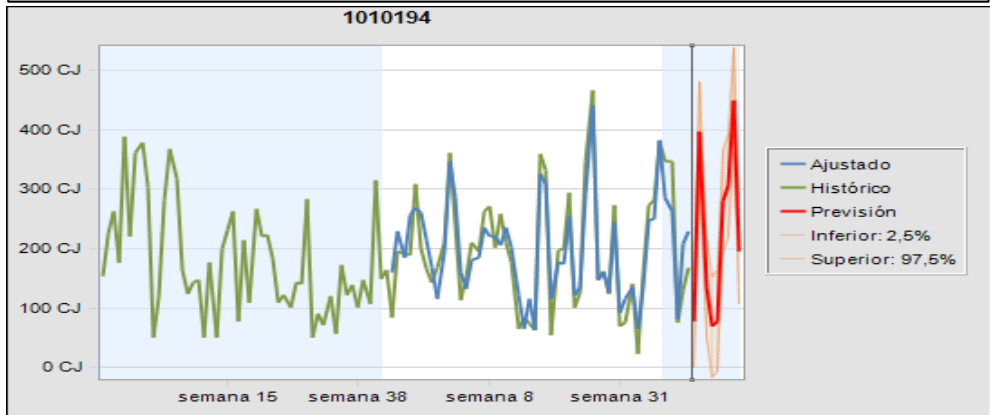
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	71 CJ	144 CJ	217 CJ
semana 45	269 CJ	347 CJ	425 CJ
semana 46	120 CJ	200 CJ	280 CJ
semana 47	263 CJ	344 CJ	424 CJ
semana 48	145 CJ	225 CJ	306 CJ
semana 49	214 CJ	294 CJ	375 CJ
semana 50	208 CJ	288 CJ	369 CJ
semana 51	111 CJ	192 CJ	272 CJ
semana 52	258 CJ	338 CJ	419 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1010194:

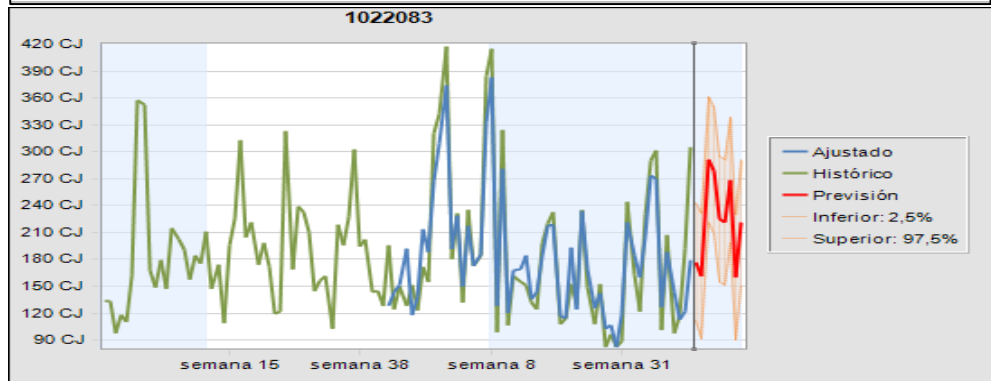
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	1 CJ	78 CJ	154 CJ
semana 45	315 CJ	398 CJ	481 CJ
semana 46	50 CJ	135 CJ	219 CJ
semana 47	-16 CJ	69 CJ	155 CJ
semana 48	-6 CJ	80 CJ	165 CJ
semana 49	194 CJ	280 CJ	367 CJ
semana 50	220 CJ	307 CJ	394 CJ
semana 51	363 CJ	450 CJ	538 CJ
semana 52	109 CJ	197 CJ	285 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1022083:

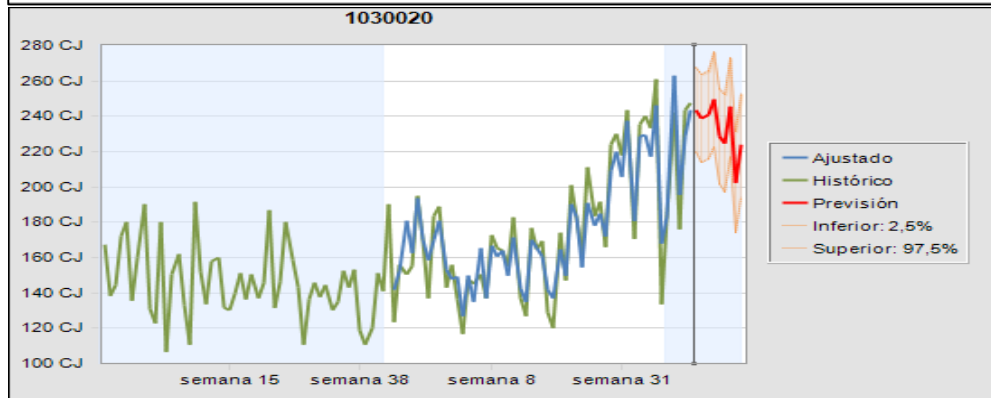
Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	111 CJ	177 CJ	243 CJ
semana 45	92 CJ	162 CJ	232 CJ
semana 46	221 CJ	291 CJ	361 CJ
semana 47	209 CJ	279 CJ	349 CJ
semana 48	155 CJ	225 CJ	296 CJ
semana 49	151 CJ	221 CJ	292 CJ
semana 50	198 CJ	269 CJ	339 CJ
semana 51	90 CJ	160 CJ	230 CJ
semana 52	151 CJ	221 CJ	291 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

Producto 1030020:

Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
semana 44	220 CJ	244 CJ	268 CJ
semana 45	214 CJ	239 CJ	264 CJ
semana 46	216 CJ	241 CJ	266 CJ
semana 47	223 CJ	250 CJ	277 CJ
semana 48	202 CJ	229 CJ	256 CJ
semana 49	197 CJ	225 CJ	252 CJ
semana 50	217 CJ	245 CJ	274 CJ
semana 51	174 CJ	203 CJ	231 CJ
semana 52	195 CJ	224 CJ	253 CJ



Fuente: Software Crystal Ball

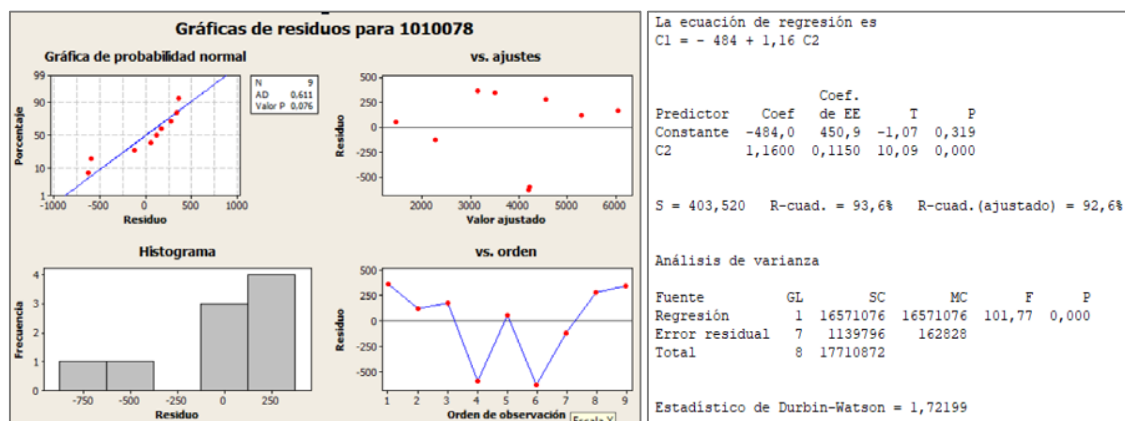
Anexo 10- Tabla A-2 Durbin Watson

n	$k^* = 1$		$k^* = 2$		$k^* = 3$		$k^* = 4$		$k^* = 5$		$k^* = 6$	
	d_L	d_u	d_L	d_u	d_L	d_u	d_L	d_u	d_L	d_u	d_L	d_u
6	0.610	1.400										
7	0.700	1.356	0.467	1.896								
8	0.763	1.332	0.559	1.777	0.368	2.287						
9	0.824	1.320	0.629	1.699	0.455	2.128	0.296	2.588				
10	0.879	1.320	0.697	1.641	0.525	2.016	0.376	2.414	0.243	2.822		
11	0.927	1.324	0.658	1.604	0.595	1.928	0.444	2.283	0.316	2.645	0.203	3.005
12	0.971	1.331	0.812	1.579	0.658	1.864	0.512	2.177	0.379	2.506	0.268	2.832
13	1.010	1.340	0.861	1.562	0.715	1.816	0.574	2.094	0.445	2.390	0.328	2.692
14	1.045	1.350	0.905	1.551	0.767	1.779	0.632	2.030	0.505	2.296	0.389	2.572
15	1.077	1.361	0.946	1.543	0.814	1.750	0.685	1.977	0.562	2.220	0.447	2.472
16	1.106	1.371	0.982	1.539	0.857	1.728	0.734	1.935	0.615	2.157	0.502	2.388
17	1.133	1.381	1.015	1.536	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318
18	1.158	1.391	1.046	1.535	0.933	1.696	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.257
19	1.180	1.401	1.074	1.536	0.967	1.685	0.859	1.848	0.752	2.023	0.649	2.206
20	1.201	1.411	1.100	1.537	0.998	1.676	0.894	1.828	0.792	1.991	0.692	2.162
21	1.221	1.420	1.125	1.538	1.026	1.669	0.927	1.812	0.829	1.964	0.732	2.124
22	1.239	1.429	1.147	1.541	1.053	1.664	0.958	1.797	0.863	1.940	0.769	2.090
23	1.257	1.437	1.168	1.543	1.078	1.660	0.986	1.785	0.895	1.920	0.804	2.061
24	1.273	1.446	1.188	1.546	1.101	1.656	1.013	1.775	0.925	1.902	0.837	2.035
25	1.288	1.454	1.206	1.550	1.123	1.654	1.038	1.767	0.953	1.886	0.868	2.012
26	1.302	1.461	1.224	1.553	1.143	1.652	1.062	1.759	0.979	1.873	0.897	1.992
27	1.316	1.469	1.240	1.556	1.162	1.651	1.084	1.753	1.004	1.861	0.925	1.974
28	1.328	1.476	1.255	1.560	1.181	1.650	1.104	1.747	1.028	1.850	0.951	1.958
29	1.341	1.483	1.270	1.563	1.198	1.650	1.124	1.743	1.050	1.841	0.975	1.944
30	1.352	1.489	1.284	1.567	1.214	1.650	1.143	1.739	1.071	1.833	0.998	1.931
31	1.363	1.496	1.297	1.570	1.229	1.650	1.160	1.735	1.090	1.825	1.020	1.920
32	1.373	1.502	1.309	1.574	1.244	1.650	1.177	1.732	1.109	1.819	1.041	1.909
33	1.383	1.508	1.321	1.577	1.258	1.651	1.193	1.730	1.127	1.813	1.061	1.900
34	1.393	1.514	1.333	1.580	1.271	1.652	1.208	1.728	1.144	1.808	1.080	1.891
35	1.402	1.519	1.343	1.584	1.283	1.653	1.222	1.726	1.160	1.803	1.097	1.884
36	1.411	1.525	1.354	1.587	1.295	1.654	1.236	1.724	1.175	1.799	1.114	1.877
37	1.419	1.530	1.364	1.590	1.307	1.655	1.249	1.723	1.190	1.795	1.131	1.870
38	1.427	1.535	1.373	1.594	1.318	1.656	1.261	1.722	1.204	1.792	1.146	1.864
39	1.435	1.540	1.382	1.597	1.328	1.658	1.273	1.722	1.218	1.789	1.161	1.859
40	1.442	1.544	1.391	1.600	1.338	1.659	1.285	1.721	1.230	1.786	1.175	1.854
45	1.475	1.566	1.430	1.615	1.383	1.666	1.336	1.720	1.287	1.776	1.238	1.835
50	1.503	1.585	1.462	1.628	1.421	1.674	1.378	1.721	1.335	1.771	1.291	1.822
55	1.528	1.601	1.490	1.641	1.452	1.681	1.414	1.724	1.374	1.768	1.334	1.814
60	1.549	1.616	1.514	1.652	1.480	1.689	1.444	1.727	1.408	1.767	1.372	1.808
65	1.567	1.629	1.536	1.662	1.503	1.696	1.471	1.731	1.438	1.767	1.404	1.805
70	1.583	1.641	1.554	1.672	1.525	1.703	1.494	1.735	1.464	1.768	1.433	1.802
75	1.598	1.652	1.571	1.680	1.543	1.709	1.515	1.739	1.487	1.770	1.458	1.801
80	1.611	1.662	1.586	1.688	1.560	1.715	1.534	1.743	1.507	1.772	1.480	1.801
85	1.624	1.671	1.600	1.696	1.575	1.721	1.550	1.747	1.525	1.774	1.500	1.801
90	1.635	1.679	1.612	1.703	1.589	1.726	1.566	1.751	1.542	1.776	1.518	1.801
95	1.645	1.687	1.623	1.709	1.602	1.732	1.579	1.755	1.557	1.778	1.535	1.802
100	1.654	1.694	1.634	1.715	1.613	1.736	1.592	1.758	1.571	1.780	1.550	1.803
150	1.720	1.746	1.706	1.760	1.693	1.774	1.679	1.788	1.665	1.802	1.651	1.817
200	1.758	1.778	1.748	1.789	1.738	1.799	1.728	1.810	1.718	1.820	1.707	1.831

Fuente: [Hanke & Wicher06]

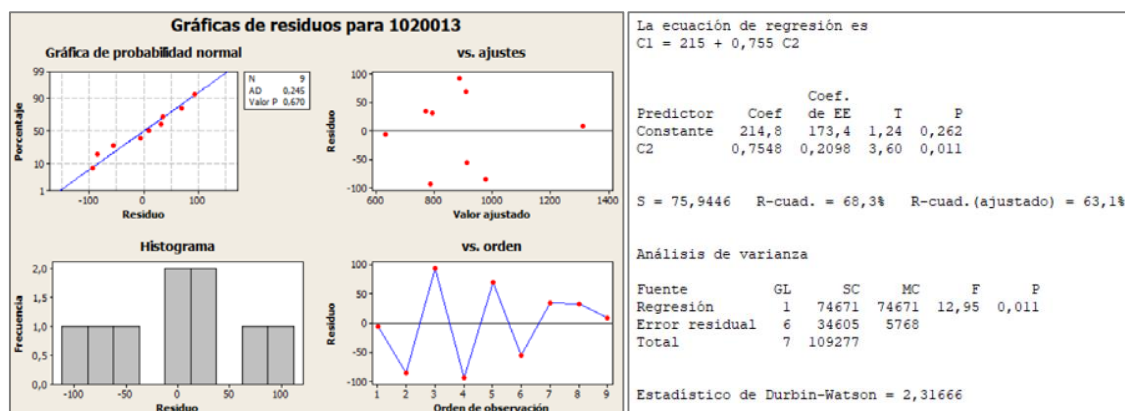
Anexo 11- Estadístico Durbin Watson para la proyección del método seleccionado

Producto 1010078:



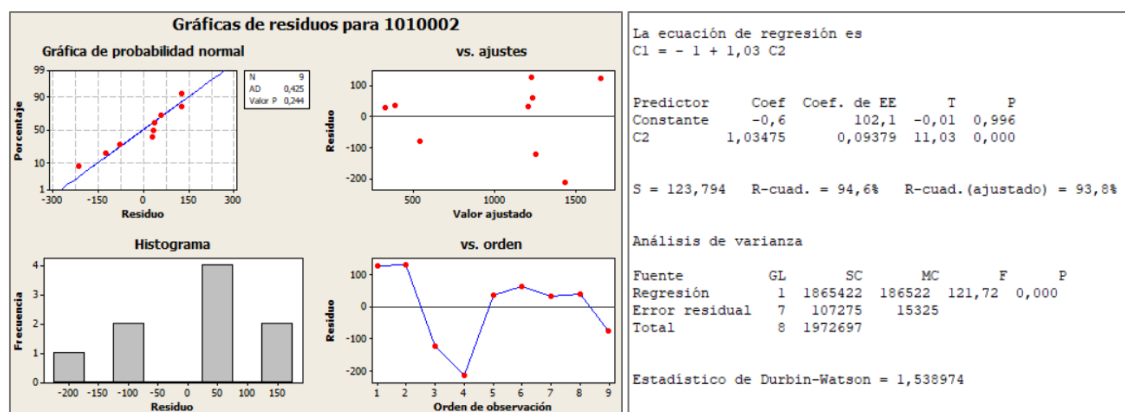
Fuente: Software Minitab

Producto 1020013:



