

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**“Propuesta de un Modelo de Planificación de Abastecimiento de
Medicamentos para Clínica Las Lilas”**

Por

Claudia Paola Osorio Vargas

Valeria Andrea Saavedra González

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

Prof. Guía: Enrique Fajó Briceño

Septiembre de 2015

Agradecimientos y Dedicatorias

Cuando un proceso de aprendizaje, desafíos, aventuras y sacrificio llega a su fin, sólo resta agradecer a quienes fueron partícipes de este largo camino.

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme la fuerza necesaria que he requerido para concluir este proceso, por no abandonarme en aquellos momentos difíciles en los cuales podría haber desistido.

Agradezco infinitamente el apoyo de mi familia, especialmente mis padres y hermanos, por tener siempre una palabra de aliento y el ánimo de animarme.

A los profesores que me han apoyado y aconsejado a lo largo de los años de la carrera en esta Universidad.

Este trabajo está dedicado a quienes han creído en mi desde el comienzo de mis días en este mundo, a quienes me aconsejaron y apoyaron en este largo camino, porque sin ustedes, jamás hubiera sido quien ahora soy. Con todo mi amor y cariño, esto es para ustedes papá y mamá. Los amo hasta el infinito.

A todos y cada uno, muchas gracias.

Claudia Osorio Vargas.

Es difícil expresar en pocas líneas el agradecimiento a todas las personas que han participado de alguna u otra forma en este largo camino.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por su infinito amor, el que sin condiciones he podido ver a lo largo de mi vida. Gracias a quien me ha permitido elegir mi camino y me ha dado el valor y fuerzas para enfrentar los desafíos que se me han presentado y por rodear mi vida de hermosas personas.

Agradecer también a mis padres, Enrique y Raquel a quienes dedico este trabajo, por todo su amor y apoyo incondicional, y por todo el esfuerzo y sacrificios que han realizado para sacarnos adelante junto a mis hermanos. Gracias Mamá por ser como eres, una persona sencilla y de buen corazón, por entregar todo de ti para que tus hijos estuviesen bien. Gracias Papá por enseñarme el valor del trabajo y que con esfuerzo, todo es alcanzable. Gracias a ustedes hoy soy lo que soy. Los amo.

A mis hermanos y sobrinos, por su cariño e inmenso amor, principalmente a mi querida Yupita, por todas sus atenciones y regalones de “mamá”.

A mis amigos, por estar siempre presente y por ofrecerme una sincera y bella amistad. Gracias por escucharme y hacer que mí día a día sea una maravillosa aventura.

A todos los profesores quienes nos apoyaron y aconsejaron, quienes atendieron nuestras consultas y nos instaron a seguir adelante en el momento oportuno.

Finalmente, quiero agradecer a Robinson, mi marido, quien ha sido mi cómplice, mi compañero y el pilar que me ha sostenido. Gracias porque con tu amor y tu sabio consejo has mantenido mis brazos en alto durante todo este proceso. Te amo

A todos ustedes, infinitas gracias.

Valeria Andrea Saavedra González

Indice

Agradecimientos y Dedicatorias	2
Glosario	7
Lista de Abreviaturas	9
Lista de Figuras	10
Lista de Tablas	12
Resumen	13
Capítulo 1 : Introducción.....	14
Capítulo 2 : Descripción de La Empresa.....	16
2.1 Reseña Histórica	16
2.2 Misión	17
2.3 Visión.....	18
2.4 Política de Calidad	18
2.5 Estructura Organizacional.....	18
2.5.1 Directorio.....	18
2.5.2 Administración	20
2.6 Estructura Clínica.....	20
Capítulo 3 : Planteamiento del Problema.....	22
3.1 Situación Actual.....	22
3.2 Formulación del Problema	23
3.3 Objetivos	25
3.3.1 Objetivo General.....	25
3.3.2 Objetivos Específicos	25
3.3.3 Resultados Esperados	25
Capítulo 4 : Marco Teórico	26
4.1 Cadena de Suministro	26

4.2 Administración de la Cadena de Suministro	27
4.2.1 Estrategia de la Cadena de Suministro	27
4.2.2 Localización	28
4.2.3 Administración de Inventarios	28
4.2.4 Demanda	28
4.2.5 Pronósticos	29
4.3 Planificación de la Demanda	30
4.4 Pronóstico de Demanda	30
4.4.1 Modelos de Pronósticos de Demanda	31
4.4.2 Procedimiento para la Elaboración del Pronóstico	41
Capítulo 5 : Metodología.....	43
5.1 Esquema de Trabajo.....	43
5.1.1 Análisis de los Procesos.....	44
5.1.2 Análisis de Datos	45
5.1.3 Formulación de la Propuesta Final	46
Capítulo 6 : Aplicación de la Metodología	47
6.1 Análisis de los Procesos.....	48
6.1.1 Preparación de Pedidos (Picking)	48
6.1.2 Solicitud de Compra de Medicamentos.....	52
6.1.3 Recepción de Mercadería	55
6.1.4 Conclusiones Análisis de los Procesos	58
6.2 Análisis de Datos	58
6.2.1 Análisis de Datos de Consumo.....	58
6.2.2 Selección de Medicamentos	62
6.2.3 Conclusiones Análisis de Datos	68
6.2.4 Evaluación del Modelo de Pronóstico de Demanda	69
6.2.5 Validación y Propuesta	87
6.3 Formulación de la Propuesta Final	88
Capítulo 7 : Conclusión.....	89
Bibliografía	91

Anexos..... 93

Anexo 1: 93

Anexo 2: 95

Anexo 3: 97

Anexo 4: 98

Glosario

- Arsenal : Clasificación de medicamentos activos que requieren de una planificación mensual.
- Cliniwin : Software de gestión para clínicas.
- Demanda : Cantidad requerida de un bien o servicio.
- Estacionalidad : Fluctuaciones periódicas identificadas en una serie de datos.
- Farmacia : Servicio Clínico responsable del abastecimiento de medicamentos en la Clínica Las Lilas.
- MAD : Error del pronóstico promedio sobre el periodo en cuestión.
- MAPE : Mide el error del pronóstico en términos porcentuales.
- Minitab : Software de análisis estadísticos.
- MSD : Desviación cuadrática media.
- Outliers : Desviaciones identificadas en una serie de datos que se escapan considerablemente de la media y que no son representativas.
- Pronóstico : Proyección de una variable para periodos futuros.
- Quiebre de stock : Ausencia de un producto en el lugar requerido.

- Sobrestock : Exceso de mercadería. Puede implicar diferentes complicaciones, ya sean por espacio, costo o perecibilidad.
- Stock : Cantidad de mercancías o existencias que se tienen en un depósito.
- Tendencia : Patrón de comportamiento en una serie de datos.

Lista de Abreviaturas

- CLL : Clínica Las Lilas
- MAD : Mean Absolute Deviation
- MAPE : Mean Absolute Percentage Error
- MSD : Mean Squared Deviation

Lista de Figuras

Figura 2.1: Ubicación Clínica Las Lilas	16
Figura 2.2: Clínica Las Lilas	17
Figura 2.3: Directorio CLL.....	19
Figura 2.4: Administración Clínica Las Lilas	20
Figura 2.5: Estructura Clínica.....	21
Figura 6.1: Procesos de Farmacia.....	47
Figura 6.2: Diagrama de Flujo Preparación de Pedidos (1)	50
Figura 6.3: Diagrama de Flujo Preparación de Pedidos (2)	51
Figura 6.4: Diagrama de Flujo Abastecimiento de Medicamentos	54
Figura 6.5: Diagrama de Flujo Recepción y Almacenamiento de Medicamentos	57
Figura 6.6: Vigencia de Medicamentos.....	59
Figura 6.7: Clasificación de Medicamentos	60
Figura 6.8: Análisis de Pareto	64
Figura 6.9: Corrección Medicamento 40000521	66
Figura 6.10: Corrección Medicamento 40000876.....	66
Figura 6.11: Corrección Medicamento 40002020.....	67
Figura 6.12: Análisis Media Móvil	71
Figura 6.13: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Media Móvil	72
Figura 6.14: Análisis de Tendencia	73
Figura 6.15: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Análisis de Tendencia.....	74
Figura 6.16: Análisis Suavizamiento Exponencial Simple	75
Figura 6.17: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Suav. Exponencial Simple.....	76
Figura 6.18: Análisis Suav. Exponencial Doble.....	77
Figura 6.19: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Suav. Exponencial Doble	78
Figura 6.20: Análisis Holt Winters Aditivo	79
Figura 6.21: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Holt Winters Aditivo	80
Figura 6.22: Análisis Holt Winters Multiplicativo.....	81
Figura 6.23: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Holt Winters Multiplicativo.....	82

Figura 6.24: Análisis Descomposición Aditivo.....	83
Figura 6.25: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Descomposición Aditiva.....	84
Figura 6.26: Análisis Descomposición Multiplicativo	85
Figura 6.27: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Descomposición Multiplicativa	86

Lista de Tablas

Tabla 3.1: Nivel de Servicio Sueros	24
Tabla 5.1: Esquema de Trabajo	43
Tabla 6.1: Preparación de Pedidos	48
Tabla 6.2: Solicitud de Compra	52
Tabla 6.3: Recepción de Mercadería	55
Tabla 6.4: Vigencia de Medicamentos	59
Tabla 6.5: Clasificación de Medicamentos.....	60
Tabla 6.6: Grupos Terapéuticos.....	62
Tabla 6.7: Restricción de permanencia.....	63
Tabla 6.8: Medicamentos Seleccionados.....	65
Tabla 6.9: Filtros Selección de Datos	65
Tabla 6.10: Nivel de Servicio y Quiebres Sueros.....	68
Tabla 6.11: Parámetros MINITAB	69
Tabla 6.12: Errores para Madia Móvil	73
Tabla 6.13: Errores para Análisis de Tendencia.....	74
Tabla 6.14: Errores para Suavizamiento Exponencial Simple	76
Tabla 6.15: Errores para Suavizamiento Exponencial Doble.....	78
Tabla 6.16: Errores para Holt Winters Aditivo	80
Tabla 6.17: Errores para Holt Winters Multiplicativo.....	82
Tabla 6.18: Errores para Descomposición Aditiva.....	84
Tabla 6.19: Errores para Descomposición Multiplicativo.....	86
Tabla 6.20: Errores de Modelos de Pronóstico.....	87

Resumen

Contar con una herramienta que ayude a visualizar el comportamiento de la demanda futura, es de suma importancia para cualquier empresa que busque mejorar los procesos orientados básicamente, a cuánto producir o cuánto comprar para satisfacer los requerimientos de sus clientes.