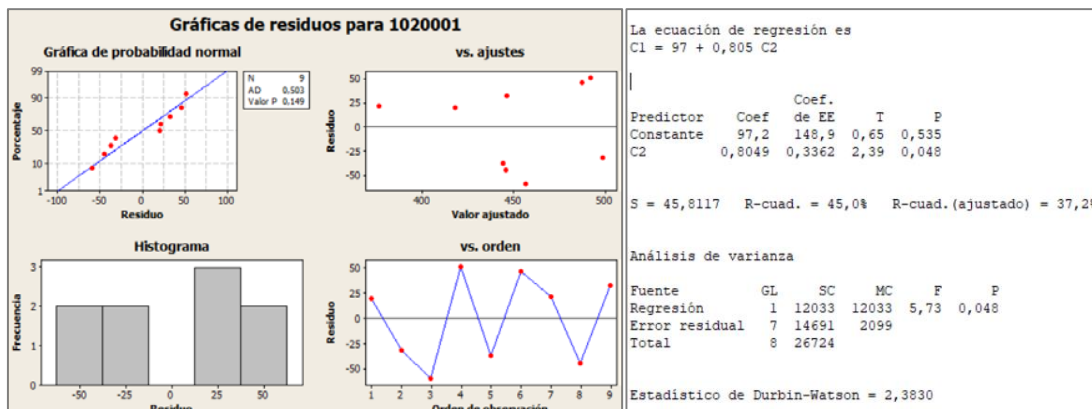
Fuente: Software Minitab

Producto 1010002:



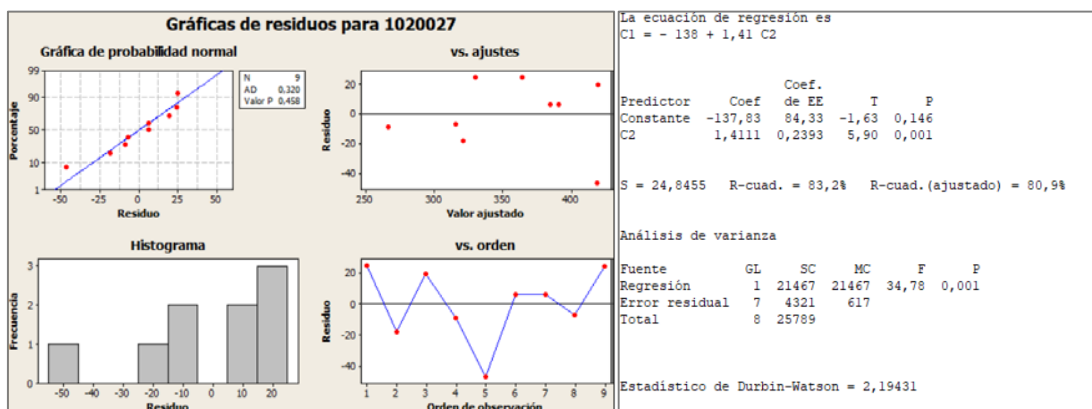
Fuente: Software Minitab

Producto 1020001:



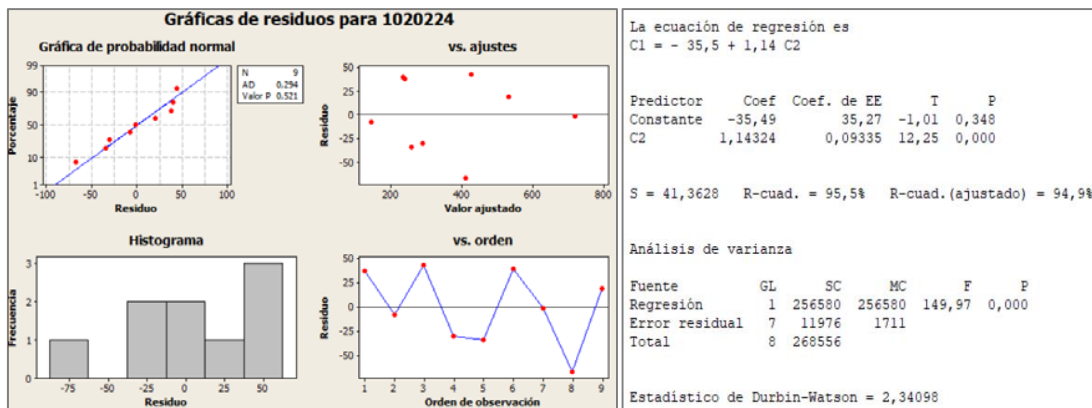
Fuente: Software Minitab

Producto 1020027:



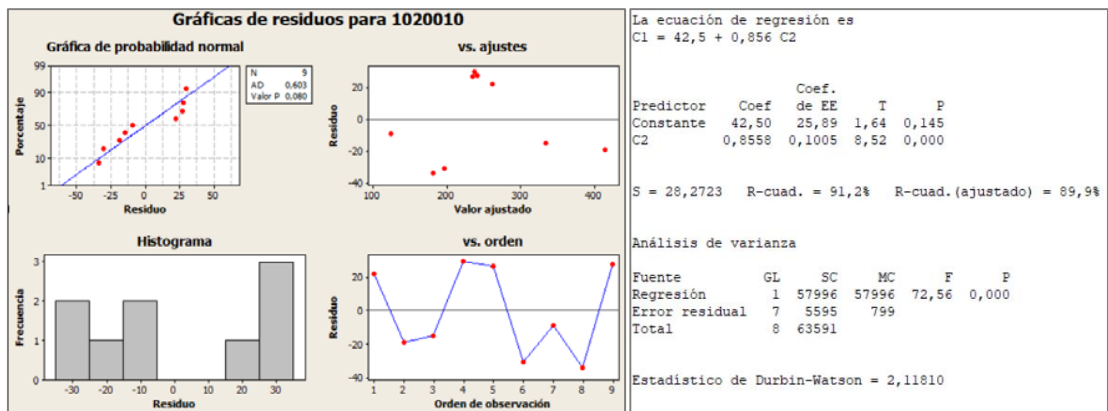
Fuente: Software Minitab

Producto 1020224:



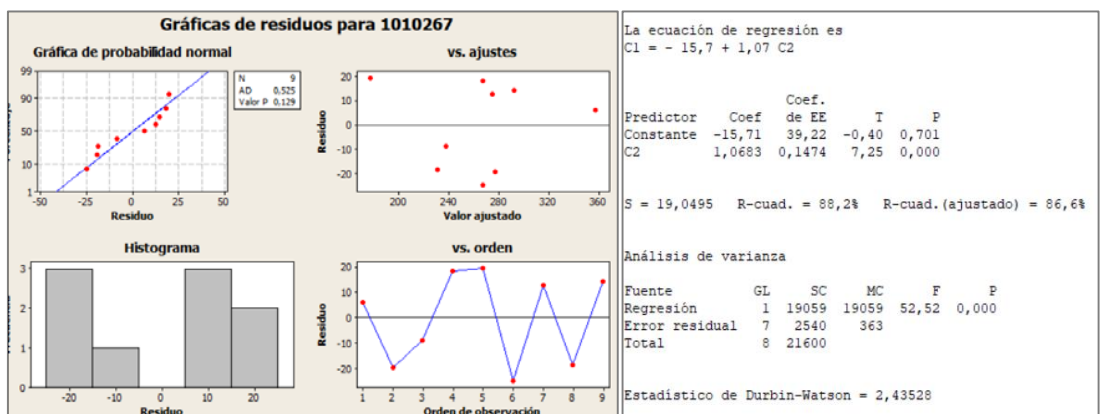
Fuente: Software Minitab

Producto 1020010:



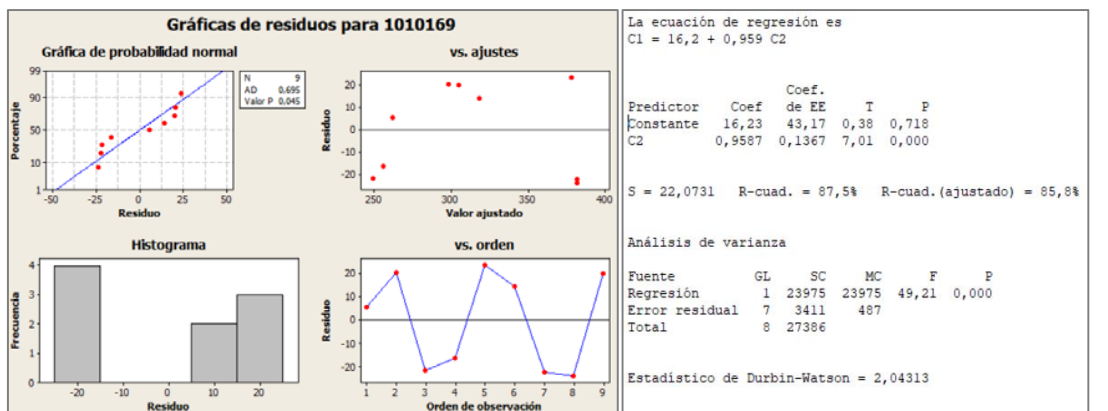
Fuente: Software Minitab

Producto 1010267:



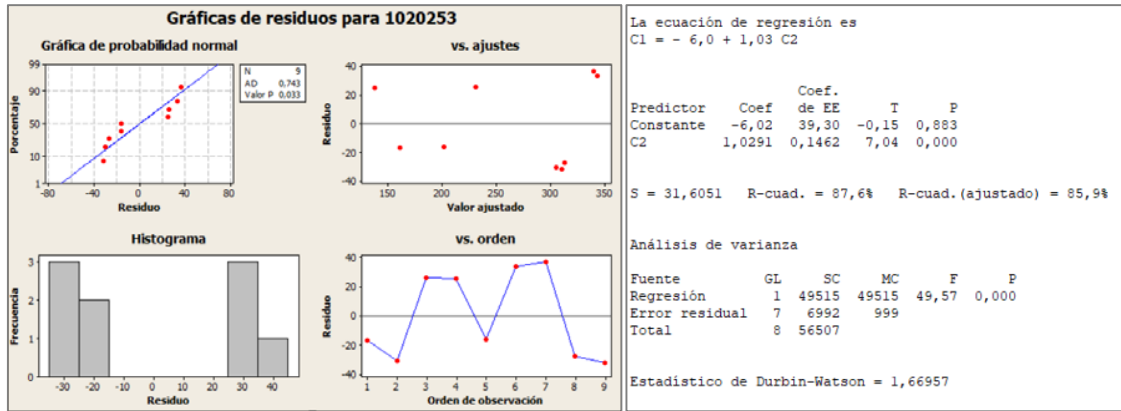
Fuente: Software Minitab

Producto 110169:



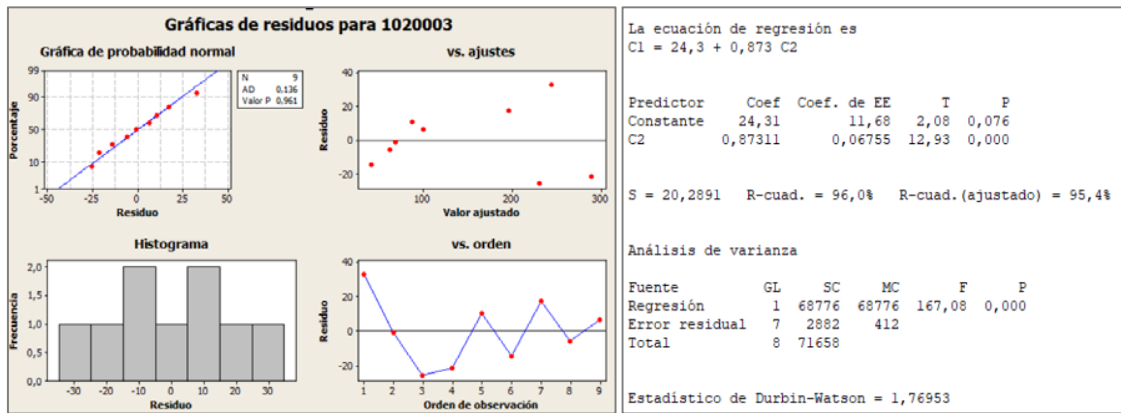
Fuente: Software Minitab

Producto 1020253:



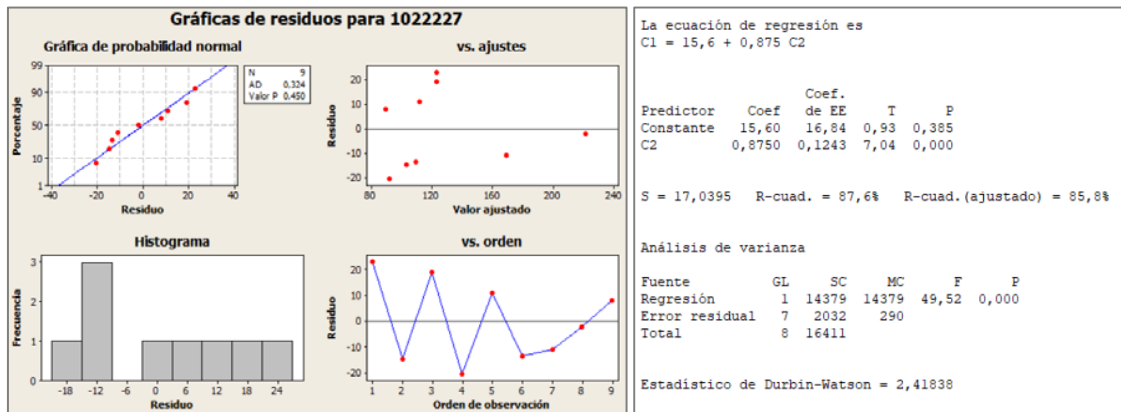
Fuente: Software Minitab

Producto 1020003:



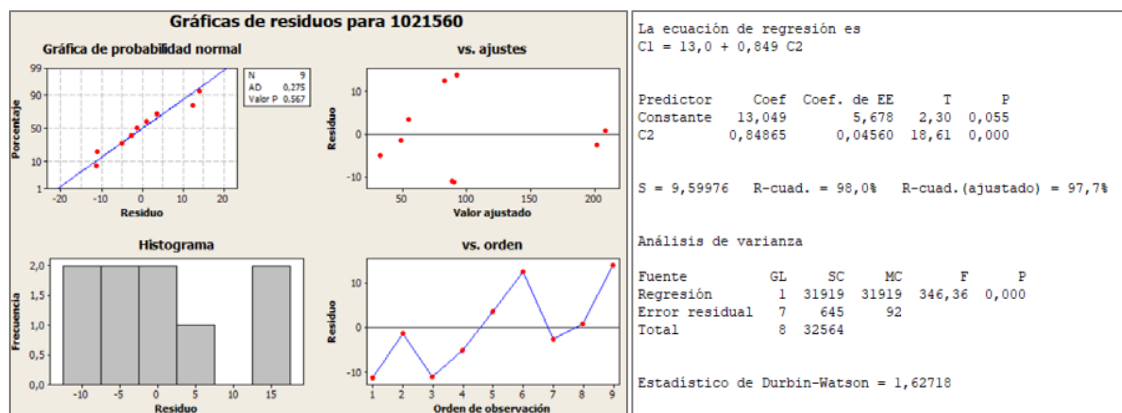
Fuente: Software Minitab

Producto 102227:



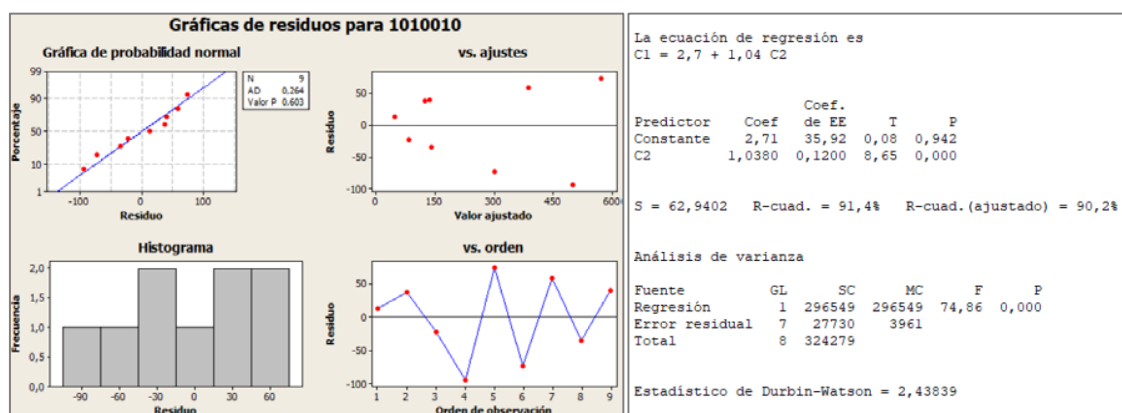
Fuente: Software Minitab

Producto 1021560:



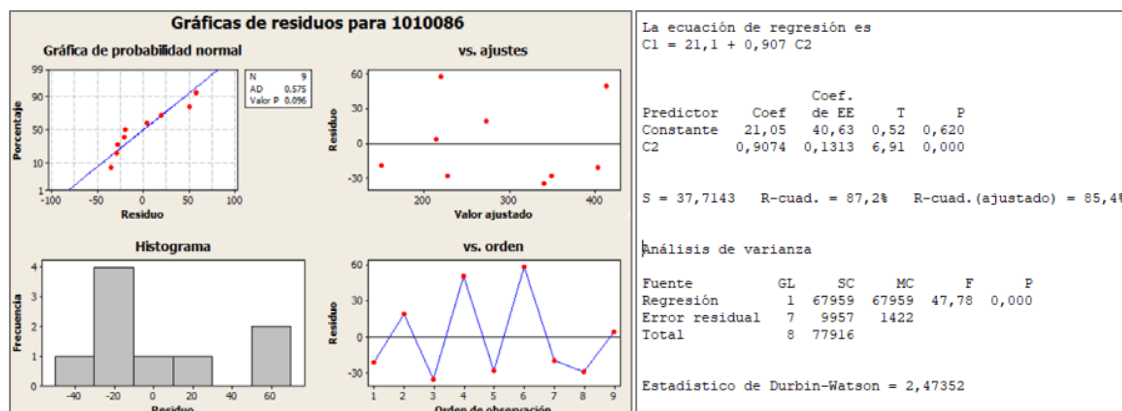
Fuente: Software Minitab

Producto 1010010:



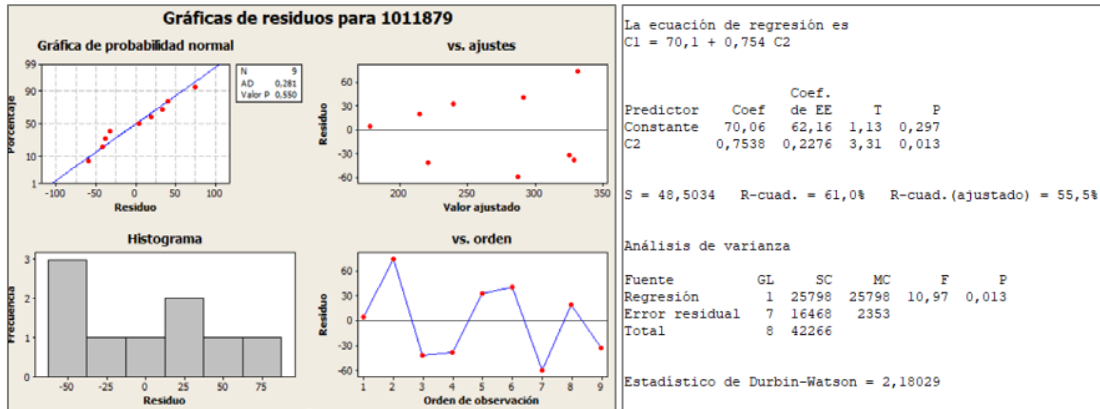
Fuente: Software Minitab

Producto 1010086:



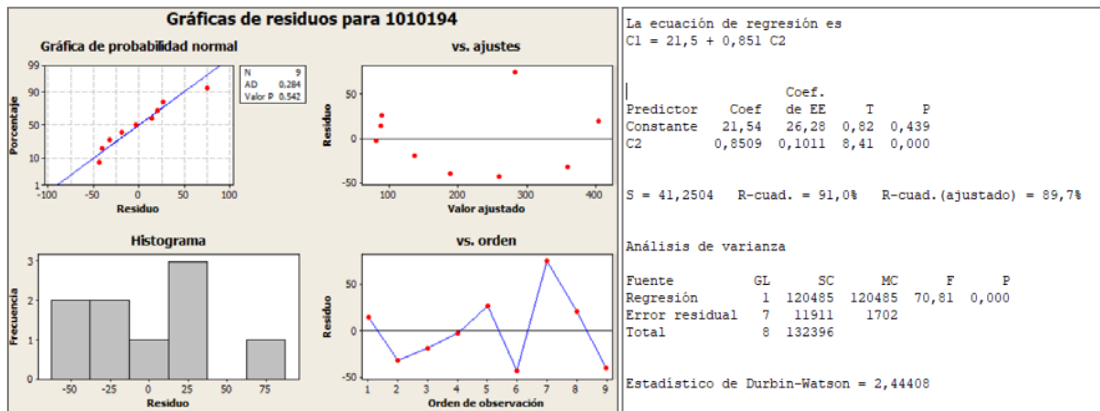
Fuente: Software Minitab

Producto 1011879:



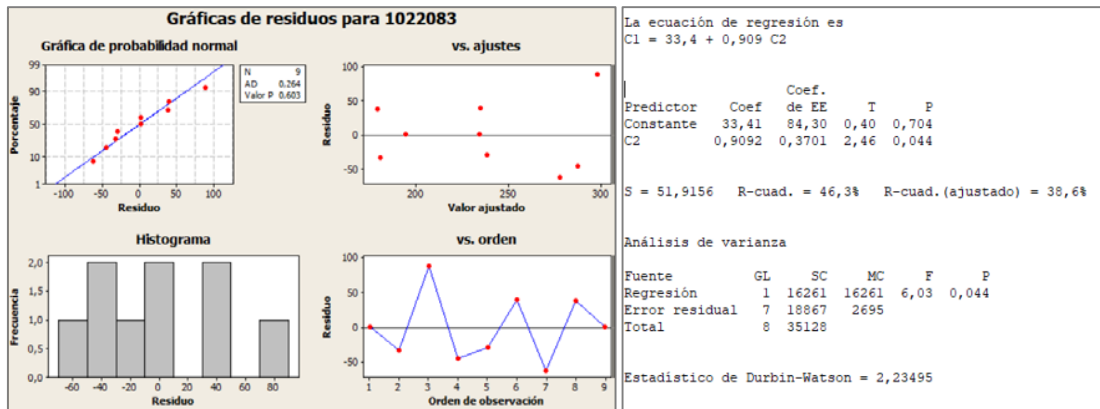
Fuente: Software Minitab

Producto 1010194:



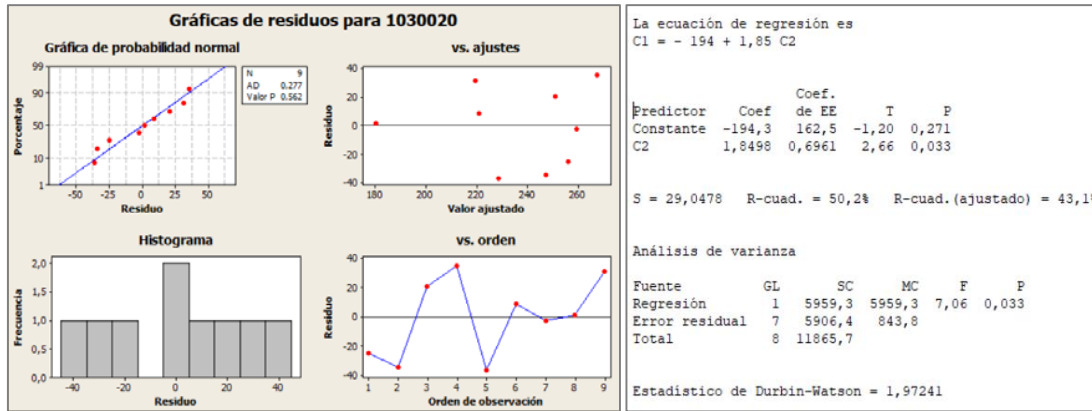
Fuente: Software Minitab

Producto 1022083:



Fuente: Software Minitab

Producto 1030020:

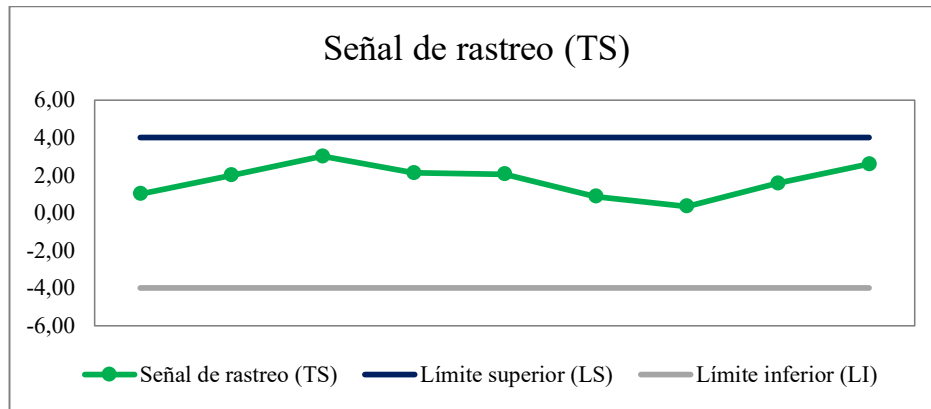


Fuente: Software Minitab

Anexo 12- Validación del método de pronóstico establecido.

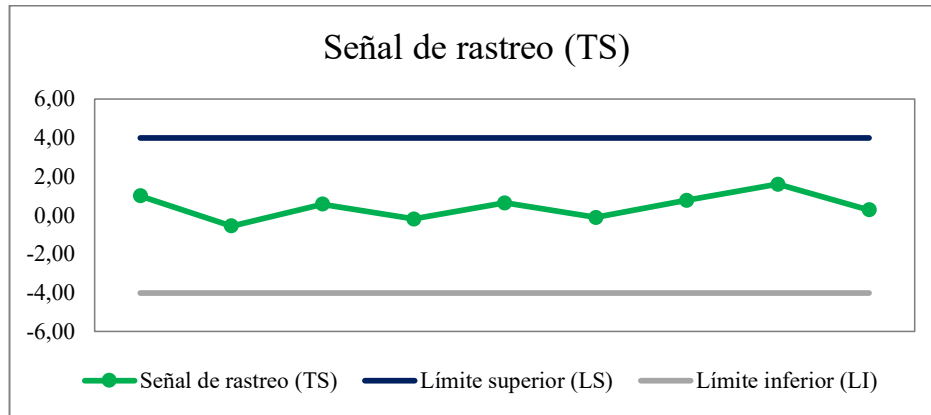
Producto 1010078:

Mes	Demanda real (DI)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	3.509	3.128	381	381	381	381	381	1,00	10,86%
semana 45	5.415	4.978	437	437	818	818	409	2,00	8,07%
semana 46	6.232	5.641	591	591	1.410	1.410	470	3,00	9,49%
semana 47	3.620	4.052	-432	432	978	1.841	460	2,12	11,92%
semana 48	1.511	1.670	-159	159	819	2.001	400	2,05	10,53%
semana 49	3.579	4.042	-463	463	356	2.463	411	0,87	12,92%
semana 50	2.152	2.377	-226	226	131	2.689	384	0,34	10,49%
semana 51	4.845	4.353	492	492	622	3.181	398	1,57	10,15%
semana 52	3.852	3.441	411	411	1.034	3.592	399	2,59	10,68%
								promedio	10,57%



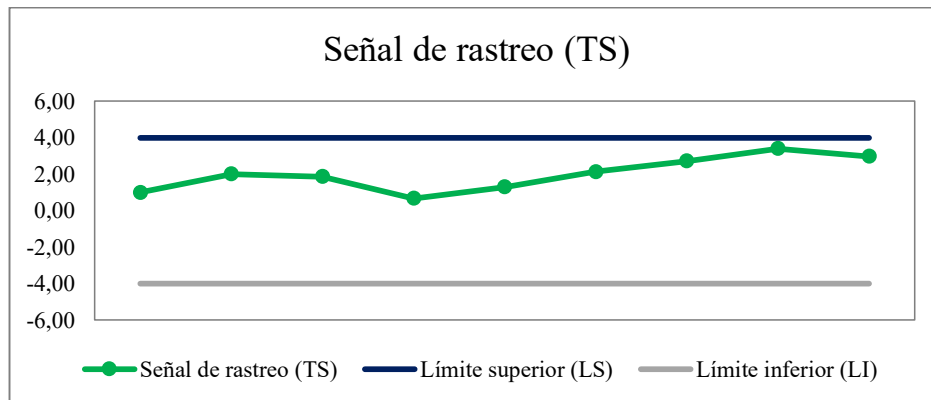
Producto 1020013:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	627	566 CJ	61	61	61	61	61	1,00	9,66%
semana 45	892	998 CJ	-106	106	-46	167	83	-0,55	11,92%
semana 46	978	883 CJ	96	96	50	263	88	0,57	9,80%
semana 47	691	757 CJ	-66	66	-15	328	82	-0,19	9,48%
semana 48	977	910 CJ	66	66	51	394	79	0,64	6,77%
semana 49	857	916 CJ	-59	59	-9	454	76	-0,11	6,92%
semana 50	805	739 CJ	67	67	58	520	74	0,78	8,26%
semana 51	824	765 CJ	58	58	116	579	72	1,61	7,10%
semana 52	1.321	1.416 CJ	-95	95	21	674	75	0,28	7,23%
								promedio	8,57%



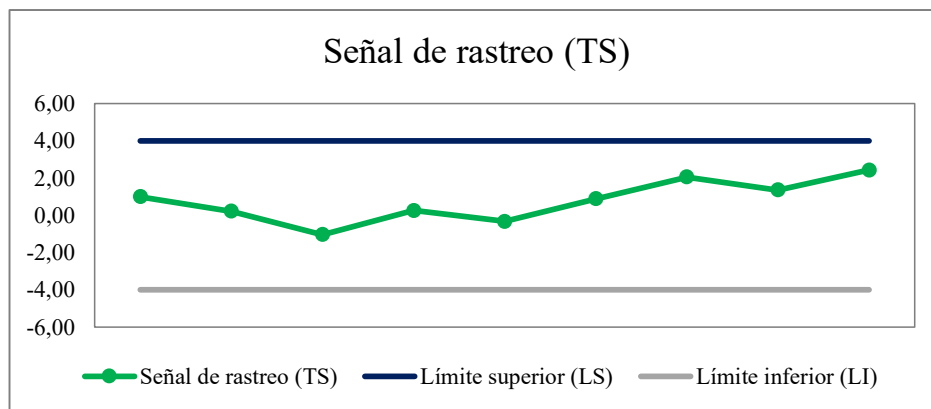
Proucto1010002:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	1.781	1.600 CJ	181	181	181	181	181	1,00	10,16%
semana 45	1.358	1.188 CJ	170	170	351	351	175	2,00	12,49%
semana 46	1.132	1.214 CJ	-82	82	268	433	144	1,86	7,26%
semana 47	1.220	1.387 CJ	-167	167	101	600	150	0,67	13,71%
semana 48	1.241	1.167 CJ	74	74	175	674	135	1,30	5,94%
semana 49	1.291	1.190 CJ	101	101	276	775	129	2,14	7,82%
semana 50	356	315 CJ	41	41	317	816	117	2,72	11,54%
semana 51	426	376 CJ	50	50	367	866	108	3,39	11,76%
semana 52	462	523 CJ	-61	61	306	927	103	2,97	13,16%
								promedio	10,43%



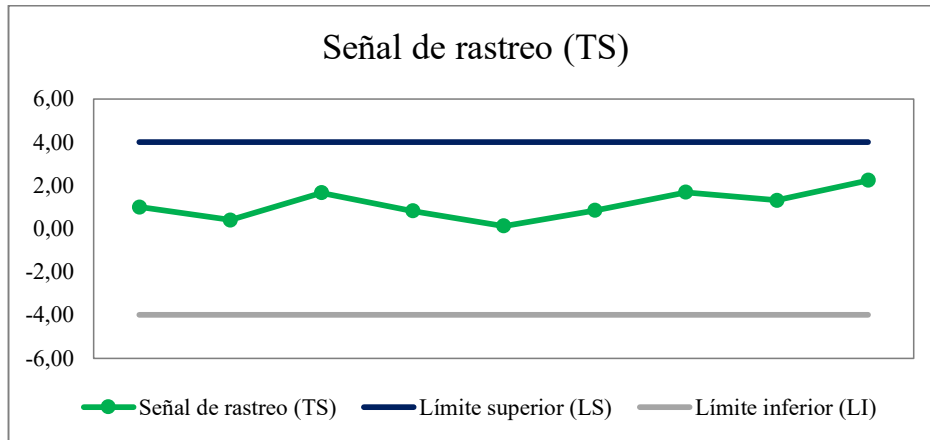
Producto 1020001:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	438	399	39	39	39	39	39	1,00	9,00%
semana 45	467	499	-32	32	8	71	36	0,22	6,81%
semana 46	397	447	-49	49	-41	120	40	-1,03	12,36%
semana 47	544	491	53	53	11	173	43	0,26	9,74%
semana 48	407	431	-24	24	-13	198	40	-0,32	5,97%
semana 49	534	485	49	49	37	247	41	0,89	9,24%
semana 50	398	347	51	51	88	298	43	2,06	12,88%
semana 51	402	433	-32	32	56	330	41	1,35	7,96%
semana 52	479	434	46	46	101	376	42	2,43	9,51%
promedio									9,27%