El presente trabajo está orientado en resolver una problemática detectada en “Clínica Las Lilas”, establecimiento de salud ubicado en Santiago de Chile, que presenta inconvenientes en el proceso de reabastecimiento de medicamentos. Para ello, se realizó un análisis de la demanda mediante series de tiempo, basada en los datos de consumo otorgados, el que consistió básicamente en revisar el comportamiento del consumo de los medicamentos de la farmacia de la clínica en un periodo de dos años, aplicando criterios para la limpieza de los datos y un análisis de Pareto para seleccionar los medicamentos que presentan mayor impacto en la rotación.

Una vez seleccionados los medicamentos para el pronóstico, los datos de consumo fueron ingresados a un software estadístico para efectuar una evaluación de los errores arrojados por los diversos modelos de series de tiempo, en la cual los modelos seleccionados son el de Holt Winters y el de Descomposición, debido a que son aquellos que presentan el menor error, e incorporan los factores estacionales, de ciclo y de tendencia que estaban presentes en los datos analizados. Ambos modelos ocupan dos métodos para generar los pronósticos; Aditivo y Multiplicativo, los que fueron empleados para proyectar la demanda de los medicamentos seleccionados.

Los modelos mencionados presentan un error promedio del 8%, lo que es considerado aceptable para un pronóstico de demanda. Esto quiere decir que se cumple el objetivo de lograr una mejor planificación en el abastecimiento de medicamentos, disminuyendo la incertidumbre existente en el proceso.

Capítulo 1 : Introducción

Reducir el grado de incertidumbre con respecto al comportamiento de la demanda, hasta ahora es un tema de suma importancia para todas las empresas. Para solucionar este problema, existen variadas técnicas que apoyan la gestión en la determinación de cómo, cuándo y cuánto comprar.

La gerencia o jefatura de las empresas tanto públicas como privadas, encargada de la toma de decisiones, reconoce la importancia estratégica que aportan los métodos de predicción a la operatividad que pueda llegar a tener la organización. Para ello, existe una serie de modelos que permiten efectuar una proyección de lo que puede ocurrir con funcionamiento en el corto, mediano y/o largo plazo.

En el área de la salud, la disponibilidad de los recursos influye directamente en la calidad de atención otorgada a los pacientes, por lo que es fundamental contar con un eficaz sistema de planificación que se encargue de administrar las existencias para cumplir con la demanda, disminuir costos y evitar las graves consecuencias que se pueden ocasionar por la ausencia de algún recurso.

A partir de la necesidad detectada, el presente trabajo tiene como fin apoyar la gestión de la unidad de farmacia de Clínica Las Lilas, mediante la entrega de un modelo matemático de proyección de demanda, que se ajuste a los requerimientos que presente el establecimiento de salud en cuanto a los procedimientos relacionados con el reabastecimiento de fármacos.

Alineado con la visión de *Clínica Las Lilas*, el propósito de esta memoria es apoyar la mejora constante de los servicios entregados mediante la intervención en el proceso de reabastecimiento de medicamentos, del cual se encarga la unidad de farmacia. Básicamente, el modelo estadístico a utilizar, busca apoyar la decisión de saber cuánto comprar, cimentado en el comportamiento histórico que presenta la demanda de medicamentos en un periodo de 24 meses entre los años 2012 y 2014.

En los siguientes capítulos, se analizarán las circunstancias actuales de la clínica y los antecedentes manejados para la elección el modelo de pronóstico que mejor se ajuste a los objetivos buscados según el comportamiento de la demanda y otras variables que influyen en el consumo de medicamentos.

Capítulo 2 : Descripción de La Empresa

2.1 Reseña Histórica

Clínica Las Lilas fue fundada durante la década de 1970 por la empresa *Inverlink*, dedicándose en sus inicios, exclusivamente a la maternidad. Durante el año 2007, la clínica es vendida al grupo Integra Médica, el cual decide reconstruir el edificio y ampliar sus servicios bajo el nombre de *Clínica Integra Médica*, la que durará un corto periodo bajo el mando de este grupo. Posterior a su reconstrucción, la isapre *Más Vida* compra la clínica a Integra Médica y decide renombrarla como *Clínica Las Lilas*.

La clínica ubicada en la comuna de Providencia, Santiago, hoy cuenta con amplias unidades de servicio que se han ido implementando con el paso de los años, inaugurando en el año 2010 el servicio de urgencia adulto y, durante al año 2011, el servicio de urgencia pediátrica.



Figura 2.1: Ubicación Clínica Las Lilas

Fuente: www.clinicalaslilas.cl

Actualmente cuenta con 6 pisos y centros médicos aledaños a la clínica, también se ayuda con servicios de apoyo clínico como imagenología, laboratorio, banco de sangre, farmacia, bodega de insumos, esterilización, endoscopía, nutrición, etc., y tiene una fuerza laboral de más de 500 trabajadores entre profesionales de la salud, administrativos y otros.



Figura 2.2: Clínica Las Lilas

Fuente: www.clinicalaslilas.cl

2.2 Misión

“Somos una entidad prestadora de salud, cuyo principal objetivo es entregar a nuestros pacientes una atención integral, resolutive y oportuna basada en la calidez, compromiso, y los más altos estándares de calidad. Apoyados por un equipo médico

multidisciplinario y de prestigio, equipamiento de alta tecnología, personal competente y prestos a satisfacer las necesidades de nuestros pacientes”.

2.3 Visión

“Ser reconocidos a nivel nacional, buscando un posicionamiento de forma integral y de máxima confianza, transformándonos en protagonistas de la salud privada en Chile, brindando soluciones eficientes y eficaces a todas las necesidades de nuestros pacientes, mejorando día a día la calidad de nuestros servicios”.

2.4 Política de Calidad

Clínica Las Lilas es una institución comprometida con la persona y nuestro enfoque de calidad se fundamenta en el respeto por los valores, expectativas y necesidades de los pacientes y su familia, así como por los miembros de la organización y de la comunidad.

Como política, también estimula y promueve el mejoramiento continuo de la calidad como estrategia que garantiza la entrega de servicios de alta calidad técnica y humana a todos los pacientes.

2.5 Estructura Organizacional

2.5.1 Directorio

El directorio de una empresa está a cargo de la responsabilidad social y de la protección de la posición financiera de ésta. Su función más relevante es dirigir la organización en los asuntos que le competen y evaluar el desempeño que presente la administración en el tiempo. En la Clínica Las Lilas, el directorio está conformado como sigue:

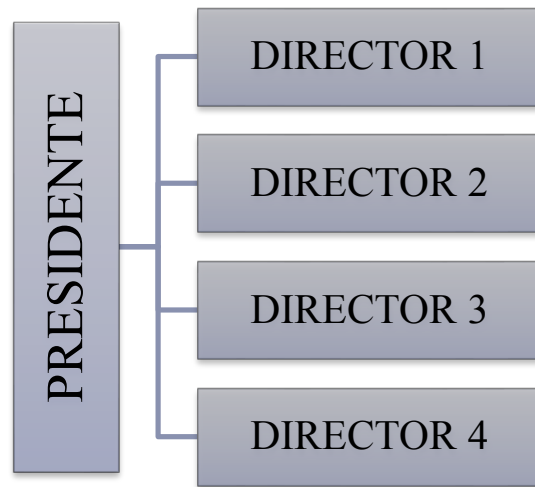


Figura 2.3: Directorio CLL

Fuente: Elaboración Propia

2.5.2 Administración

La administración tiene como objetivo guiar a las empresas. Para hacerlo requiere contar con distintas áreas que, de forma eficiente y en conjunto, trabajen para otorgar los recursos necesarios en el momento indicado de forma tal de lograr el éxito. El área administrativa de la clínica está constituida de la siguiente manera:

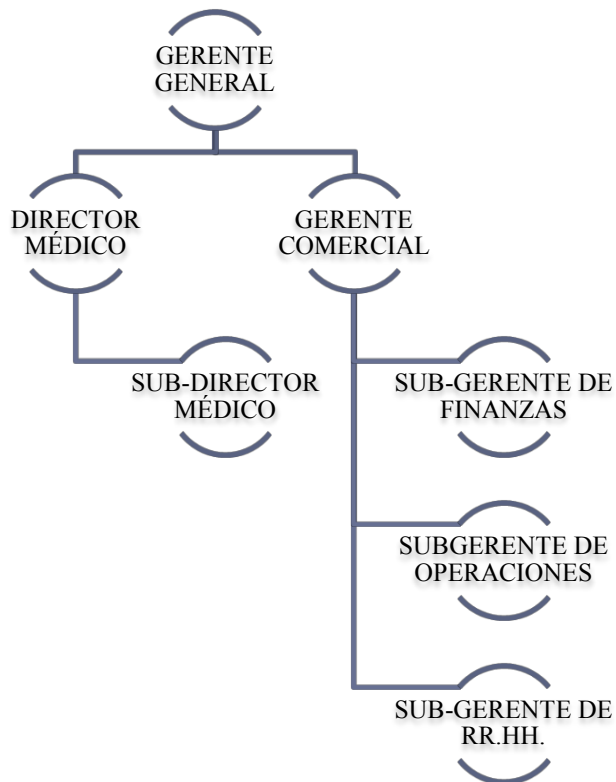


Figura 2.4: Administración Clínica Las Lilas

Fuente: Elaboración Propia

2.6 Estructura Clínica

A fin de resolver las necesidades que puedan presentar los servicios de la clínica, el director médico realiza su gestión bajo la siguiente estructura:

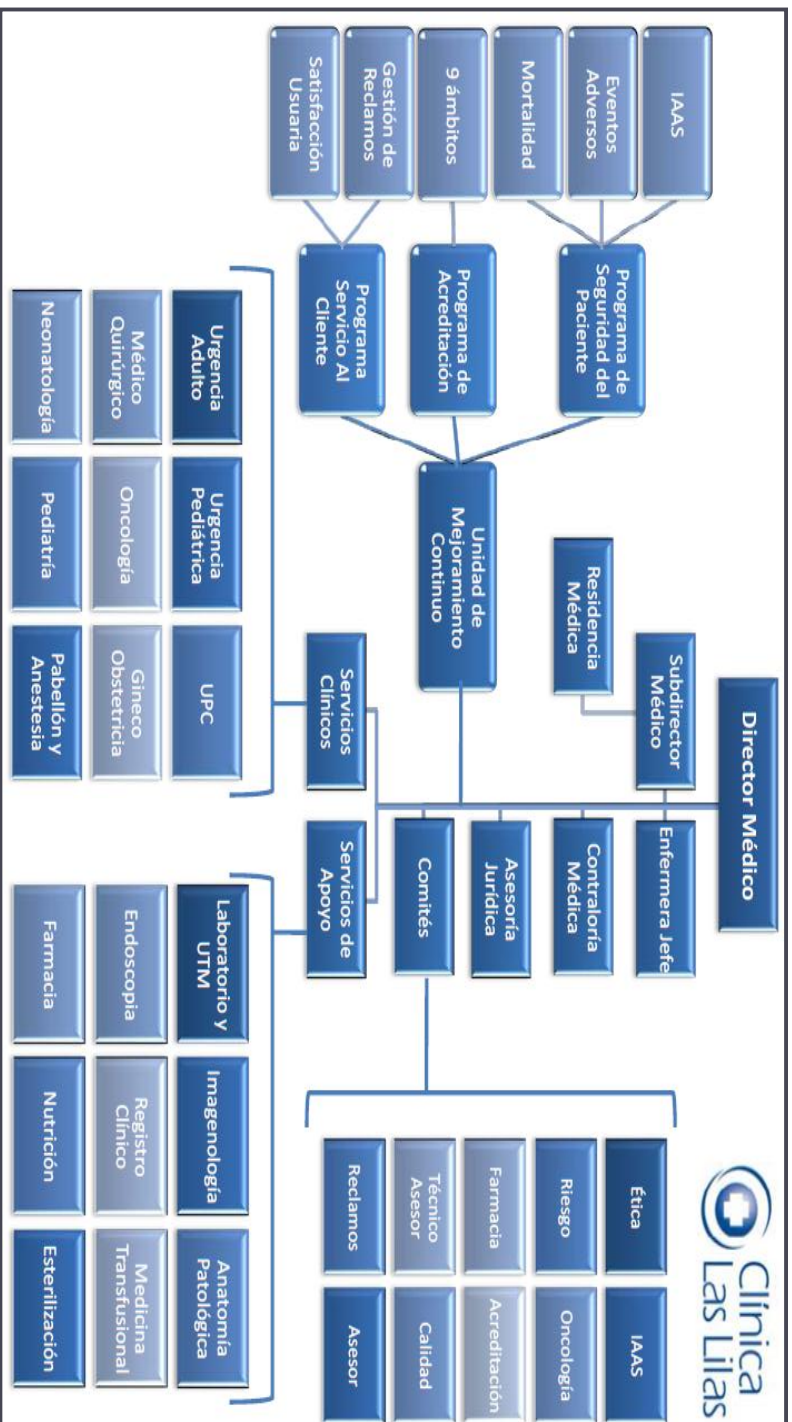


Figura 2.5: Estructura Clínica

Fuente: www.clinicalasilas.cl

Capítulo 3 : Planteamiento del Problema

3.1 Situación Actual

Clínica Las Lilas ha experimentado un crecimiento en la demanda de servicios, por lo que ha tenido que ampliar el rango de coberturas y especialidades médicas. Sin embargo, no ha generado mejoras en alguno de los procesos necesarios para el buen funcionamiento como lo es el proceso de abastecimiento de la unidad de farmacia.

La carencia de herramientas y mecanismos efectivos que permiten planificar la demanda, hacen escasa la visibilidad del nivel de consumo futuro que se podría presentar, afectando principalmente el abastecimiento de medicamentos e insumos clínicos, dejando las decisiones del reaprovisionamiento al criterio e intuición del químico farmacéutico a cargo de la unidad de farmacia. Para la generación de la compra, el químico farmacéutico revisa quincenalmente el consumo promedio de los últimos tres meses y lo compara con lo consumido el último mes, valor con el cual se estima la demanda a través de un incremento porcentual sobre este valor, que no se encuentra establecido, sino más bien queda a criterio del encargado, quien realiza diferentes iteraciones para lograr estimar la demanda del siguiente periodo. El valor obtenido es comparado con el stock disponible, calificando compra para los ítems que presentan diferencias. Este “pronóstico” no considera estacionalidad ni tendencia, variables que pueden influir en el consumo de medicamentos.

Esto ha traído diferentes problemas en la atención de los requerimientos de los clientes internos y externos, tales como quiebres de stock, sobrestock y pérdidas por vencimiento, altos costos en adquisición, etc., lo que influye directamente en el aseguramiento y disponibilidad de los recursos médicos.

3.2 Formulación del Problema

Es fundamental que en este tipo de servicios la planificación se desarrolle eficazmente, dada la alta criticidad y regulaciones legales por parte de los organismos de salud sobre el manejo, almacenamiento y suministro de medicamentos a pacientes.

Los quiebres de stock es algo sobre lo que se debe trabajar, ya que la situación de inexistencia de un medicamento solicitado por algún servicio, además de generar un aumento en los costos, produce pérdida de otros recursos que son valiosos e incuantificables para los prestadores de servicios de salud.

El quiebre en una solicitud, se puede considerar como un paciente desatendido, pudiendo conducir a altos costos, ya que es necesario gestionar la obtención del medicamento con quiebre bajos métodos de mayor costo, o incluso, puede llegar a generar la pérdida del cliente (paciente). A partir de ello, surge la necesidad de responder y pronosticar de manera eficiente la demanda de los medicamentos para la clínica, considerando que el óptimo en la atención de solicitudes por parte de la farmacia sea responder a todas ellas en el tiempo y con la asertividad requerida.

A continuación se muestra la tabla 3.1 la cual refleja el nivel de servicio de la Farmacia a Servicios Clínicos para un grupo de medicamentos.

Descripción Medicamento	Cantidad Ordenada	Cantidad Entregada	Faltante	Nivel de Servicio
POTASIO CLORURO 10% AMP. 10ML	25058	25058	0	100%
CLORURO SODIO 10% AMP. 20 ML	8087	6901	1186	85%
SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 250ML VIAF.	17478	17478	0	100%
AGUA DEST. 500 ML MAT.	9145	9145	0	100%
SUERO GLUCOSALINO ISOT. 1000ML VIAF.	13800	13800	0	100%
SUERO RINGER LACTATO 500ML VIAF.	26018	26018	0	100%
SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 20ML. AMP.	140643	135476	5167	96%
SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 1000ML. VIAF.	11740	11740	0	100%
SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 100ML VIAF.	48870	48870	0	100%
SUERO FISIOLÓGICO 0,9% 500 ML VIAF.	14402	14402	0	100%
	315241	308951	6290	98%

Tabla 3.1: Nivel de Servicio Sueros

Fuente: Elaboración Propia

A pesar de que la tasa de entrega que muestra la tabla 3.1 corresponde a un 98%, el número de medicamentos no entregados concierne a 6290 unidades, el que se asocia a su vez, al mismo número de solicitudes no atendidas considerando solo un grupo de medicamentos.

3.3 Objetivos

3.3.1 Objetivo General

Proponer un modelo de pronóstico que permita mejorar la planificación de compras para un subgrupo de medicamentos de alto impacto.

3.3.2 Objetivos Específicos

- Levantar los procesos realizados para el actual abastecimiento de medicamentos.
- Establecer el subconjunto de medicamentos a estudiar.
- Evaluar los modelos de pronósticos que se adecúen al comportamiento de los medicamentos seleccionados.
- Proponer un modelo de pronóstico de abastecimiento.
- Validar los resultados entregados por el modelo planteado.

3.3.3 Resultados Esperados

Producir mejoras en el proceso de abastecimiento de medicamentos de la farmacia de clínica Las Lilas, mediante la propuesta de un modelo de pronóstico que permita planificar la demanda de manera eficaz, y apoyar la gestión de la cadena de abastecimiento.

Capítulo 4 : Marco Teórico

Para un adecuado desarrollo del proyecto, es necesario interiorizarse en la teoría en la que se enmarca el problema, ya que esto dará las directrices que deben seguirse para obtener los resultados esperados.

A continuación, serán expuestos los principales aspectos teóricos que deben ser considerados en el desarrollo del proyecto.

4.1 Cadena de Suministro

La cadena de suministro hace referencia a todas las actividades involucradas directa o indirectamente en el flujo y transformación de bienes, así como los flujos de información relacionados que permitan cumplir con el requerimiento del cliente, abarcando todos los procesos desde la adquisición de materias primas, hasta la entrega del producto o servicio al usuario final.

Algunos autores definen la Cadena de Suministro como “La red de servicios, materiales y flujos de información que vincula los procesos de relaciones con los clientes, surtido de pedidos y relaciones con los proveedores de una empresa con los procesos de sus proveedores y clientes.” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

La Cadena de Suministro vincula los procesos internos de una organización con los procesos de sus clientes y proveedores, es decir, sus procesos externos.

Una exitosa cadena de suministro entrega al cliente final el producto apropiado, en el lugar correcto y en el tiempo exacto, al precio requerido y con el menor costo posible.

4.2 Administración de la Cadena de Suministro

La administración de la cadena de suministro es la encargada de definir la estrategia de la cadena de suministro para el cumplimiento de los objetivos de la organización.

Una adecuada gestión de la cadena de suministro, implica que se puedan obtener las siguientes ventajas:

- Mayor eficiencia en el flujo de información con los involucrados en la cadena de suministro
- Mayor control en la gestión con proveedores
- Se pueden reducir costos operativos al integrar la cadena de suministro
- Disminución del tiempo de aprovisionamiento
- Mejoras en la gestión de inventarios
- Mayor capacidad de reacción frente a la demanda de mercado.

Administrar la cadena de suministro es parte de las decisiones estratégicas que debe tomar el área de operaciones de una empresa, con el fin de coordinar el flujo de productos e información que sean requeridos en la organización. Para ahondar más en este tema, a continuación se presentan definiciones que son necesarias para resolver el problema de planificación detectado.

4.2.1 Estrategia de la Cadena de Suministro

La estrategia de la cadena de suministro consiste en “diseñar la cadena de suministro de una empresa que satisfaga las prioridades competitivas de la estrategia de operaciones de la empresa.” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

4.2.2 Localización

“Es el proceso de elegir un lugar geográfico para realizar las operaciones de la empresa.” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

El proceso de localización de la instalación de la empresa es de suma importancia, ya que ésta puede tener efectos sobre la cadena de suministros debido a que el lugar escogido puede afectar las relaciones con los proveedores y clientes de la organización, además de generar un fuerte impacto en los costos de operaciones de la empresa.

4.2.3 Administración de Inventarios

Se refiere a “la planificación y control de los inventarios para cumplir las prioridades competitivas de la organización.” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

Así mismo, Krajewski se refiere a los inventarios como “la acumulación de materiales que se utiliza para satisfacer la demanda de los clientes o apoyar la producción de bienes o servicios.” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

Para determinar cuál es la cantidad correcta de inventario que una empresa necesita almacenar, se debe tener información sobre las demandas y la cantidad de inventario actualmente disponible.