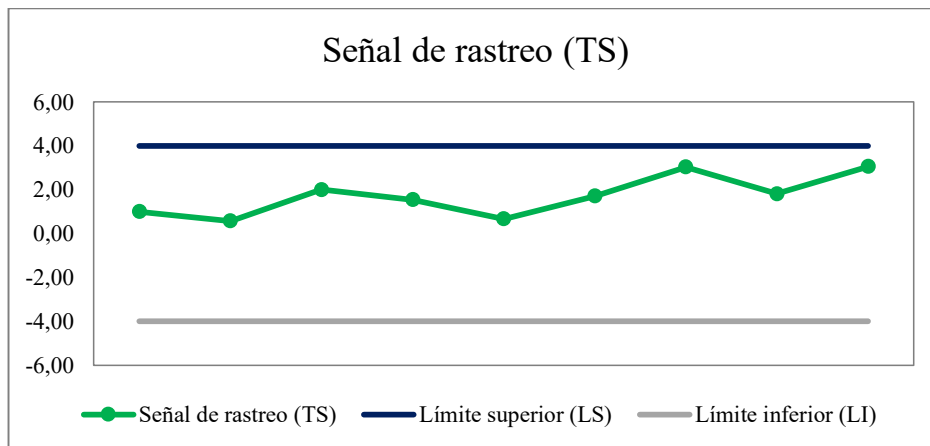
Producto 1020027:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	389	356	33	33	33	33	33	1,00	8,56%
semana 45	303	325	-22	22	11	56	28	0,40	7,35%
semana 46	439	395	44	44	55	100	33	1,66	10,04%
semana 47	258	287	-29	29	26	129	32	0,82	11,19%
semana 48	372	394	-22	22	4	151	30	0,13	6,04%
semana 49	391	371	21	21	24	172	29	0,85	5,26%
semana 50	397	375	22	22	47	194	28	1,68	5,62%
semana 51	309	322	-13	13	34	207	26	1,31	4,12%
semana 52	355	332	23	23	57	230	26	2,23	6,51%
promedio									7,19%



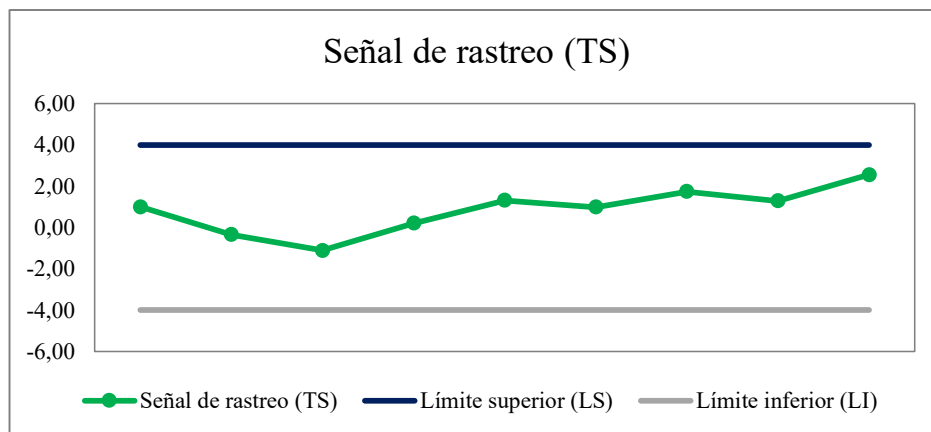
Producto 1020224:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	278	241	37	37	37	37	37	1,00	13,31%
semana 45	138	159	-21	21	16	58	29	0,57	14,87%
semana 46	469	404	66	66	82	123	41	2,00	14,01%
semana 47	259	284	-25	25	57	148	37	1,54	9,68%
semana 48	225	258	-33	33	24	181	36	0,67	14,60%
semana 49	275	236	38	38	63	220	37	1,71	13,93%
semana 50	717	660	57	57	120	277	40	3,03	8,01%
semana 51	344	391	-47	47	73	324	40	1,81	13,57%
semana 52	553	497	55	55	129	379	42	3,06	10,03%
								promedio	12,45%



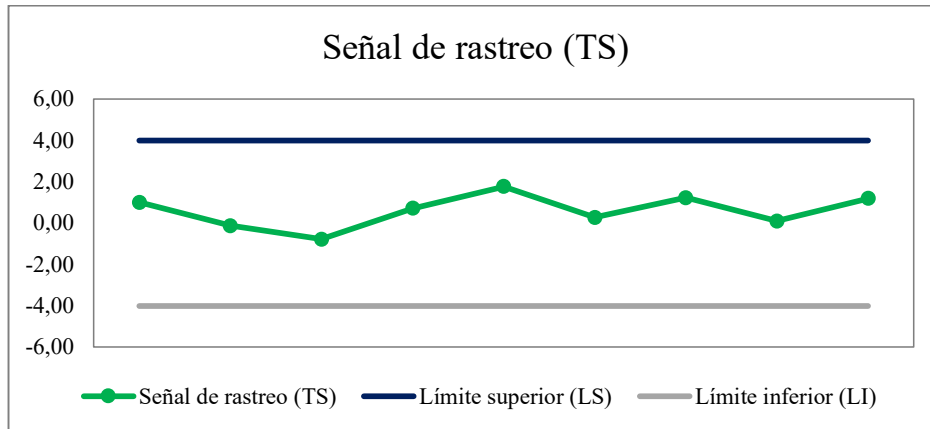
Producto 1020010:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	285	257	28	28	28	28	28	1,00	9,75%
semana 45	396	435	-39	39	-11	67	34	-0,34	9,90%
semana 46	319	341	-21	21	-33	88	29	-1,11	6,64%
semana 47	267	228	39	39	7	128	32	0,21	14,70%
semana 48	263	226	37	37	43	164	33	1,32	13,98%
semana 49	166	180	-14	14	29	178	30	0,99	8,37%
semana 50	116	96	20	20	49	198	28	1,74	17,01%
semana 51	148	163	-15	15	34	213	27	1,29	10,01%
semana 52	270	233	37	37	71	249	28	2,56	13,59%
promedio									11,55%



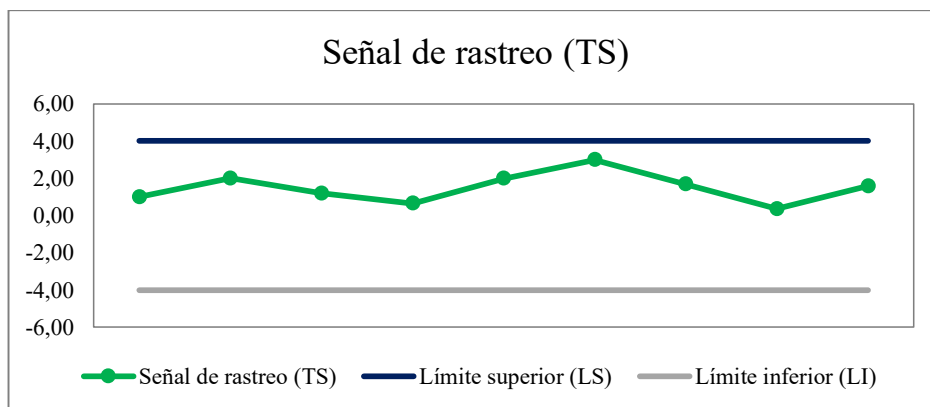
Producto 1010267:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	364	349 CJ	14	14	14	14	14	1,00	3,96%
semana 45	258	274 CJ	-16	16	-2	31	15	-0,13	6,36%
semana 46	229	237 CJ	-8	8	-10	39	13	-0,78	3,57%
semana 47	286	265 CJ	21	21	11	60	15	0,71	7,28%
semana 48	197	181 CJ	16	16	27	76	15	1,77	8,21%
semana 49	243	265 CJ	-22	22	4	98	16	0,27	9,23%
semana 50	288	272 CJ	16	16	20	114	16	1,23	5,43%
semana 51	213	231 CJ	-18	18	2	132	17	0,10	8,69%
semana 52	307	288 CJ	18	18	20	151	17	1,19	6,00%
promedio									6,52%



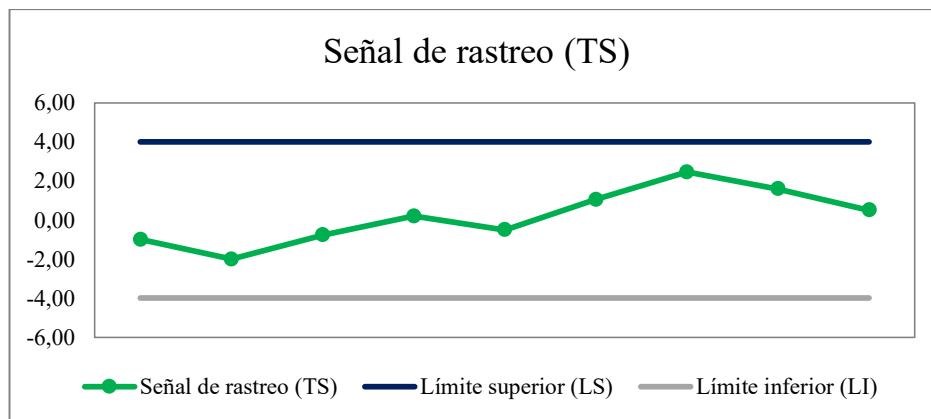
Producto 110169:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	268	256 CJ	11	11	11	11	11	1,00	4,19%
semana 45	319	294 CJ	25	25	36	36	18	2,00	7,72%
semana 46	228	243 CJ	-15	15	20	51	17	1,20	6,75%
semana 47	240	250 CJ	-11	11	10	62	15	0,64	4,40%
semana 48	402	378 CJ	24	24	34	86	17	1,98	6,01%
semana 49	333	315 CJ	18	18	52	104	17	2,99	5,29%
semana 50	360	382 CJ	-22	22	30	125	18	1,67	6,03%
semana 51	358	381 CJ	-23	23	7	149	19	0,35	6,55%
semana 52	325	301 CJ	24	24	30	172	19	1,58	7,31%
								promedio	6,03%



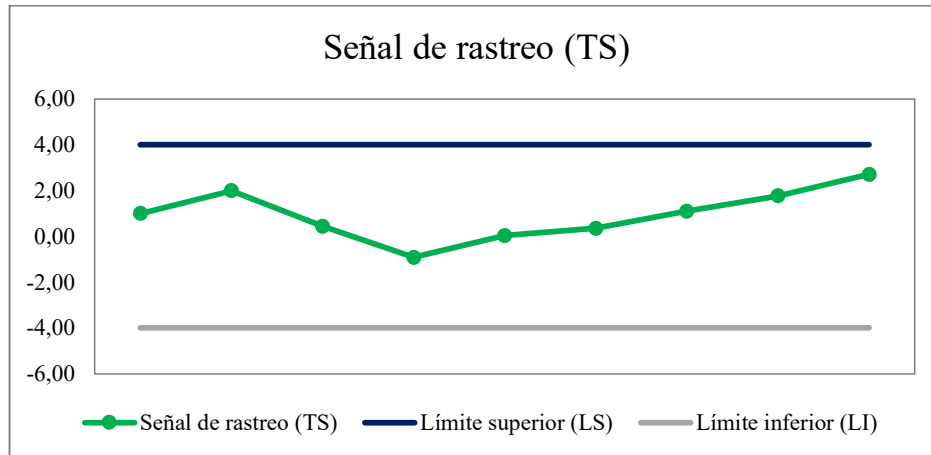
Producto 1020253:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	145	162	-18	18	-18	18	18	-1,00	12,18%
semana 45	275	302	-28	28	-45	45	23	-2,00	10,07%
semana 46	257	231	27	27	-19	72	24	-0,77	10,38%
semana 47	164	140	23	23	5	95	24	0,20	14,33%
semana 48	186	202	-16	16	-11	112	22	-0,51	8,71%
semana 49	377	339	38	38	26	149	25	1,05	9,95%
semana 50	376	336	40	40	67	190	27	2,46	10,73%
semana 51	286	310	-24	24	42	214	27	1,59	8,45%
semana 52	279	308	-29	29	14	242	27	0,51	10,31%
promedio									10,57%



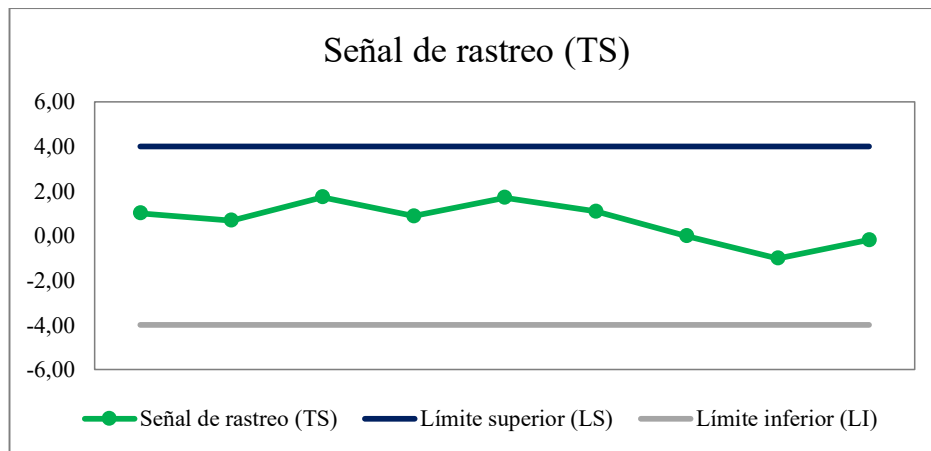
Producto 1020003:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	278	253	25	25	25	25	25	1,00	9,07%
semana 45	69	52	17	17	42	42	21	2,00	24,16%
semana 46	206	237	-31	31	11	73	24	0,44	15,09%
semana 47	268	304	-36	36	-25	109	27	-0,92	13,30%
semana 48	99	73	26	26	1	134	27	0,03	26,02%
semana 49	29	21	7	7	8	142	24	0,35	25,99%
semana 50	214	197	17	17	25	159	23	1,11	7,85%
semana 51	58	45	13	13	38	171	21	1,77	22,27%
semana 52	107	87	20	20	58	191	21	2,72	18,39%
promedio									18,02%



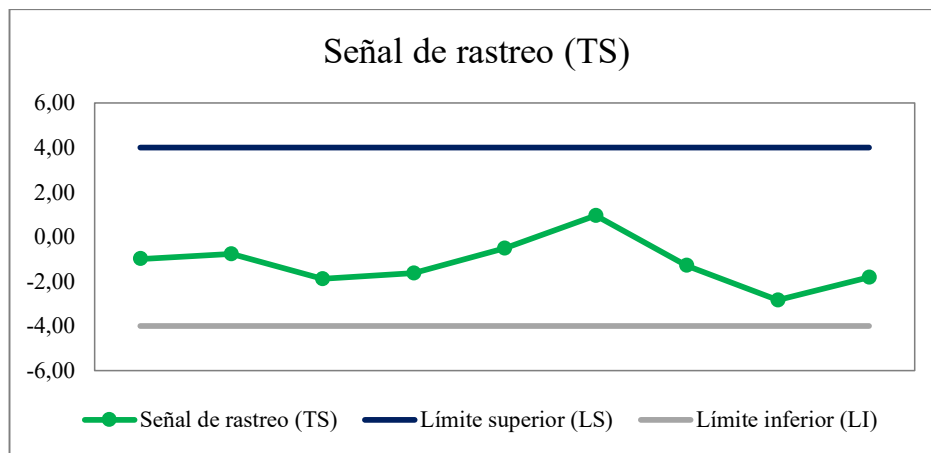
Producto 1022227:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	147	123	23	23	23	23	23	1,00	15,92%
semana 45	89	101	-12	12	12	35	17	0,68	12,95%
semana 46	142	123	19	19	31	54	18	1,73	13,69%
semana 47	72	88	-16	16	15	70	18	0,88	22,10%
semana 48	123	110	13	13	28	83	17	1,70	10,50%
semana 49	96	107	-11	11	17	94	16	1,08	11,71%
semana 50	158	176	-17	17	0	112	16	-0,02	10,97%
semana 51	219	235	-16	16	-16	128	16	-1,01	7,22%
semana 52	98	85	13	13	-3	141	16	-0,19	13,42%
								promedio	13,16%



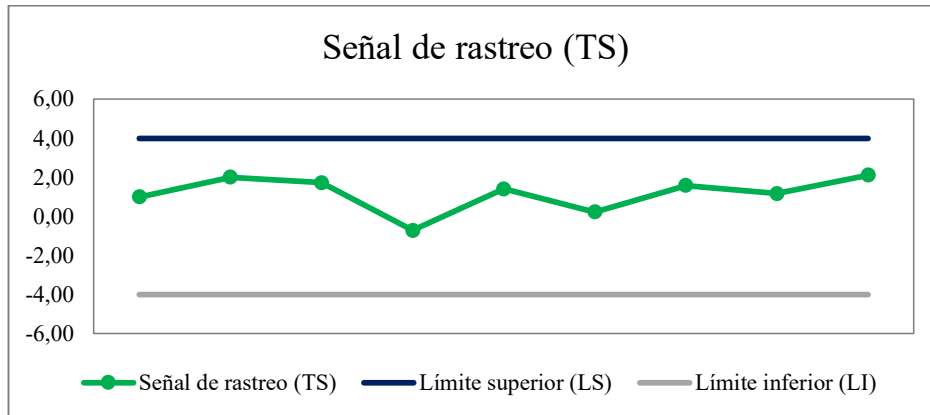
Producto 1021560:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	79	91	-12	12	-12	12	12	-1,00	15,08%
semana 45	48	43	5	5	-7	17	9	-0,77	11,02%
semana 46	78	89	-11	11	-18	29	10	-1,89	14,67%
semana 47	28	23	5	5	-14	33	8	-1,64	16,07%
semana 48	58	49	9	9	-4	42	8	-0,52	15,71%
semana 49	96	82	13	13	9	55	9	0,94	13,71%
semana 50	200	223	-23	23	-15	79	11	-1,29	11,64%
semana 51	210	231	-21	21	-35	100	12	-2,85	9,98%
semana 52	107	94	13	13	-23	112	12	-1,82	11,93%
promedio									13,31%



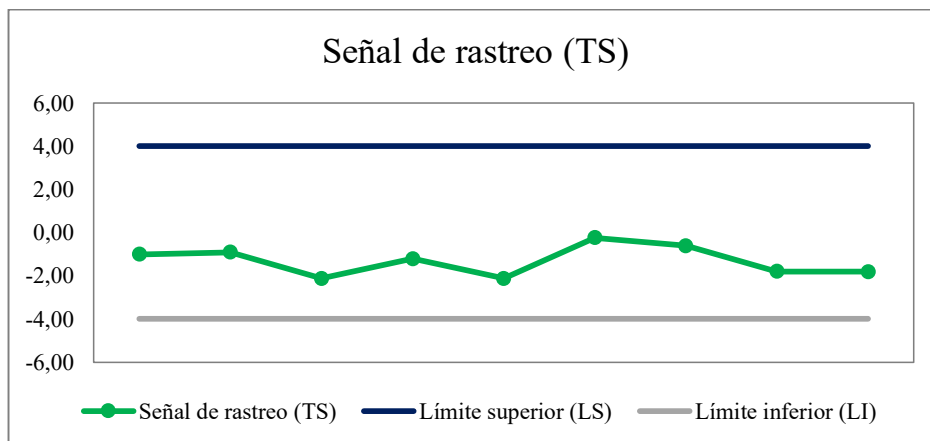
Producto 1010010:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	61	44	17	17	17	17	17	1,00	28,41%
semana 45	162	117	45	45	62	62	31	2,00	27,82%
semana 46	62	78	-17	17	46	79	26	1,72	27,40%
semana 47	407	480	-73	73	-27	152	38	-0,72	17,90%
semana 48	681	548	133	133	106	286	57	1,86	19,58%
semana 49	229	287	-59	59	47	344	57	0,83	25,58%
semana 50	445	370	75	75	122	419	60	2,04	16,82%
semana 51	106	133	-26	26	96	445	56	1,72	24,87%
semana 52	177	129	48	48	144	493	55	2,62	26,90%
promedio									23,92%



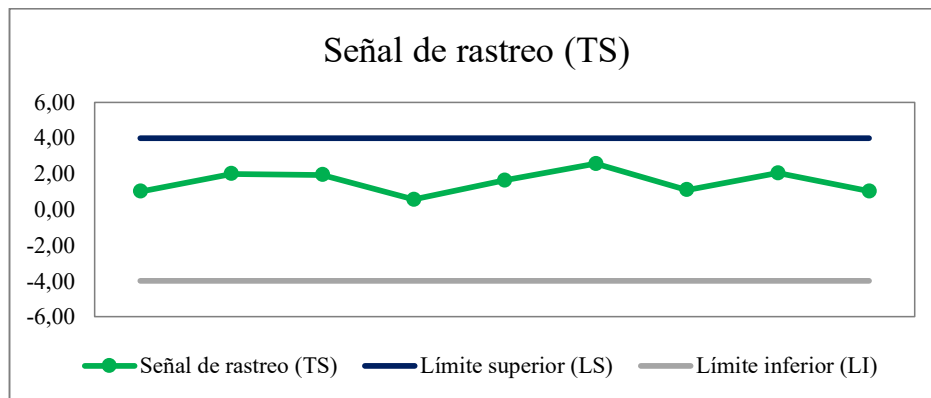
Producto 1010086:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	382	421	-39	39	-39	39	39	-1,00	10,23%
semana 45	292	278	15	15	-24	54	27	-0,91	5,03%
semana 46	305	352	-47	47	-71	100	33	-2,12	15,28%
semana 47	463	432	31	31	-40	132	33	-1,21	6,74%
semana 48	200	228	-28	28	-68	160	32	-2,12	14,00%
semana 49	278	219	59	59	-9	219	36	-0,24	21,23%
semana 50	132	143	-11	11	-20	230	33	-0,61	8,68%
semana 51	321	362	-41	41	-61	271	34	-1,80	12,77%
semana 52	219	214	5	5	-56	277	31	-1,82	2,44%
promedio									10,71%



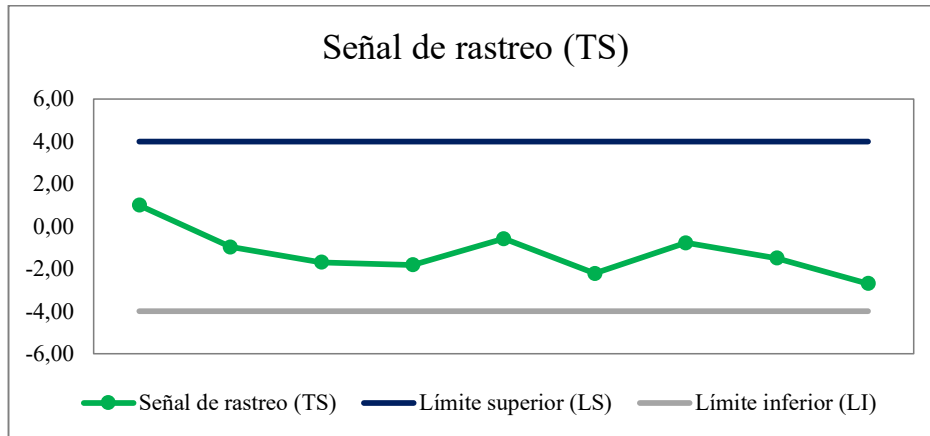
Producto 1011879:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	183	144	39	39	39	39	39	1,00	21,29%
semana 45	406	347	59	59	98	98	49	2,00	14,55%
semana 46	179	200	-21	21	77	119	40	1,93	11,87%
semana 47	291	344	-53	53	24	172	43	0,56	18,11%
semana 48	273	225	48	48	72	220	44	1,63	17,44%
semana 49	332	294	38	38	110	258	43	2,56	11,54%
semana 50	228	288	-60	60	50	318	45	1,09	26,50%
semana 51	234	192	42	42	92	360	45	2,04	18,00%
semana 52	293	338	-45	45	46	406	45	1,03	15,48%
promedio									17,20%



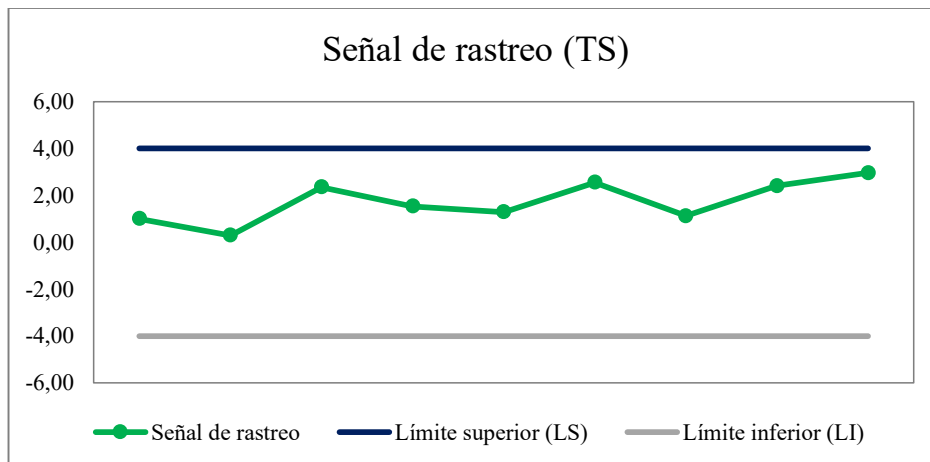
Producto 1010194:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	102	78	24	24	24	24	24	1,00	23,98%
semana 45	328	398	-70	70	-46	95	47	-0,97	21,39%
semana 46	117	135	-18	18	-63	112	37	-1,69	15,04%
semana 47	78	69	9	9	-55	121	30	-1,81	10,97%
semana 48	116	80	36	36	-18	157	31	-0,58	31,44%
semana 49	217	280	-63	63	-82	220	37	-2,22	29,15%
semana 50	358	307	51	51	-30	272	39	-0,78	14,34%
semana 51	425	450	-25	25	-55	297	37	-1,49	5,95%
semana 52	149	197	-48	48	-103	345	38	-2,70	32,11%
promedio									20,48%



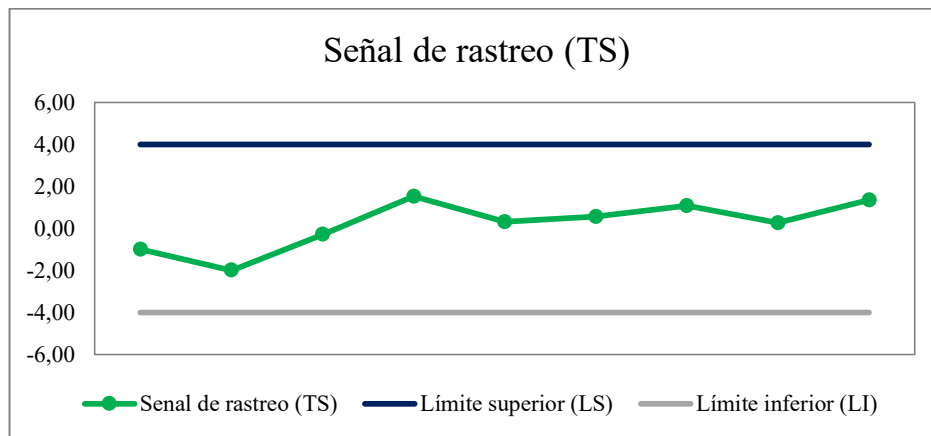
Producto 1022083:

Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	196	177	19	19	19	19	19	1,00	9,50%
semana 45	148	162	-14	14	5	33	16	0,29	9,42%
semana 46	387	291	96	96	100	128	43	2,35	24,76%
semana 47	242	279	-37	37	63	165	41	1,53	15,36%
semana 48	209	225	-16	16	47	182	36	1,29	7,85%
semana 49	274	221	53	53	100	235	39	2,55	19,24%
semana 50	215	269	-54	54	46	288	41	1,12	24,96%
semana 51	218	160	58	58	104	346	43	2,40	26,52%
semana 52	236	221	15	15	118	361	40	2,95	6,22%
promedio									15,98%



Producto 1030020:

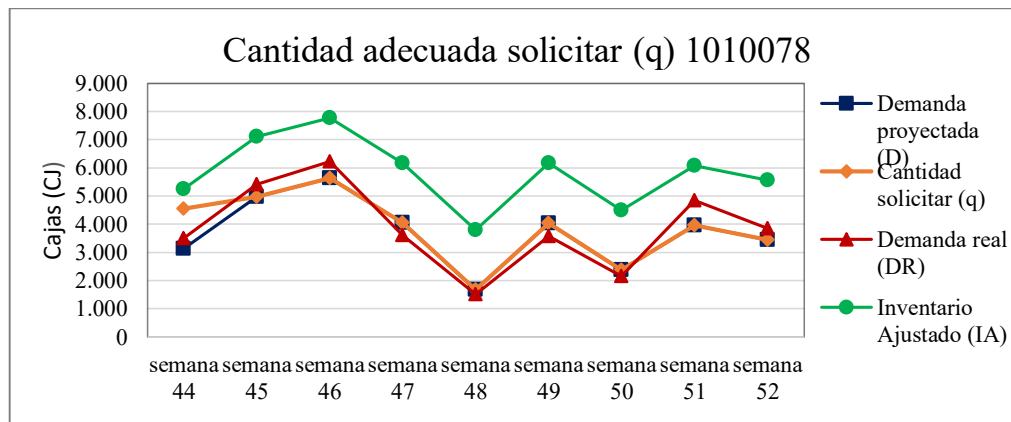
Mes	Demanda real (DR)	Demanda proyectada (D)	Error	Error absoluto	Error acumulado	Error acumulado absoluto	MAD	TS	MAPE
semana 44	231	244	-12	12	-12	12	12	-1,00	5,29%
semana 45	213	239	-26	26	-38	38	19	-2,00	12,08%
semana 46	272	241	31	31	-7	69	23	-0,30	11,46%
semana 47	303	250	53	53	46	122	31	1,52	17,57%
semana 48	192	229	-37	37	10	159	32	0,31	19,08%
semana 49	230	225	6	6	15	165	27	0,56	2,43%
semana 50	257	245	12	12	27	176	25	1,07	4,52%
semana 51	182	203	-21	21	6	197	25	0,26	11,32%
semana 52	251	224	27	27	34	224	25	1,35	10,86%
promedio									10,51%



Anexo 13- Cálculo de la cantidad adecuada a solicitar (q)

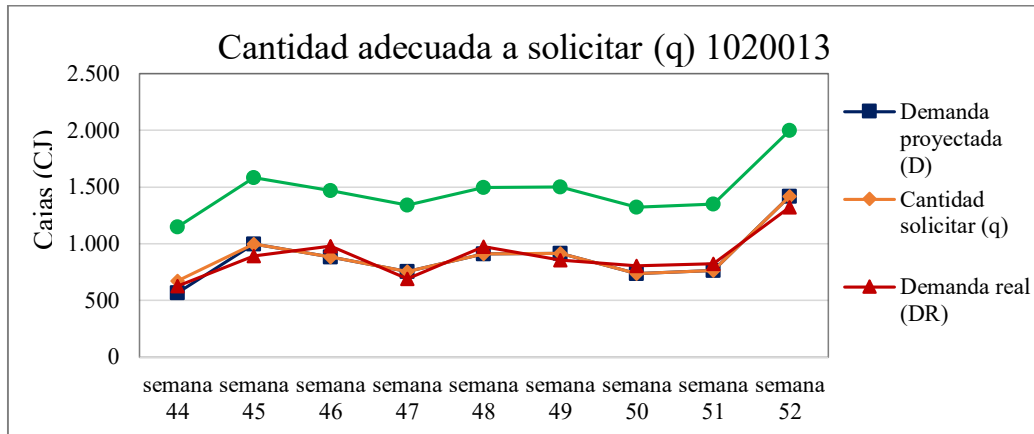
Producto 1010078:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						702		
semana 44	3.128	3.509	1.083	1,96	2.123	2.123	4.549	5.251
semana 45	4.978	5.415	1.083	1,96	2.123	2.123	4.978	7.101
semana 46	5.641	6.232	1.083	1,96	2.123	2.123	5.641	7.764
semana 47	4.052	3.620	1.083	1,96	2.123	2.123	4.052	6.175
semana 48	1.670	1.511	1.083	1,96	2.123	2.123	1.670	3.794
semana 49	4.042	3.579	1.083	1,96	2.123	2.123	4.042	6.165
semana 50	2.377	2.152	1.083	1,96	2.123	2.123	2.377	4.501
semana 51	3.953	4.845	1.083	1,96	2.123	2.123	3.953	6.077
semana 52	3.441	3.852	1.083	1,96	2.123	2.123	3.441	5.564