La administración de inventarios, debe encontrar el equilibrio entre el costo que implica mantener inventario y la necesidad de responder los requerimientos de los clientes en forma eficiente.

4.2.4 Demanda

La demanda se puede definir como la cantidad de un bien que es requerido para satisfacer las necesidades del mercado. Según la necesidad que se intenta satisfacer, la demanda se puede clasificar en:

4.2.4.1 Demanda en Función de las Necesidades

- Bienes Necesarios: Son aquellos bienes o servicios indispensables para satisfacer las necesidades básicas de los consumidores.
- Bienes No Necesarios: Corresponden a los bienes o servicios en los cuales su demanda obedece a la satisfacción de un gusto, no a una necesidad.

4.2.4.2 Demanda en Función del Consumidor

- Bienes de Capital: Se refiere a todos aquellos empleados en la fabricación o producción de otros bienes. Estos no van incorporados en la fabricación de otros productos, más bien hacen mención a inmuebles, maquinarias o instalaciones.
- Bienes Intermedios: Son aquellos recursos o bienes que hacen parte del productos final, tales como insumos, materias primas, etc.
- Bienes de Consumo Final: Corresponden a los bienes que finalmente son consumidos por el cliente, es decir, aquellos dirigidos a satisfacer una necesidad inmediata.

4.2.5 Pronósticos

En el proceso de toma de decisiones de la empresa, es fundamental que la planificación futura sea realizada con un grado de precisión que permita el alcance de los objetivos de la organización.

Krajewski define este proceso como; “un pronóstico es una predicción de acontecimientos futuros que se utiliza con propósitos de planificación.” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

4.3 Planificación de la Demanda

“La planificación es el proceso de tomar decisiones administrativas acerca de cómo utilizar los recursos para responder mejor a los pronósticos de la demanda.” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

La determinación de la demanda de los clientes es una de las directrices cruciales en la administración de la cadena de suministro de la empresa, ya que funcionan como base para el proceso de planificación de las actividades realizadas en los procesos de producción, inventario, compras, etc.

4.4 Pronóstico de Demanda

El pronóstico es la base de la planeación corporativa a largo plazo, el cual proporciona los fundamentos para la toma esporádica de decisiones en las distintas áreas de la organización.

Su objetivo es disminuir el grado de incertidumbre con respecto a los volúmenes de productos que deben ser manejados y controlados por la administración de la cadena de suministros. Como es imposible elaborar un pronóstico perfecto, una buena estrategia es revisar continuamente el proceso de planeación, evitando así las malas decisiones futuras.

Existen variados tipos de pronósticos que pueden ser utilizados según los objetivos perseguidos por la empresa y las características y calidad de los datos manejados. Los métodos de pronóstico por lo general se basan en modelos matemáticos que utilizan datos históricos disponibles para su elaboración. También existen métodos que se basan en la experticia de la administración y métodos que realizan una combinación de ambas alternativas en el desarrollo de un pronóstico.

4.4.1 Modelos de Pronósticos de Demanda

Los modelos para pronosticar la demanda se pueden clasificar en técnicas cualitativas y cuantitativas. Los primeros intentan incorporar factores de juicio o subjetivos en el modelo de pronósticos, y no dependen de datos cuantitativos que permitan hacer estimaciones numéricas. Estas técnicas se pueden basar en opiniones de expertos, juicios individuales, encuestas o técnicas comparativas apoyadas siempre en juicios personales, mientras que las técnicas cuantitativas son empleadas cuando se dispone de datos numéricos directos e indirectos. A diferencia de los métodos cualitativos, los cuantitativos emplean un modelo matemático que represente las variables del problema analizado.

Las técnicas cuantitativas se pueden dividir en dos grandes grupos:

- **Series de Tiempo:** “Método basado en datos históricos de demanda para predecir la demanda futura, bajo el supuesto de que el comportamiento pasado de los consumidores es un indicativo de su comportamiento futuro”. (Carchi, 2008)
- **Causales:** “Trata de entender el sistema subyacente que rodea al elemento que se va a pronosticar. Por ejemplo, las ventas se pueden ver afectadas por la publicidad, la calidad y los competidores” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009). Establece una relación entre la cantidad a pronosticar y otros fenómenos que influyan en el pronóstico.

Para efectos del objetivo general perseguido por esta memoria, y los antecedentes con los que se cuenta, es que se empleará la técnica de series de tiempo, para la que se dispone de los datos numéricos históricos necesarios para efectuar el pronóstico.

Dado lo anterior, se ha descartado el uso de la técnica cualitativa, ya que la información con la que se alimenta este método es subjetiva y no considera el uso de los antecedentes con los que se cuenta para el pronóstico. En cuanto a las técnicas cuantitativas, se ha descartado el uso del método causal ya que para el caso en estudio, no

se cuenta con la información requerida para el análisis del entorno que permite identificar los fenómenos externos influyentes en el comportamiento de la demanda.

4.4.1.1 Series de tiempo

Corresponde a una secuencia ordenada de valores de una variable en intervalos de tiempo igualmente espaciados. Las series de tiempo son aplicadas mayormente en: pronósticos económicos y de ventas, análisis presupuestario y de inventarios de mercados, proyecciones de rendimiento, control y calidad de procesos, estudios de inventarios, y muchas otras.

Como ya se ha mencionado, una serie de tiempo tiene como objetivo principal, analizar los datos pasados para efectuar pronósticos. Por lo general, una serie de tiempo puede descomponerse de la siguiente forma:

- **Componente Tendencia (T):** Movimiento vertical de los datos a lo largo del tiempo, es decir, corresponde al cambio de la media en el largo plazo.
- **Componente Estacional (E):** Patrón de fluctuación de la demanda que se repite a intervalos regulares (semestres, trimestres, meses, etc.)
- **Componente Aleatoria (I):** Esta componente no responde a ningún patrón de comportamiento, más bien corresponde a factores fortuitos que tienen incidencia en la serie de tiempo.

De estos tres componentes, los dos primeros son determinísticos, mientras que la última es aleatoria. La agregación de estos componentes puede ser aditiva o multiplicativa:

(1)

$$X_t = T_t + E_t + I_t$$

$$X_t = T_t \times E_t \times I_t$$

Donde:

T_t = Tendencia

E_t = Estacionalidad

I_t = Componente aleatoria

Que un modelo se resuelva mediante el método aditivo o multiplicativo, dependerá del comportamiento del componente estacional. Esto significa que, si el componente estacional es constante, el método empleado debe ser el aditivo. Por el contrario, si el patrón estacional varía conforme la serie se incrementa o disminuye su valor, el método a utilizar es el multiplicativo.

Las series temporales también se clasifican de forma descriptiva como:

- **Estacionarias:** Se dice que una serie es estacionaria cuando es estable a lo largo del tiempo, es decir, cuando su media y varianza son constantes en el tiempo. Esto se refleja gráficamente en que los valores de la serie tienden a oscilar alrededor de una media constante y las variabilidades de ésta también permanecen constantes.
- **No Estacionarias:** En las series no estacionarias, su tendencia y/o variabilidad cambian a lo largo del tiempo. Los cambios observados en la media al largo plazo tienden a crecer o decrecer.

Modelos Clásicos en la Técnica de Series de Tiempo

Media Móvil Simple

Es el método más simple que corresponde a las series de tiempo, el cual consiste en promediar las demandas de ciertos periodos de tiempo. Son utilizables cuando en la demanda se presenta una cierta estabilidad a lo largo del tiempo, es decir, cuando no existe tendencia o ésta es muy escasa. Matemáticamente se puede representar como:

(3)

$$F_t = \frac{Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n}}{n}$$

Donde:

F_t = Pronóstico para el periodo t

Y_t = Valor real en el periodo t

n = Número de periodos para promediar

Es necesario recalcar que este método se debe emplear cuando, al observar gráficamente los datos históricos, no existe una tendencia que pueda provocar tomar una mala decisión a raíz de un mal pronóstico.

Como regla general, mientras más largo es el periodo que considera el promedio, la respuesta ante los cambios de demanda es más lenta. La determinación de cuántos periodos se utilicen para lograr el equilibrio entre estabilidad y variación de la demanda, dependerá del objetivo del análisis.

Si se requiere que el pronóstico responda con mayor rapidez a la variabilidad de la demanda, entonces es posible asignar un peso superior a los periodos más recientes considerados en la muestra. Esto es factible mediante la media móvil ponderada.

Media Móvil Ponderada (MMP)

La media móvil ponderada, al igual que el anterior, efectúa un promedio de las demandas anteriores para realizar un pronóstico. La diferencia radica en que este método es utilizado cuando los datos estudiados presentan una tendencia.

En la aplicación de este método, los datos históricos tienen una importancia ponderada. Tal ponderación es basada en la intuición y el análisis de datos previos, otorgando valores entre 0 y 1 que sumados deben dar como resultado 1. Por lo general, los periodos más recientes tienen un mayor valor de ponderación:

$$MMP = \frac{\sum(\text{ponderación para el periodo } n)(\text{demanda en el periodo } n)}{\sum \text{ponderaciones}}$$

Además de su aparente sencillez, los métodos de media móvil (simple y ponderada), presentan algunos inconvenientes:

- Al aumentar n veces, los pronósticos son menos sensibles a los cambios.
- No es posible predecir bien la tendencia.
- Es necesario contar con una gran cantidad de datos históricos.
- El horizonte de proyección es corto.

Suavizamiento Exponencial

Este método corresponde a una técnica de media móvil ponderada, en el cual las ponderaciones disminuyen exponencialmente.

La última estimación de la demanda es igual a la estimación antigua ajustada por una fracción del error. Para ello se requiere una constante de suavizamiento (α), elegida subjetivamente y que tome valores entre 0 y 1:

- Mayor α : Pondera más la demanda o periodo reciente.
- Menor α : Le da mayor peso a las demandas anteriores.

La fórmula matemática que explica el modelo se puede representar como:

(4)

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(Y_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

F_t = Nuevo pronóstico (del periodo t)

F_{t-1} = Pronóstico anterior (del periodo t-1)

α = Constante de Suavizamiento ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Y_{t-1} = Demanda real del periodo anterior

El valor de la constante de suavizamiento indicará la estabilidad que se desea considerar en el análisis, es decir, si se desea dar mayor peso a los periodos históricos o recientes.

Al igual que la media móvil, el suavizamiento exponencial supone que la serie es plana, no posee tendencia ni estacionalidad.

Método de Holt Winters

Es un método que considera que una serie se puede descomponer en todos o algunos de los componentes explicados con anterioridad. En las series temporales que siguen una tendencia aproximadamente lineal, y además están sometidas a la incidencia del factor estacional, el método de predicción más adecuado resulta ser el método de Holt-Winter. La aplicación de este método parte de un modelo teórico que va a servir de base para la predicción y que se puede expresar de la siguiente forma (Jiménez, Gázquez, & Sánchez, 2006):

(5)

$$F_{t,t+k} = (A_t + kT_t)S_{t+k-s}$$

El método plantea tres ecuaciones de alisado para estimar estos componentes:

(6)

$$A_t = \alpha_1 \frac{D_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha_1)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

(7)

$$T_t = \alpha_2(A_t - A_{t-1}) + (1 - \alpha_2)T_{t-1}$$

(8)

$$S_t = \alpha_3 \frac{D_t}{A_t} + (1 - \alpha_3)S_{t-s}$$

Donde:

F_t = Predicción de la demanda en el periodo t para el periodo t+k

A_t = Componente de nivel en el tiempo t

T_t = Componente de tendencia en el tiempo t

S_t = Componente estacional para el tiempo t

$\alpha_{1,2,3}$ = Constantes de suavizamiento

Proyección de Tendencia

Esta técnica busca ajustar la línea de tendencia a una serie de datos de puntos históricos y proyectarla hacia el futuro. Es utilizado para realizar pronósticos de mediano y largo plazo. Una línea de tendencia corresponde a una ecuación de regresión lineal en la cual la variable independiente (X) es el periodo considerado.

La línea de tendencia puede ser encontrada utilizando la técnica de mínimos cuadrados:

(9)

$$\hat{Y} = a + bx$$

Donde:

\hat{Y} = Valor pronosticado

a = Ordenada al origen

b = Pendiente de la línea

x = Periodo (por ejemplo, $X= 1, 2, 3, \dots, n$)

Método de Descomposición

Consiste en aislar los factores lineales de tendencia y estacionales para desarrollar pronósticos más precisos. Está construido sobre la filosofía de que un patrón de ventas históricas, puede descomponerse en cuatro categorías (tendencia, estacionalidad, ciclo y variaciones aleatorias). El análisis clásico de series de tiempo combina cada tipo de la variación de ventas de la siguiente forma:

(10)

$$F = T \cdot S \cdot C \cdot R$$

Donde:

F = Pronóstico de demanda (unidades o \$)

T = Nivel de tendencia

S = Índice de estacionalidad

C = Índice Cíclico

R = Índice residual

Generalmente, este modelo se reduce sólo a componentes de tendencia y estacionalidad. Según Ballou, esto ocurre porque “un modelo bien especificado posee un valor de índice residual (R) de 1.0 y esto no afecta al pronóstico, y porque resulta difícil en muchos casos descomponer la variación cíclica a partir de la variación aleatoria. Tratar el índice cíclico (C) como igual a 1.0 no es tan grave como inicialmente podría parecer, porque el modelo se actualiza por lo regular cuando se dispone de nueva información. El efecto de la variación cíclica tiende a compensarse en el proceso de actualización”. (Ballou, 2004)

4.4.1.2 Error de Pronóstico

Pronosticar la demanda es una actividad que busca proyectar un rango dentro del cual caerá la demanda real. Dado que el futuro no es reflejado perfectamente por el pasado, en la proyección existirá cierto grado de error.

“El error en el pronóstico se refiere a lo cerca que se halla el pronóstico del nivel de demanda real. Se expresa adecuadamente de forma estadística como desviación estándar, varianza o desviación absoluta media”. (Ballou, 2004)

El error de pronóstico se define como:

(11)

$$\varepsilon_t = D_t - F_t$$

Donde:

ε_t = Error del pronóstico de demanda en el tiempo t

D_t = Demanda real del tiempo t

F_t = Pronóstico de demanda para el tiempo t

Para medir la eficiencia de predicción, existen medidas globales de error:

Error Medio Porcentual o MAPE

Con esta medida entrega el promedio de error absoluto obtenido en el pronóstico, con porcentaje de la serie original (Toral Chaigneau, 2008).

(12)

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right| \right) \times 100\%$$

Error Absoluto Medio o MAD

Hace referencia al promedio de las desviaciones absoluta de los errores del pronóstico. Permite tener una visión objetiva de lo adecuado de un pronóstico mediante la diferencia entre los valores pronosticados y los observados.

(13)

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |D_t - F_t|$$

Error Medio Cuadrático o MSE

Permite observar las medidas de la diferencia entre los valores pronosticados y los observados. Además, es útil debido a que facilita la visualización del error cometido por el tipo de modelo de pronóstico utilizado respecto a la serie evaluada (Toral Chaigneau, 2008).

(14)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2$$

4.4.2 Procedimiento para la Elaboración del Pronóstico

El tipo de pronóstico que se emplee para la planificación, va a depender de varios factores que se deben interceptar para elegir el método que mejor se adapte a los requerimientos, dado que de esta forma se podrá obtener el resultado deseado.

(Render, Stair, & Hanna, 2006) Propone un procedimiento que consiste en ocho pasos para la elaboración de un pronóstico, los cuales se muestran a continuación:

1. Seleccionar los elementos o cantidades que se quieren pronosticar.
2. Determinar el horizonte de tiempo del pronóstico: *¿Es de uno a 30 días (corto plazo), de un mes a un año (mediano plazo), o a más de un año (largo plazo)?*
3. Reunir los datos necesarios para hacer el pronóstico.
4. Seleccionar el modelo o modelos de pronóstico.
5. Validar el modelo de pronóstico.
6. Realizar el pronóstico.
7. Implementar los resultados.

La determinación de cada uno de los pasos anteriormente mencionados, está directamente relacionado con la precisión que el pronóstico tenga.

En primer lugar, es necesario determinar cuál es el objetivo que se intenta lograr mediante la aplicación de técnicas para pronosticar. Esto será de utilidad para decidir cuál modelo de pronóstico será el adecuado según los requerimientos que se intentan satisfacer.

Posteriormente, será necesario utilizar métodos de análisis de datos que permitan determinar cuáles serán los elementos en los cuales enfocarse, estableciendo el nivel de impacto sobre las decisiones que puedan ser aplicadas sobre ellos y cómo afecta los resultados. Por ello, la decisión de aplicar el pronóstico a la totalidad de los datos o sólo una porción de ellos, requiere de un previo análisis que contemple los objetivos que se pretende lograr.

Se requiere además, determinar los parámetros necesarios para un manejo adecuado de los niveles de inventario y la gestión de los recursos como, stock crítico, stock ideal, tamaño de las órdenes de reabastecimiento, punto de reorden, etc.

Capítulo 5 : Metodología

5.1 Esquema de Trabajo

A continuación, se muestra el esquema de trabajo elaborado para secuenciar los pasos a seguir y las respectivas actividades a efectuar para el alcance de los objetivos. La tabla especifica las etapas requeridas, los objetivos por cada etapa y las actividades requeridas para lograr el objetivo general para descrito en el estudio.

Etapas	Objetivos	Actividades
<i>Análisis y Mejoramiento de los Procesos</i>	1. Analizar Procesos	Aplicación de método sistemático
<i>Análisis de Datos y Formulación del Modelo de Pronóstico de Demanda</i>	2. Analizar Datos de Consumo	Limpiar y clasificar datos según rotación.
	3. Evaluación de Modelos de Pronóstico.	Revisar comportamiento de datos seleccionados y determinar patrones.
	4. Ejecutar y Validar el Modelo	Programación de modelos en herramienta estadística e iteración de datos.
	5. Propuesta del Modelo de Pronóstico	Proponer el modelo según resultados de validación.
<i>Formulación de la Propuesta Final</i>	6. Entregar Modelo y Recomendaciones	

Tabla 5.1: Esquema de Trabajo

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1 Análisis de los Procesos

5.1.1.1 Análisis de Procesos

Se lleva a cabo mediante el método sistemático, aplicando el siguiente procedimiento:

- 1. Identificar Oportunidades*
- 2. Definir el Alcance*
- 3. Documentar el Proceso*
- 4. Evaluar el Desempeño*
- 5. Rediseño del Proceso*
- 6. Implementar los Cambios*

Para efectuar este procedimiento, se emplean algunas técnicas adicionales, las que se describen a continuación:

- ***Diagramas de Flujo***

Detallan el flujo de la información, participantes, equipo y recursos a través de los distintos pasos del proceso. En este tipo de diagrama, se puede identificar las relaciones existentes y las decisiones que se deben tomar en las diferentes etapas del proceso.

- ***Tabla Descriptiva***

Se utiliza una planilla modelo, que describe cada uno de los componentes del proceso, sus responsables, entradas y salidas, objetivos, etc., logrando identificar puntos de mejora.

5.1.1.2 Mejora de Procesos

El mejoramiento de los procesos está sujeto a las necesidades identificadas mediante su análisis, el que a su vez estará determinado por las debilidades que se puedan identificar

en cada uno de los procesos estudiados. Es decir, que en el caso de ser necesario, se debe hacer un rediseño de los procesos identificados.

5.1.2 Análisis de Datos

5.1.2.1 Análisis de Datos de Consumo

Se debe efectuar un análisis exhaustivo del comportamiento de los datos en el periodo a estudiar, para identificar aquellos productos que generan mayor impacto en el consumo. Esto se realiza mediante una selección y limpieza de los datos según diversos criterios, y la aplicación del análisis de Pareto.

5.1.2.2 Evaluación y Propuesta del Modelo de Pronóstico de Demanda

Se deben evaluar las alternativas de modelos existentes según el resultado arrojado por el análisis de datos, de manera de seleccionar el que mejor se ajuste al comportamiento de éstos.

5.1.2.3 Ejecutar el Modelo

Esta actividad consiste en introducir los datos seleccionados en un software estadístico para generar el pronóstico con los parámetros del modelo evaluado y seleccionado anteriormente.

5.1.2.4 Validación del Modelo

Consiste en verificar que el resultado arrojado por el modelo, es el más óptimo. Esto se puede efectuar realizando iteraciones que arrojen resultados que posteriormente puedan ser comparados con la información real.

5.1.3 Formulación de la Propuesta Final

Una vez realizados todos los pasos lógicos anteriores, es que se presenta la propuesta del modelo de planificación de abastecimiento para la respectiva evaluación por parte de la clínica.

Capítulo 6 : Aplicación de la Metodología

La unidad de Farmacia de CLL, para cumplir con su principal objetivo de suministrar medicamentos a cada uno de los servicios, debe considerar otras actividades que son requeridas para lograrlo. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se esquematizan las labores de las cuales se responsabiliza esta unidad.