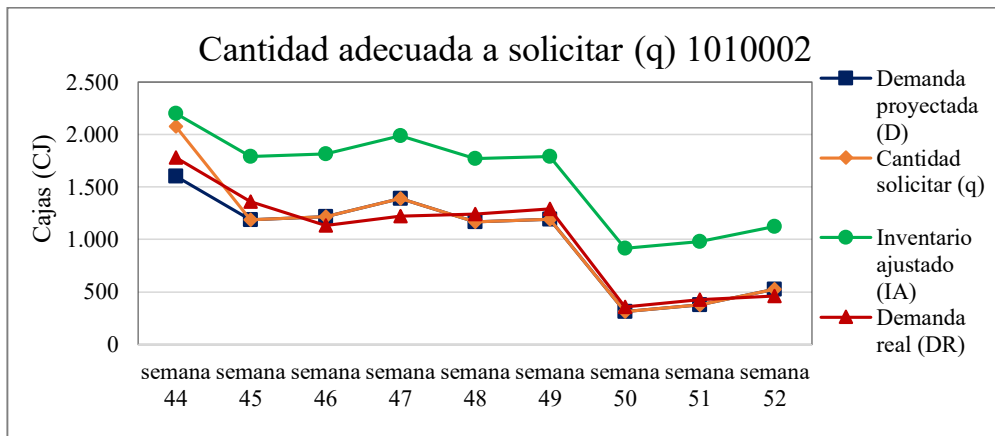
Producto 1020013:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						478		
semana 44	566	627	298	1,96	583	583	672	1.150
semana 45	998	892	298	1,96	583	583	998	1.582
semana 46	883	978	298	1,96	583	583	883	1.466
semana 47	757	691	298	1,96	583	583	757	1.340
semana 48	910	977	298	1,96	583	583	910	1.494
semana 49	916	857	298	1,96	583	583	916	1.500
semana 50	739	805	298	1,96	583	583	739	1.322
semana 51	765	824	298	1,96	583	583	765	1.348
semana 52	1.416	1.321	298	1,96	583	583	1.416	1.999



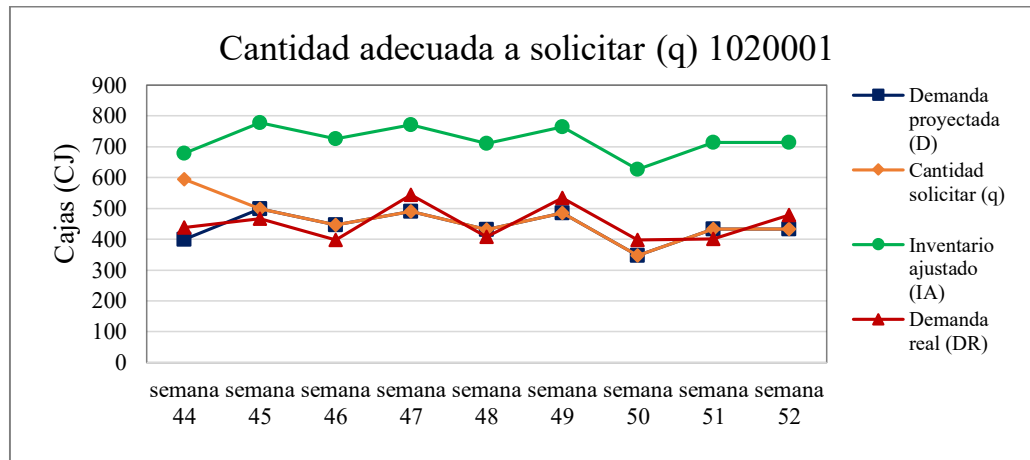
Proucto101002:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar ($\sigma T+L$)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						127		
semana 44	1.600	1.781	307	1,96	602	602	2.075	2.202
semana 45	1.188	1.358	307	1,96	602	602	1.188	1.790
semana 46	1.214	1.132	307	1,96	602	602	1.214	1.817
semana 47	1.387	1.220	307	1,96	602	602	1.387	1.990
semana 48	1.167	1.241	307	1,96	602	602	1.167	1.770
semana 49	1.190	1.291	307	1,96	602	602	1.190	1.792
semana 50	315	356	307	1,96	602	602	315	917
semana 51	376	426	307	1,96	602	602	376	978
semana 52	523	462	307	1,96	602	602	523	1.125



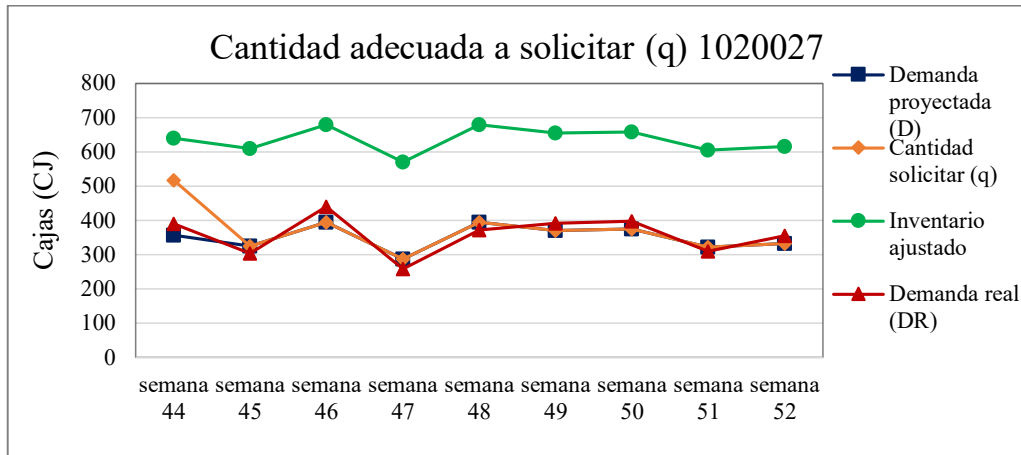
Producto 1020001:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						84		
semana 44	399	438	143	1,96	280	280	595	679
semana 45	499	467	143	1,96	280	280	499	779
semana 46	447	397	143	1,96	280	280	447	727
semana 47	491	544	143	1,96	280	280	491	771
semana 48	431	407	143	1,96	280	280	431	711
semana 49	485	534	143	1,96	280	280	485	765
semana 50	347	398	143	1,96	280	280	347	627
semana 51	433	402	143	1,96	280	280	433	713
semana 52	434	479	143	1,96	280	280	434	714



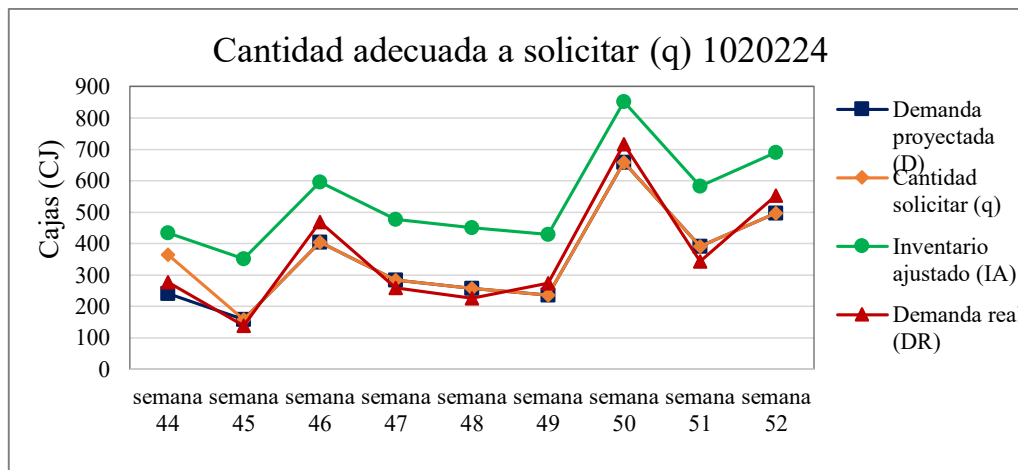
Producto 1020027:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						123		
semana 44	356	389	145	1,96	284	284	517	640
semana 45	325	303	145	1,96	284	284	325	609
semana 46	395	439	145	1,96	284	284	395	679
semana 47	287	258	145	1,96	284	284	287	571
semana 48	394	372	145	1,96	284	284	394	678
semana 49	371	391	145	1,96	284	284	371	654
semana 50	375	397	145	1,96	284	284	375	658
semana 51	322	309	145	1,96	284	284	322	605
semana 52	332	355	145	1,96	284	284	332	616



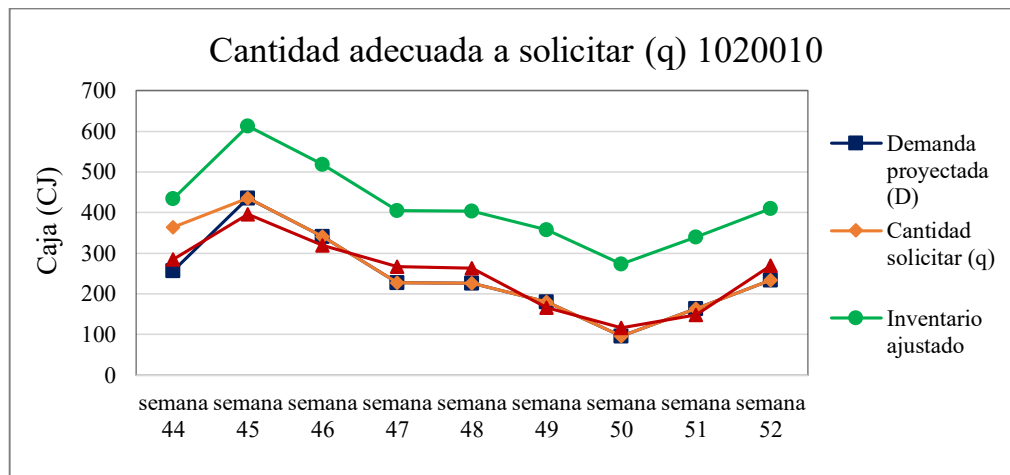
Producto 1020224:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar ($\sigma T+L$)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						69		
semana 44	241	278	98	1,96	193	193	364	433
semana 45	159	138	98	1,96	193	193	159	351
semana 46	404	469	98	1,96	193	193	404	596
semana 47	284	259	98	1,96	193	193	284	477
semana 48	258	225	98	1,96	193	193	258	451
semana 49	236	275	98	1,96	193	193	236	429
semana 50	660	717	98	1,96	193	193	660	852
semana 51	391	344	98	1,96	193	193	391	583
semana 52	497	553	98	1,96	193	193	497	690



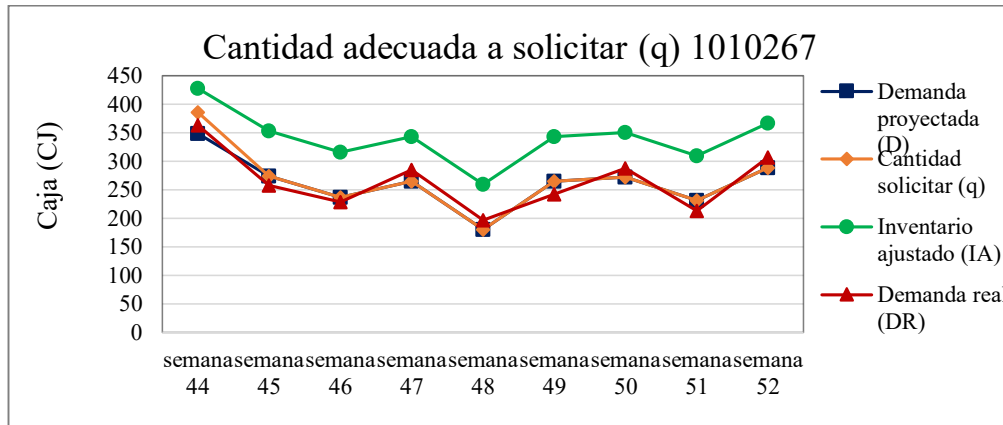
Producto 1020010:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						71		
semana 44	257	285	90	1,96	177	177	363	434
semana 45	435	396	90	1,96	177	177	435	613
semana 46	341	319	90	1,96	177	177	341	518
semana 47	228	267	90	1,96	177	177	228	405
semana 48	226	263	90	1,96	177	177	226	403
semana 49	180	166	90	1,96	177	177	180	357
semana 50	96	116	90	1,96	177	177	96	273
semana 51	163	148	90	1,96	177	177	163	340
semana 52	233	270	90	1,96	177	177	233	411



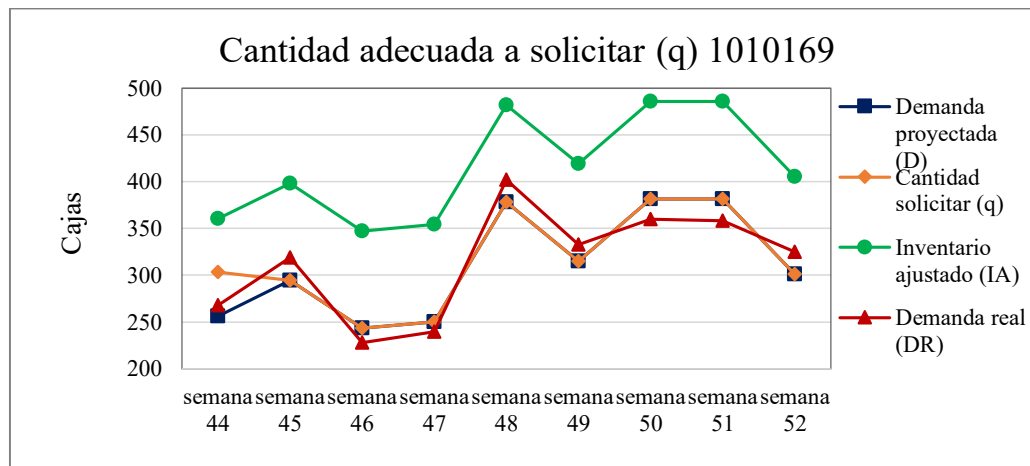
Producto 1010267:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						42		
semana 44	349	364	40	1,96	79	79	386	428
semana 45	274	258	40	1,96	79	79	274	353
semana 46	237	229	40	1,96	79	79	237	316
semana 47	265	286	40	1,96	79	79	265	344
semana 48	181	197	40	1,96	79	79	181	260
semana 49	265	243	40	1,96	79	79	265	344
semana 50	272	288	40	1,96	79	79	272	351
semana 51	231	213	40	1,96	79	79	231	310
semana 52	288	307	40	1,96	79	79	288	367



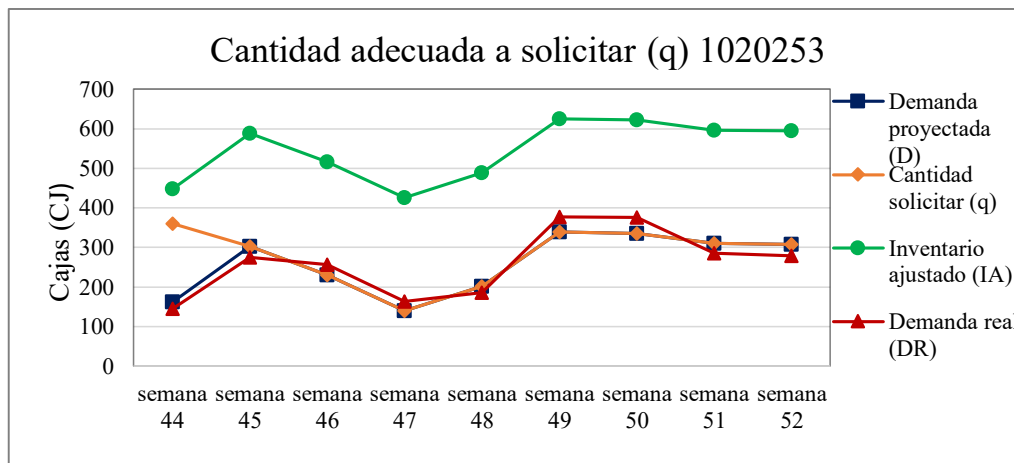
Producto 1010169:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						57		
semana 44	256	268	53	1,96	104	104	303	360
semana 45	294	319	53	1,96	104	104	294	398
semana 46	243	228	53	1,96	104	104	243	347
semana 47	250	240	53	1,96	104	104	250	354
semana 48	378	402	53	1,96	104	104	378	482
semana 49	315	333	53	1,96	104	104	315	419
semana 50	382	360	53	1,96	104	104	382	486
semana 51	381	358	53	1,96	104	104	381	485
semana 52	301	325	53	1,96	104	104	301	405