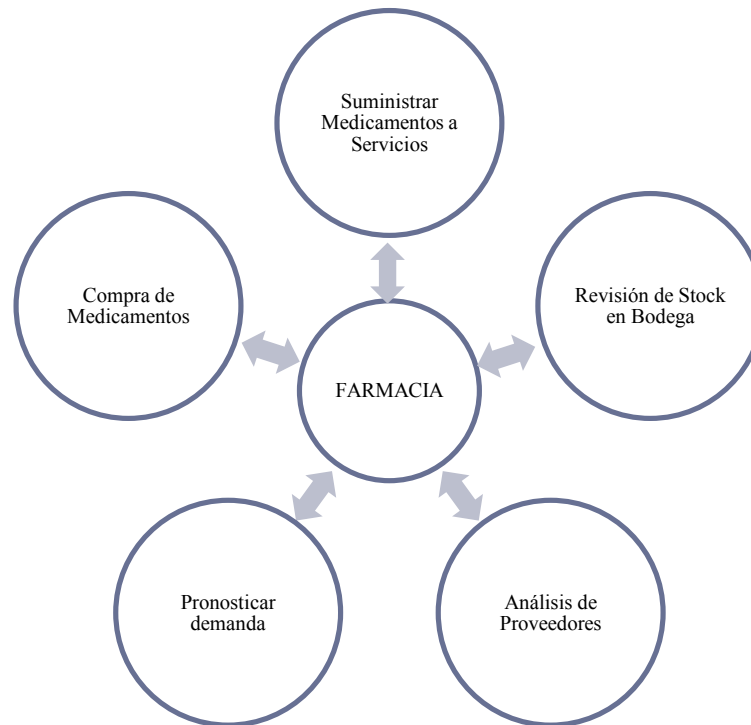


Figura 6.1: Procesos de Farmacia

Fuente: Elaboración Propia

6.1 Análisis de los Procesos

En esta etapa se levanta cada uno de los procesos llevados a cabo en la farmacia, los cuales se describen mediante una tabla que da a conocer el objetivo que persigue el proceso, el responsable de éste, los actores y las actividades que debe desarrollar cada uno de ellos. Además se podrá visualizar, mediante diagramas de flujo, el proceso de forma más dinámica y específica, para evaluar las pérdidas de información o recursos en cada una de las actividades desarrolladas.

6.1.1 Preparación de Pedidos (Picking)

Nombre del Proceso	Picking
Dueño del Proceso	Farmacia
Objetivos del Proceso	Atender las solicitudes enviadas desde los servicios de forma inmediata, indicando las cantidades que serán despachadas en los horarios establecidos. Respetar protocolos de acción para mejorar la calidad de servicio.
Entradas del Proceso	Solicitudes de medicamentos
Salidas del Proceso	Despacho de medicamentos
Eventualidades	Se puede no contar con el stock suficiente para atender la solicitud de medicamentos.
Indicadores	Cantidad de solicitudes atendidas satisfactoriamente en relación al total de solicitudes recepcionadas.
Integrantes	Enfermera Jefa del Servicio Químico Farmacéutico Técnicos Paramédicos Estafeta

Tabla 6.1: Preparación de Pedidos

Fuente: Elaboración Propia

6.1.1.1 Descripción del Proceso

El proceso de preparación de pedidos tiene como fin satisfacer los requerimientos de los servicios de asistencia de la clínica, mediante el cumplimiento total o parcial de las solicitudes de medicamentos.

La preparación de pedidos se divide en dos procesos, los cuales están determinados por el fármaco requerido en los diferentes servicios de la clínica. Éstos pueden ser fármacos del arsenal de farmacia o bien, medicamentos que son solicitados a contra receta, es decir, la solicitud recepcionada por farmacia contiene medicamentos que no se encuentran en el almacén y deben ser comprados a proveedores de forma extraordinaria.

La ejecución de este proceso consta de varias actividades que son requeridas para llevarlo a cabo de forma efectiva:

Recepción de Solicitudes: Esta es la actividad que da inicio al proceso de preparación de pedido. Está a cargo de un técnico paramédico, el cual tiene como objetivos recepcionar, responder e imprimir la hoja de solicitud de medicamentos enviada por cada uno de los servicios.

Preparación de Pedidos: Actividad ejecutada por un técnico paramédico, el cual debe encargarse de chequear los recursos que son solicitados por cada servicio y retirarlos de la localización establecida que tiene cada medicamento, para preparar el pedido.

Revisión de Pedidos: Está a cargo de un químico farmacéutico, el que debe chequear que cada uno de los medicamentos del pedido correspondan a los que han sido solicitados por el servicio, su dosis y fecha de vencimiento.

Despacho de Pedidos: Una vez revisado el pedido, éste es entregado al estafeta junto con la solicitud enviada, el cual tiene como objetivo entregar cada uno de los pedidos a los servicios correspondientes.

6.1.1.2 Diagramas de Flujo (Pedidos Normales y especiales)

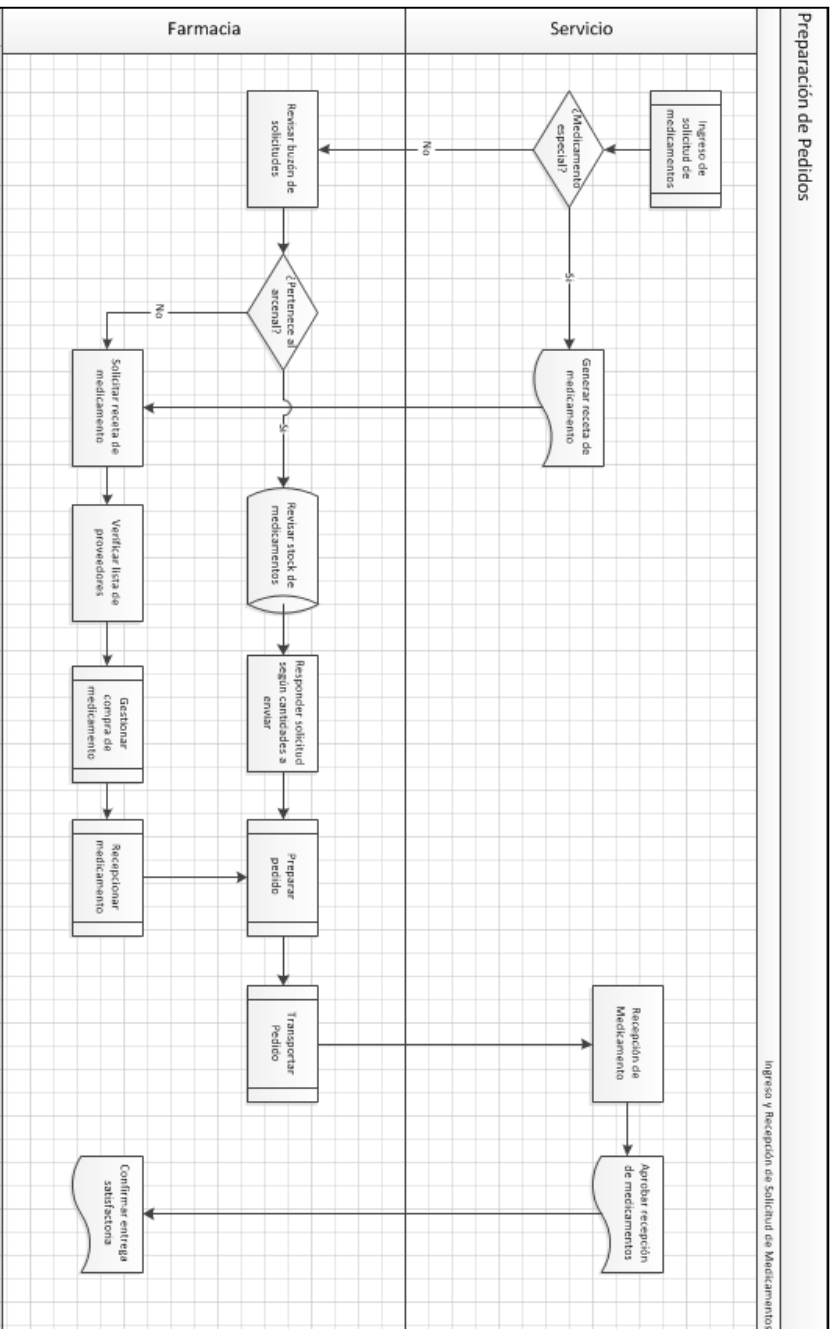


Figura 6.2: Diagrama de Flujo Preparación de Pedidos (1)

Fuente: Elaboración Propia

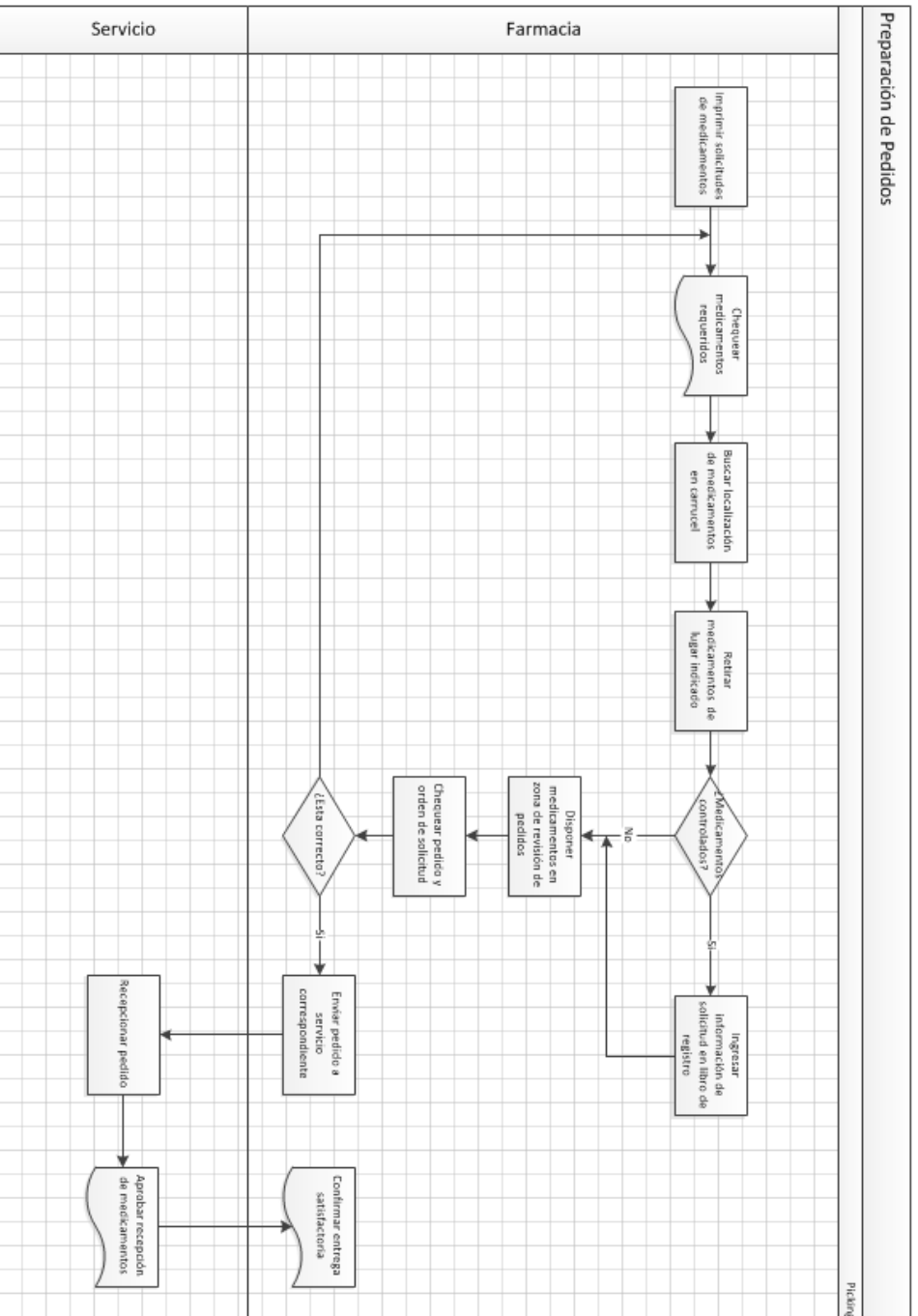


Figura 6.3: Diagrama de Flujo Preparación de Pedidos (2)

Fuente: Elaboración Propia

6.1.2 Solicitud de Compra de Medicamentos

Nombre del Proceso	Solicitud de Compra
Dueño del Proceso	Farmacia
Objetivos del Proceso	Efectuar solicitud de compra de medicamentos que presentan un bajo nivel de stock. Evitar quiebres de stock en medicamentos del arsenal de farmacia, para contar con los recursos que sean requeridos en cada servicio.
Entradas del Proceso	Orden de compra de Medicamentos
Salidas del Proceso	Recepción de documento de compra
Eventualidades	Los proveedores pueden no contar con el stock total o parcial para responder la solicitud de compra. El jefe del área de abastecimiento puede realizar cambios en las cantidades de medicamentos solicitados.
Indicadores	Cantidad de solicitudes atendidas satisfactoriamente en relación al total de solicitudes recepcionadas.
Integrantes	Jefe de Abastecimiento Químico Farmacéutico Técnicos Paramédico

Tabla 6.2: Solicitud de Compra

Fuente: Elaboración Propia

6.1.2.1 Descripción del Proceso

La compra de medicamentos para la bodega de farmacia, busca contar con el stock necesario para poder satisfacer los requerimientos de cada uno de los servicios de la clínica.

En Clínica Las Lilas, el proceso de compra se realiza cada quince días, y deben efectuarse las siguientes actividades para concretarlo:

Revisión de Stock: Esta actividad es realizada por dos medios. Primeramente, los técnicos paramédicos informan al Químico Farmacéutico jefe del servicio, según el informe de inventario realizado semanalmente, los posibles quiebres de stock que se puedan presentar. También, el jefe de farmacia genera un programa de compra a través del sistema, el cual indica las cantidades que deben ser compradas de cada medicamento en base al consumo de periodos anteriores.

Solicitud de Compra: El jefe de farmacia, una vez analizado el stock, completa una solicitud de medicamentos en el sistema “*myfarmacia*”, en el cuál debe ingresar el nombre, cantidad, y proveedor del medicamento a comprar. Una vez ingresado el listado de medicamentos, el jefe de farmacia, a través del sistema, debe hacer envío de la solicitud al jefe de abastecimiento.

Revisión de Orden de Compra: El proceso de solicitud de compra finaliza con la revisión de las órdenes de compra de medicamentos, las que son chequeadas en el sistema por el Químico Farmacéutico jefe de farmacia. Éste debe revisar que los medicamentos y las cantidades solicitadas, coincidan con las órdenes de compra emitidas por el jefe de abastecimiento.

6.1.2.2 Diagramas de Flujo

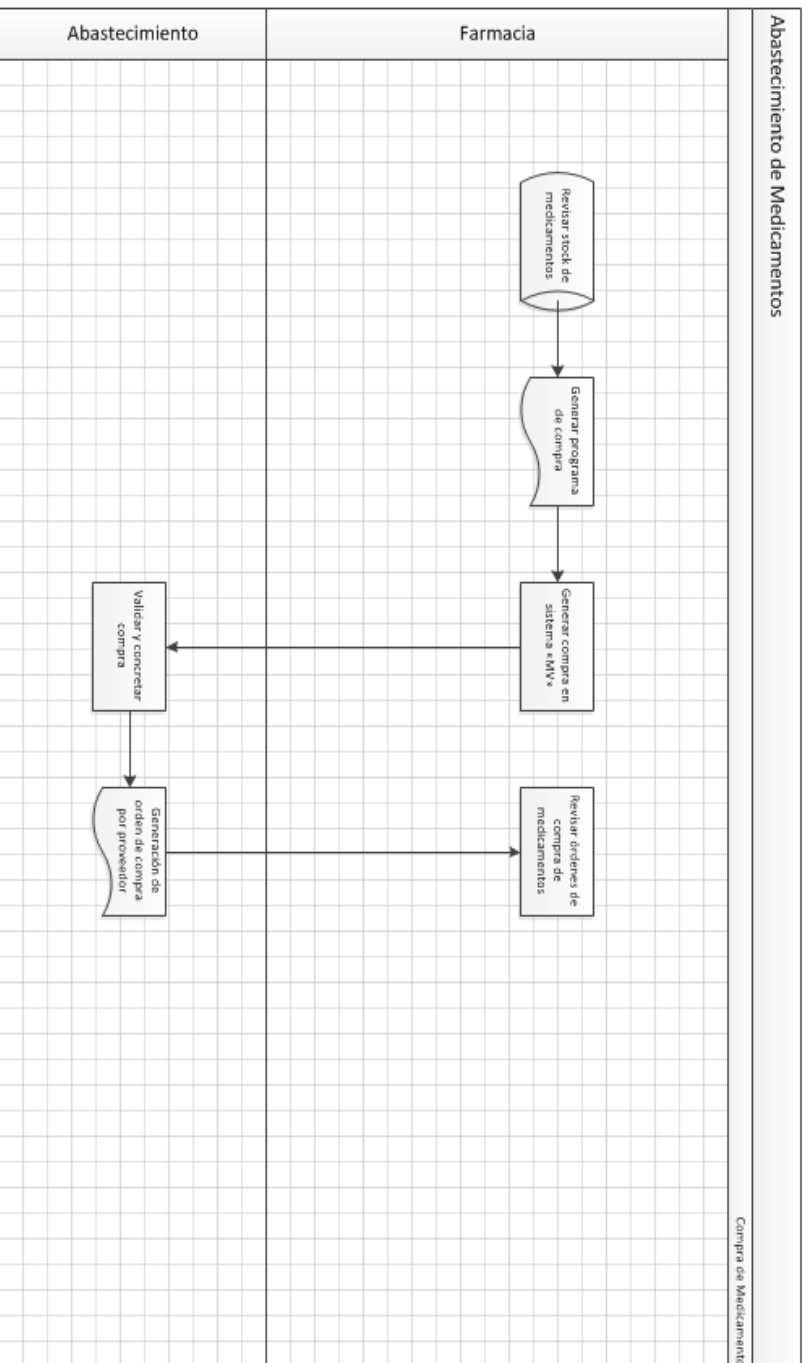


Figura 6.4: Diagrama de Flujo Abastecimiento de Medicamentos

Fuente: Elaboración Propia

6.1.3 Recepción de Mercadería

Nombre del Proceso	Recepción de Medicamentos
Dueño del Proceso	Farmacia
Objetivos del Proceso	Recibir y chequear que los medicamentos que llegan a la clínica para reabastecer la bodega de farmacia.
Entradas del Proceso	Documento Comercial y Mercadería
Salidas del Proceso	Creación de Orden de Compra
Eventualidades	Falta de concordancia entre la solicitud de compra, el documento comercial y la mercadería recepcionada.
Indicadores	Cantidad de medicamentos solicitados en relación a los que realmente son recepcionados en farmacia.
Integrantes	Químico Farmacéutico Técnicos Paramédico

Tabla 6.3: Recepción de Mercadería

Fuente: Elaboración Propia

6.1.3.1 Descripción del Proceso

El proceso de recepción de mercadería es realizado por un Técnico Paramédico o por un Químico Farmacéutico de turno a la hora de la llegada de los medicamentos. Cualquiera sea el que reciba la mercadería, debe realizar los siguientes pasos:

Revisión de Documento Comercial: Se debe verificar que los medicamentos que detalla el documento correspondan, en primera instancia, con los medicamentos solicitados. También se debe verificar que la caducidad del lote de medicamentos entregados, tenga un plazo prudente para evitar mermas por vencimiento.

Conteo de Medicamentos: El encargado de recepcionar la mercadería, debe verificar que las cantidades detalladas en el documento comercial, correspondan a las

cantidades recibidas. Con esta actividad, el receptor tiene la facultad de firmar el documento comercial, aceptando que está conforme con el despacho de mercadería.

Ingreso de Orden de Compra: Con el documento comercial validado, el Químico Farmacéutico de turno, debe ingresar al sistema “*Cliniwin*” para crear una orden de compra con los medicamentos que han sido recepcionados. Este procedimiento tiene como fin, modificar el stock de medicamentos con los que se cuenta en la bodega de farmacia para responder los requerimientos de cada servicio.