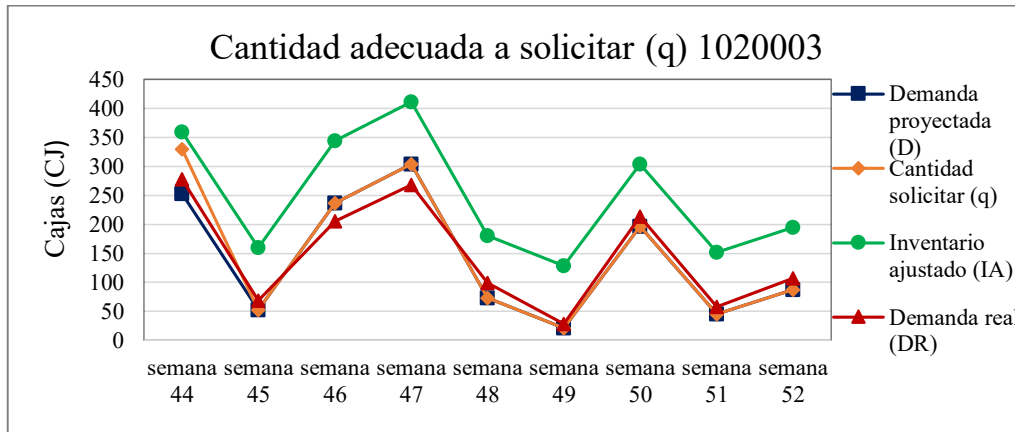
Producto 1020253:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar ($\sigma T+L$)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						88		
semana 44	162	145	146	1,96	286	286	360	448
semana 45	302	275	146	1,96	286	286	302	588
semana 46	231	257	146	1,96	286	286	231	517
semana 47	140	164	146	1,96	286	286	140	426
semana 48	202	186	146	1,96	286	286	202	488
semana 49	339	377	146	1,96	286	286	339	625
semana 50	336	376	146	1,96	286	286	336	622
semana 51	310	286	146	1,96	286	286	310	596
semana 52	308	279	146	1,96	286	286	308	594



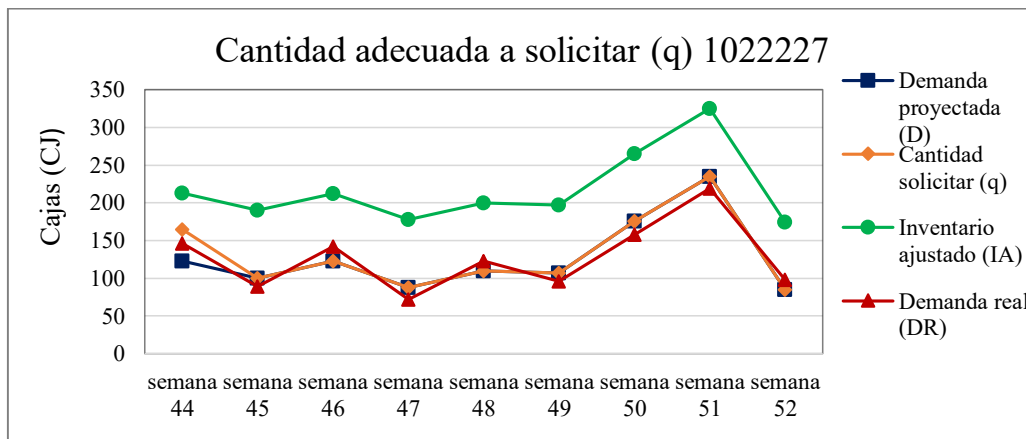
Producto 1020003:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar ($\sigma T+L$)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						30		
semana 44	253	278	55	1,96	107	107	330	360
semana 45	52	69	55	1,96	107	107	52	159
semana 46	237	206	55	1,96	107	107	237	344
semana 47	304	268	55	1,96	107	107	304	411
semana 48	73	99	55	1,96	107	107	73	180
semana 49	21	29	55	1,96	107	107	21	128
semana 50	197	214	55	1,96	107	107	197	304
semana 51	45	58	55	1,96	107	107	45	152
semana 52	87	107	55	1,96	107	107	87	194



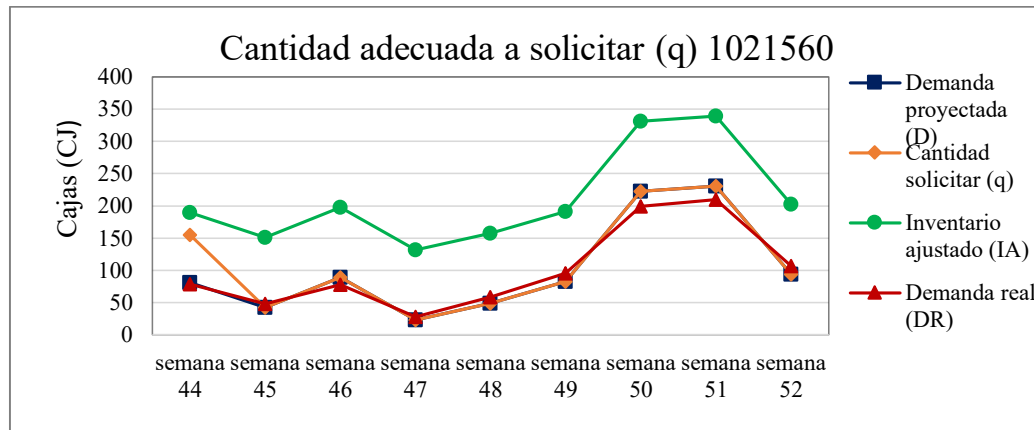
Producto 1022227:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar ($\sigma T+L$)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						48		
semana 44	123	147	46	1,96	90	90	165	213
semana 45	101	89	46	1,96	90	90	101	190
semana 46	123	142	46	1,96	90	90	123	213
semana 47	88	72	46	1,96	90	90	88	178
semana 48	110	123	46	1,96	90	90	110	200
semana 49	107	96	46	1,96	90	90	107	197
semana 50	176	158	46	1,96	90	90	176	265
semana 51	235	219	46	1,96	90	90	235	325
semana 52	85	98	46	1,96	90	90	85	174



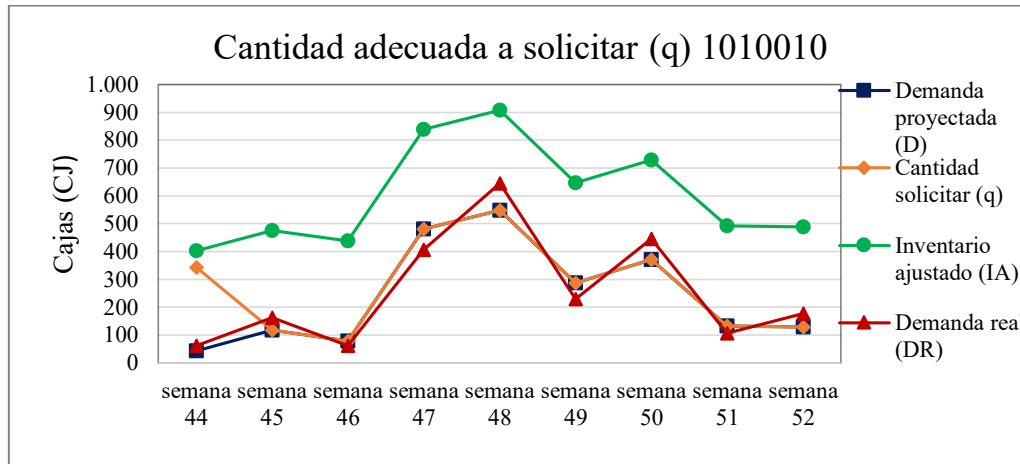
Producto 1021560:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 44	81	79	55	1,96	108	108	155	189
semana 45	43	48	55	1,96	108	108	43	151
semana 46	89	78	55	1,96	108	108	89	198
semana 47	23	28	55	1,96	108	108	23	132
semana 48	49	58	55	1,96	108	108	49	158
semana 49	82	96	55	1,96	108	108	82	191
semana 50	223	200	55	1,96	108	108	223	331
semana 51	231	210	55	1,96	108	108	231	339
semana 52	94	107	55	1,96	108	108	94	203



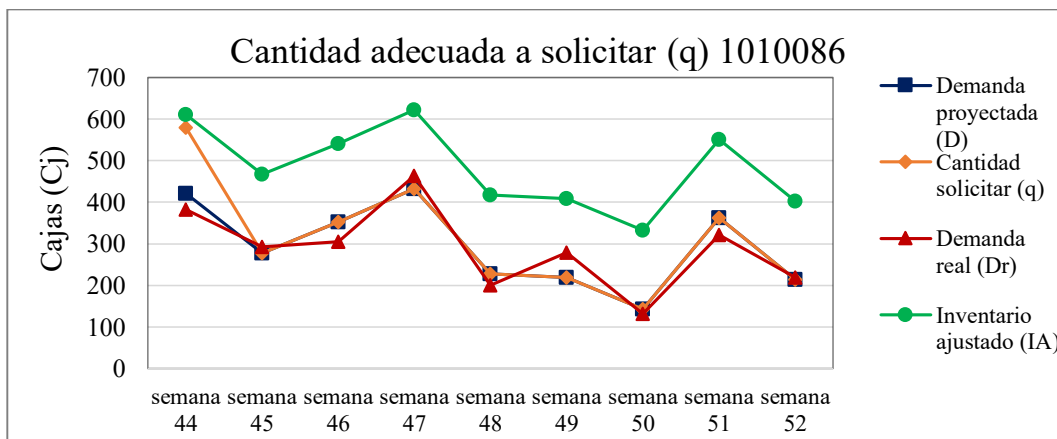
Producto 1010010:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						60		
semana 44	44	61	183	1,96	359	359	343	403
semana 45	117	162	183	1,96	359	359	117	476
semana 46	78	62	183	1,96	359	359	78	437
semana 47	480	407	183	1,96	359	359	480	839
semana 48	548	645	183	1,96	359	359	548	907
semana 49	287	229	183	1,96	359	359	287	646
semana 50	370	445	183	1,96	359	359	370	729
semana 51	133	106	183	1,96	359	359	133	492
semana 52	129	177	183	1,96	359	359	129	488



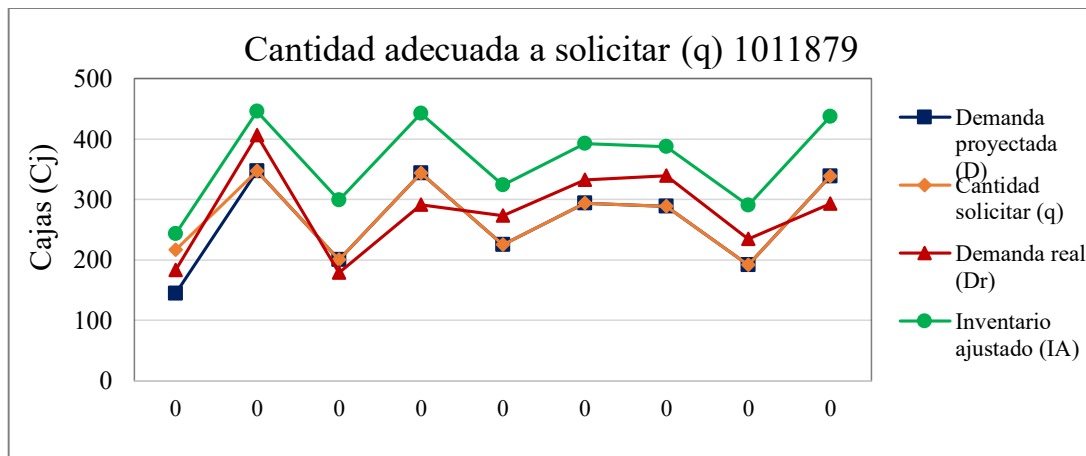
Producto 1010086:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						31		
semana 44	421	382	97	1,96	189	189	579	610
semana 45	278	292	97	1,96	189	189	278	467
semana 46	352	305	97	1,96	189	189	352	541
semana 47	432	463	97	1,96	189	189	432	621
semana 48	228	200	97	1,96	189	189	228	417
semana 49	219	278	97	1,96	189	189	219	408
semana 50	143	132	97	1,96	189	189	143	333
semana 51	362	321	97	1,96	189	189	362	551
semana 52	214	219	97	1,96	189	189	214	403



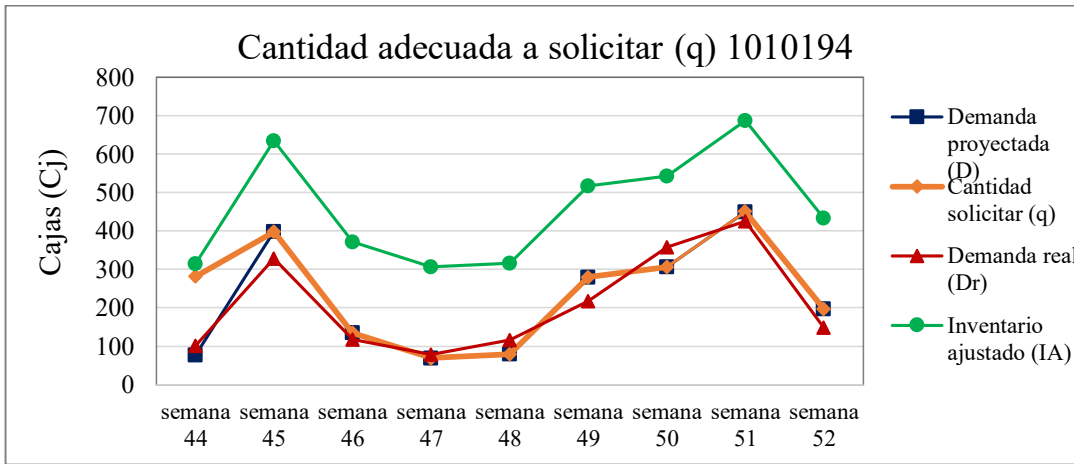
Producto 1011879:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						26		
semana 44	144	183	50	1,96	99	99	217	243
semana 45	347	406	50	1,96	99	99	347	446
semana 46	200	179	50	1,96	99	99	200	299
semana 47	344	291	50	1,96	99	99	344	442
semana 48	225	273	50	1,96	99	99	225	324
semana 49	294	332	50	1,96	99	99	294	393
semana 50	288	339	50	1,96	99	99	288	387
semana 51	192	234	50	1,96	99	99	192	291
semana 52	338	293	50	1,96	99	99	338	437



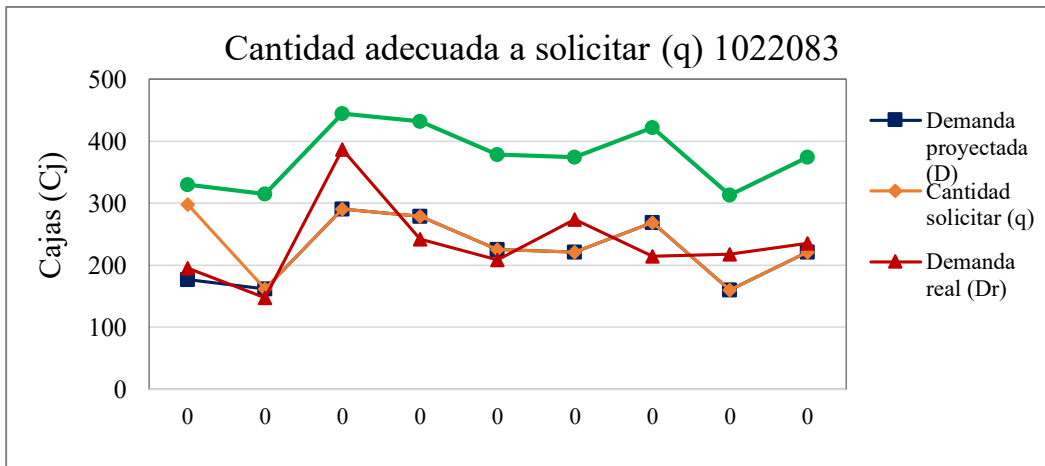
Producto 1010194:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						32		
semana 44	78	102	121	1,96	237	237	282	314
semana 45	398	328	121	1,96	237	237	398	635
semana 46	135	117	121	1,96	237	237	135	371
semana 47	69	78	121	1,96	237	237	69	306
semana 48	80	116	121	1,96	237	237	80	316
semana 49	280	217	121	1,96	237	237	280	517
semana 50	307	358	121	1,96	237	237	307	543
semana 51	450	425	121	1,96	237	237	450	687
semana 52	197	149	121	1,96	237	237	197	433



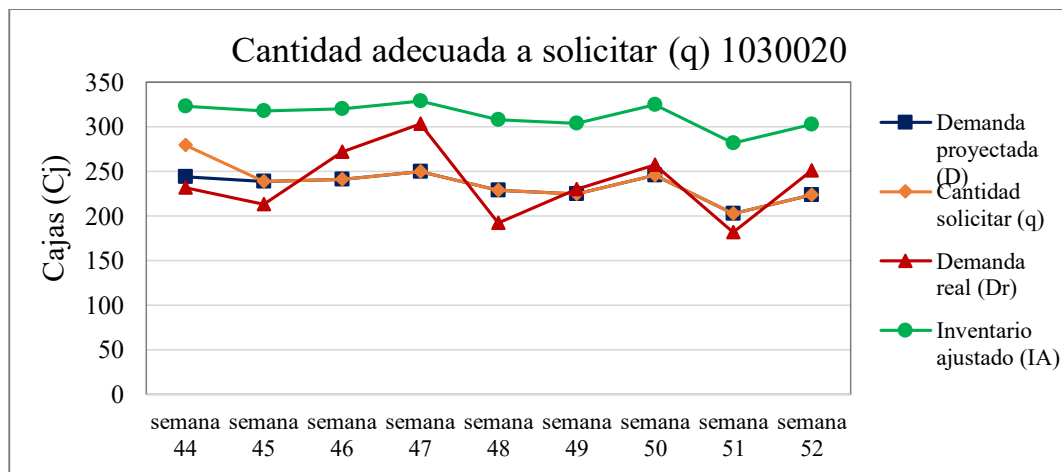
Producto 1022083:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						32		
semana 44	177	196	78	1,96	153	153	298	330
semana 45	162	148	78	1,96	153	153	162	315
semana 46	291	387	78	1,96	153	153	291	444
semana 47	279	242	78	1,96	153	153	279	432
semana 48	225	209	78	1,96	153	153	225	379
semana 49	221	274	78	1,96	153	153	221	375
semana 50	269	215	78	1,96	153	153	269	422
semana 51	160	218	78	1,96	153	153	160	313
semana 52	221	236	78	1,96	153	153	221	374



Producto 1030020:

Semana	Demanda proyectada (D)	Demanda real (DR)	Desviación estándar (σ T+L)	Unidades de desviación Z 95%	Stock de seguridad (SS)	Inventario final del periodo (I)	Cantidad solicitar (q)	Inventario ajustado (IA)
semana 43						43		
semana 44	244	231	40	1,96	79	79	279	323
semana 45	239	213	40	1,96	79	79	239	318
semana 46	241	272	40	1,96	79	79	241	320
semana 47	250	303	40	1,96	79	79	250	329
semana 48	229	192	40	1,96	79	79	229	308
semana 49	225	230	40	1,96	79	79	225	304
semana 50	245	257	40	1,96	79	79	245	325
semana 51	203	182	40	1,96	79	79	203	282
semana 52	224	251	40	1,96	79	79	224	303



Anexo 14- Ingresos y Costos evaluación económica.

Ingresos adicionales:

(1) *Ingresos = Precio de venta * Unidades de ventas adicionales*

Producto	Nov 2015 (CJ)	Dic 2015 (CJ)	Ene 2016 (CJ)	Feb 2016 (CJ)	Mar 2016 (CJ)	Abr 2016 (CJ)	May 2016 (CJ)	Jun 2016 (CJ)	Jul 2016 (CJ)	Ago 2016 (CJ)	Sep 2016 (CJ)	Oct 2016 (CJ)	Nov 2016 (CJ)	Dic 2016 (CJ)	Precio (\$)
1010078	1.936	1.944	1.859	1.674	2.151	1.787	1.938	2.479	1.935	2.304	2.276	2.196	2.696	2.256	\$35.026
1010048	1.168	1.243	918	1.165	1.243	962	811	1.197	975	1.172	1.218	1.166	1.330	1.200	\$30.610
1010002	716	734	511	575	633	692	784	718	538	558	458	481	505	635	\$28.863
1020013	363	487	418	601	765	547	482	501	367	543	410	440	794	437	\$21.720
1020253	211	297	279	255	301	212	204	321	186	264	170	104	243	246	\$46.710
1020001	293	291	217	265	274	202	234	316	187	171	192	215	173	186	\$46.244
1020027	201	226	161	176	269	207	199	266	138	255	218	202	141	229	\$41.630
1010169	156	251	139	184	198	152	173	233	152	182	157	162	160	97	\$38.253
1020224	134	231	134	130	172	135	138	185	112	120	168	113	147	137	\$49.825
1020010	163	182	123	115	120	104	149	217	76	157	143	111	149	195	\$23.864
1010010	134	148	72	107	103	101	47	127	152	344	149	271	120	185	\$38.321
1010267	108	129	104	107	121	80	80	115	100	124	100	114	99	57	\$56.424
1022227	54	103	68	69	79	46	70	89	46	62	97	47	62	78	\$72.109
1020003	89	90	62	74	69	43	40	62	48	70	50	55	30	78	\$78.402
1021560	42	84	56	51	56	32	50	52	37	55	130	41	127	162	\$22.436
1010086	92	102	56	116	121	81	50	12	22	57	71	24	206	140	\$25.605
1011879	88	110	91	102	126	84	59	72	60	80	64	47	155	179	\$22.686
1010194	62	62	61	66	63	34	55	94	24	33	104	49	91	169	\$25.833
1022083	46	93	57	83	57	42	57	63	29	58	70	45	162	154	\$24.960
1030020	56	79	45	45	67	43	52	63	50	62	54	53	144	156	\$36.435
Total	6.111	6.886	5.429	5.959	6.987	5.585	5.673	7.181	5.232	6.674	6.299	5.934	7.537	6.975	

Producto	Nov 2015 (\$)	Dic 2015 (\$)	Ene 2016 (\$)	Feb 2016 (\$)	Mar 2016 (\$)	Abr 2016 (\$)	May 2016 (\$)
1010078	\$ 67.795.105	\$ 68.102.881	\$ 65.107.782	\$ 58.620.190	\$ 75.355.609	\$ 62.599.917	\$ 67.888.054
1010048	\$ 35.757.314	\$ 38.062.584	\$ 28.090.576	\$ 35.667.103	\$ 38.048.288	\$ 29.449.457	\$ 24.836.800
1010002	\$ 15.547.249	\$ 15.938.467	\$ 11.090.106	\$ 12.488.028	\$ 13.759.699	\$ 15.032.745	\$ 17.019.785
1020013	\$ 10.477.886	\$ 14.044.053	\$ 12.056.733	\$ 17.337.903	\$ 22.090.772	\$ 15.796.374	\$ 13.917.874
1020253	\$ 8.103.150	\$ 11.364.857	\$ 10.707.020	\$ 9.787.820	\$ 11.524.448	\$ 8.108.258	\$ 7.799.451
1020001	\$ 13.676.755	\$ 13.596.313	\$ 10.157.160	\$ 12.378.643	\$ 12.781.394	\$ 9.457.758	\$ 10.930.362
1020027	\$ 9.294.692	\$ 10.450.802	\$ 7.429.791	\$ 8.137.284	\$ 12.450.143	\$ 9.553.645	\$ 9.220.357
1010169	\$ 3.717.205	\$ 5.987.700	\$ 3.306.931	\$ 4.385.436	\$ 4.720.822	\$ 3.618.783	\$ 4.124.646
1020224	\$ 5.578.906	\$ 9.605.952	\$ 5.560.406	\$ 5.404.273	\$ 7.144.576	\$ 5.625.453	\$ 5.759.665
1020010	\$ 6.237.971	\$ 6.972.173	\$ 4.720.163	\$ 4.381.782	\$ 4.588.390	\$ 3.968.271	\$ 5.698.048
1010010	\$ 2.999.286	\$ 3.314.411	\$ 1.604.980	\$ 2.406.794	\$ 2.306.678	\$ 2.263.769	\$ 1.064.104
1010267	\$ 5.367.175	\$ 6.439.439	\$ 5.167.957	\$ 5.331.433	\$ 6.040.199	\$ 3.988.081	\$ 4.005.413
1022227	\$ 3.896.107	\$ 7.397.867	\$ 4.869.678	\$ 4.987.163	\$ 5.680.484	\$ 3.339.587	\$ 5.079.001

1020003	\$ 5.004.636	\$ 5.075.713	\$ 3.502.270	\$ 4.164.259	\$ 3.879.095	\$ 2.412.734	\$ 2.250.344
1021560	\$ 3.280.663	\$ 6.568.195	\$ 4.388.810	\$ 3.966.934	\$ 4.402.018	\$ 2.486.363	\$ 3.895.661
1010086	\$ 2.288.771	\$ 2.552.188	\$ 1.404.314	\$ 2.883.642	\$ 3.011.324	\$ 2.006.669	\$ 1.235.142
1011879	\$ 2.150.161	\$ 2.670.539	\$ 2.224.121	\$ 2.473.460	\$ 3.060.048	\$ 2.039.663	\$ 1.432.702
1010194	\$ 1.583.477	\$ 1.592.413	\$ 1.556.669	\$ 1.679.808	\$ 1.603.137	\$ 879.312	\$ 1.408.330
1022083	\$ 1.041.319	\$ 2.108.240	\$ 1.287.519	\$ 1.894.239	\$ 1.299.195	\$ 960.165	\$ 1.299.994
1030020	\$ 2.175.309	\$ 3.086.580	\$ 1.738.088	\$ 1.757.565	\$ 2.593.357	\$ 1.657.012	\$ 2.033.960
Total	\$205.973.136	\$234.931.369	\$185.971.073	\$200.133.758	\$236.339.676	\$185.244.014	\$190.899.692

Producto	Jun 2016 (\$)	Jul 2016 (\$)	Ago 2016 (\$)	Sep 2016 (\$)	Oct 2016 (\$)	Nov 2016 (\$)	Dic 2016 (\$)
1010078	\$ 86.835.828	\$ 67.762.235	\$ 80.705.913	\$ 79.711.811	\$ 76.900.920	\$ 94.431.714	\$ 79.011.980
1010048	\$ 36.650.453	\$ 29.832.243	\$ 35.887.812	\$ 37.287.061	\$ 35.684.343	\$ 40.723.191	\$ 36.730.811
1010002	\$ 15.599.252	\$ 11.686.831	\$ 12.129.504	\$ 9.957.389	\$ 10.453.178	\$ 14.586.531	\$ 18.322.226
1020013	\$ 14.452.142	\$ 10.581.607	\$ 15.672.375	\$ 11.821.254	\$ 12.698.036	\$ 17.254.532	\$ 9.496.909
1020253	\$ 12.283.898	\$ 7.112.753	\$ 10.124.043	\$ 6.529.510	\$ 3.972.716	\$ 11.349.539	\$ 11.472.083
1020001	\$ 14.776.542	\$ 8.734.247	\$ 8.008.573	\$ 8.988.359	\$ 10.039.182	\$ 7.999.646	\$ 8.620.772
1020027	\$ 12.281.844	\$ 6.378.851	\$ 11.791.304	\$ 10.066.706	\$ 9.330.984	\$ 5.881.815	\$ 9.540.522
1010169	\$ 5.555.680	\$ 3.619.905	\$ 4.350.735	\$ 3.734.986	\$ 3.877.721	\$ 6.129.438	\$ 3.722.726
1020224	\$ 7.706.936	\$ 4.642.047	\$ 5.013.161	\$ 6.976.162	\$ 4.686.495	\$ 7.305.911	\$ 6.837.330
1020010	\$ 8.311.130	\$ 2.905.320	\$ 6.000.658	\$ 5.478.302	\$ 4.235.626	\$ 3.562.885	\$ 4.648.809
1010010	\$ 2.842.084	\$ 3.404.922	\$ 7.720.327	\$ 3.348.953	\$ 6.087.477	\$ 4.616.474	\$ 7.090.928
1010267	\$ 5.717.137	\$ 5.003.080	\$ 6.173.892	\$ 4.975.319	\$ 5.703.134	\$ 5.583.303	\$ 3.198.902
1022227	\$ 6.404.105	\$ 3.305.061	\$ 4.458.456	\$ 6.988.184	\$ 3.353.056	\$ 4.490.092	\$ 5.612.816
1020003	\$ 3.496.911	\$ 2.712.350	\$ 3.948.200	\$ 2.833.166	\$ 3.119.083	\$ 2.370.246	\$ 6.089.792
1021560	\$ 4.077.093	\$ 2.929.439	\$ 4.341.748	\$ 10.160.865	\$ 3.194.776	\$ 2.853.167	\$ 3.626.562
1010086	\$ 290.435	\$ 547.412	\$ 1.426.145	\$ 1.774.795	\$ 608.297	\$ 5.282.260	\$ 3.583.544
1011879	\$ 1.751.573	\$ 1.463.703	\$ 1.957.510	\$ 1.552.279	\$ 1.135.976	\$ 3.515.758	\$ 4.060.884
1010194	\$ 2.387.726	\$ 602.651	\$ 845.355	\$ 2.648.660	\$ 1.238.544	\$ 2.353.781	\$ 4.365.786
1022083	\$ 1.437.434	\$ 650.872	\$ 1.310.427	\$ 1.591.075	\$ 1.018.369	\$ 4.040.939	\$ 3.834.009
1030020	\$ 2.443.343	\$ 1.960.436	\$ 2.412.674	\$ 2.107.410	\$ 2.044.562	\$ 5.237.807	\$ 5.687.970
Total	\$245.301.547	\$175.835.965	\$224.278.813	\$218.532.248	\$199.382.473	\$249.569.030	\$235.555.362

Fuente: Elaboración propia

Costos incurridos

Ítem	Nov 2015	Dic 2015	Ene 2016	Feb 2016	Mar 2016	Abr 2016	May 2016
Inventario medio (IM) acumulado semanal situación actual (Kg)	665.744	782.008	643.148	668.298	795.863	633.470	611.236
Inventario medio (IM) acumulado semanal situación propuesta (kg)	1.258.067	1.510.045	1.221.642	1.169.349	1.406.990	1.119.122	1.140.583
Diferencia (IM) acumulado semanal	592.323	728.036	578.494	501.051	611.126	485.652	529.347
Cantidad a solicitar(q) acumulada semanal situación actual (Kg)	665.744	782.008	643.148	668.298	795.863	633.470	611.236
Cantidad a solicitar (q) acumulada semanal situación propuesta (Kg)	1.258.067	1.510.045	1.221.642	1.169.349	1.406.990	1.119.122	1.140.583
Diferencia (q) acumulado semanal	592.323	728.036	578.494	501.051	611.126	485.652	529.347

Ítem	Jun 2016	Jul 2016	Ago 2016	Sep 2016	Oct 2016	Nov 2016	Dic 2016	Promedio
Inventario medio (IM) acumulado semanal situación actual (Kg)	778.796	587.809	773.033	707.625	679.527	815.434	779.152	708.653
Inventario medio (IM) acumulado semanal situación propuesta (kg)	1.443.019	1.106.823	1.489.318	1.283.165	1.254.900	1.493.581	1.456.329	1.310.924
Diferencia (IM) acumulado semanal	664.223	519.015	716.285	575.541	575.373	678.148	677.177	602.271
Cantidad a solicitar(q) acumulada semanal situación actual (Kg)	778.796	587.809	773.033	707.625	679.527	952.812	834.726	722.435
Cantidad a solicitar (q) acumulada semanal situación propuesta (Kg)	1.443.019	1.106.823	1.489.318	1.283.165	1.254.900	1.232.372	998.764	1.259.583
Diferencia (q) acumulado semanal	664.223	519.015	716.285	575.541	575.373	279.560	164.037	537.147

Fuente: Elaboración propia

$$(2) \text{ Costo de Almacenamiento} = 96 * \text{Diferencia (IM)}$$

$$(3) \text{ Costo Transporte} = 33 * \text{Diferencia (q)}$$

$$(4) \text{ Costo de Recepcion} = 3 * \text{Diferencia (q)}$$

Anexo 15- Tabla Distribución Normal Estándar N (0,1)

TABLA A: Probabilidades de la normal estándar										
z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

TABLA A: Probabilidades de la normal estándar (cont.)

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Fuente: [Hanke & Wicher06]