6.1.3.2 Diagramas de Flujo

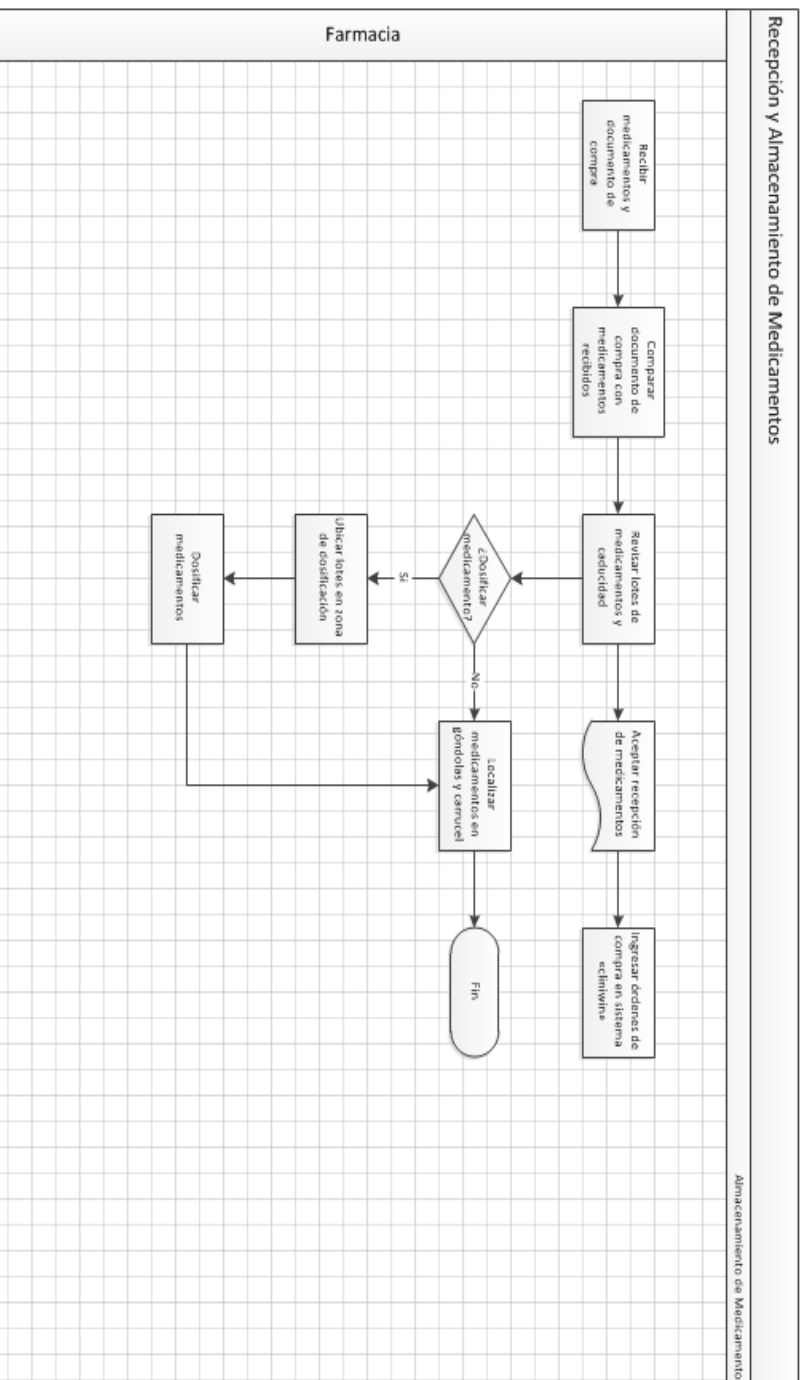


Figura 6.5: Diagrama de Flujo Recepción y Almacenamiento de Medicamentos

Fuente: Elaboración Propia

6.1.4 Conclusiones Análisis de los Procesos

Una vez levantados los procesos realizados por la unidad de farmacia de CLL, se ha concluido que éstos funcionan de manera eficiente y no han presentado inconvenientes, por lo que no se deben efectuar mejoras a éstos, a excepción del método utilizado en el proceso de abastecimiento, el cual presenta problemas al momento de proyectar la demanda futura para efectuar el pedido.

6.2 Análisis de Datos

Para los alcances de esta memoria, se ha seleccionado un grupo de productos que se encuentra en dominio y administración de la unidad de farmacia, la cual es la fuente abastecedora de las otras unidades de la clínica. Así, se excluyen del análisis otros artículos como, insumos clínicos, alimentos especiales o nutricionales, etc. Decisión que se basa en la gran importancia y criticidad que posee este tipo de artículos en la entrega del servicio otorgado por el establecimiento.

Los datos utilizados para el análisis fueron obtenidos del sistema *cliniwin*, empleado para contar con información real, histórica o actual, en el momento requerido.

6.2.1 Análisis de Datos de Consumo

El trabajo de datos inicia al momento de recuperar información de los medicamentos consumidos por los diferentes servicios clínicos durante un periodo de tiempo de 24 meses entre los años 2012 al 2014.

Durante la primera etapa del análisis, se obtuvieron 1.235 tipos de medicamentos, los que muestran la cantidad consumida por pacientes en el periodo estudiado. Dentro de este primer estudio, se puede identificar que un 10% de los datos recopilados, correspondientes a 123 artículos de la base, se encuentran inactivos, es decir, que ya no son

requeridos y/o utilizados por los médicos de la clínica. Estos antecedentes se muestran en la Tabla 6.4 que hace referencia a la vigencia de medicamentos.

Vigencia	Medicamentos
INACTIVO	123
ACTIVO	1112
Total general	1235

Tabla 6.4: Vigencia de Medicamentos

Fuente: Elaboración Propia

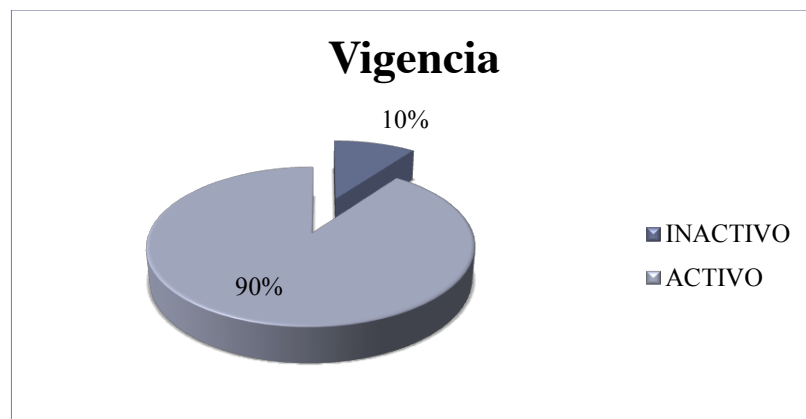


Figura 6.6: Vigencia de Medicamentos

Fuente: Elaboración Propia

Efectuada esta primera clasificación, los datos activos que se mantienen corresponden a un total de 1.112 medicamentos.

6.2.1.1 Clasificación de los Medicamentos

La Clínica mantiene actualmente 1.112 medicamentos activos, los cuales se clasifican según diferentes criterios, siendo uno de ellos el tipo de manejo que se les otorga. Este manejo está estipulado de acuerdo al tipo de medicamento, y si éste requiere mantener

un stock determinado en farmacia. Esta información se clarifica con la Tabla 6.5 y la Figura 2.1, que muestran cómo son clasificados los medicamentos.

Clasificación	Medicamentos
ARSENAL	613
CONTRARECETA	396
ONCOLÓGICO	103
Total general	1112

Tabla 6.5: Clasificación de Medicamentos

Fuente: Elaboración Propia

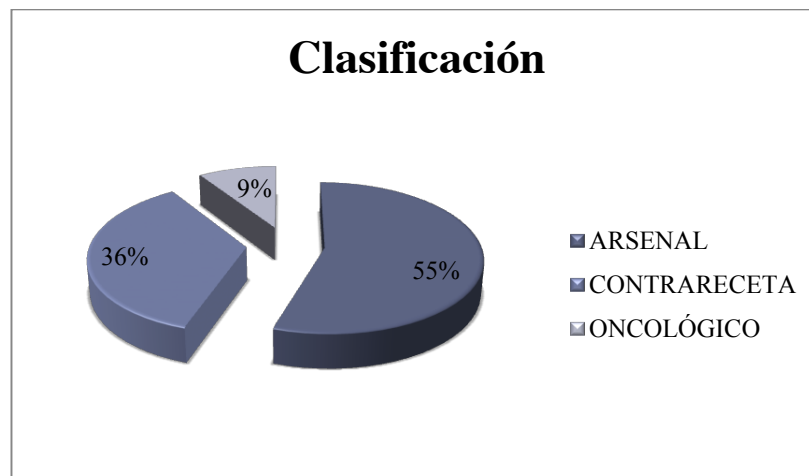


Figura 6.7: Clasificación de Medicamentos

Fuente: Elaboración Propia

Arsenal de Medicamentos

Son todos aquellos incluidos en el catálogo de medicamentos que se deben mantener en stock para su consumo. Estos medicamentos conciernen a aquellos que se utilizan constantemente en la clínica, y que son almacenados en la bodega de farmacia, por lo que poseen una frecuencia de compra de al menos dos veces en el mes dependiendo de su rotación.

Medicamentos a Contrareceta

Los nombrados medicamentos a contrareceta, corresponden a aquellos para los cuales no se mantiene stock en bodega, ya que no se consideran críticos, y cuyo requerimiento se realiza mediante solicitud enviada por el servicio tratante a farmacia, la que va acompañada por una receta firmada por el médico responsable. El medicamento a contrareceta es adquirido a través de una compra especial realizada por el encargado de farmacia, y es recepcionado de acuerdo al tipo de medicamento. El lead time para este tipo de pedidos se considera cero, ya que la solicitud de este tipo de medicamentos contempla un plazo de entrega previamente definido.

Tratamiento Oncológico

La siguiente clasificación corresponde a aquellos medicamentos empleados en tratamientos oncológicos, y cuya adquisición es similar al de los medicamentos a contrareceta. Sin embargo, dado a que su elaboración requiere de un procedimiento especial, éstos deben ser preparados con las dosis de los componentes adecuados (especificados en la receta) para cada paciente en tratamiento, y adquiridos por medio de la compra a una empresa externa. Esto se debe a que la clínica no cuenta con una unidad de oncología para efectuar la preparación de este tipo de medicamentos.

La administración de estos medicamentos se programa según lo indicado por el médico tratante, quien coordina directamente con farmacia cuándo deben encontrarse disponibles para efectuar el tratamiento. Según esto, se asume que el lead time de estos fármacos es cero, ya que la solicitud es enviada con anticipación y debe ser respondida en la fecha acordada entre los actores de este proceso.

Dado que el manejo de los medicamentos Contrareceta y Oncológicos no generan mayor problemática en términos del nivel de servicio (lead time = 0), no se hace necesaria la generación de una proyección de demanda, ya que éstos no requieren mantener un stock en la unidad de farmacia, como lo son los medicamentos clasificados como parte del arsenal.

6.2.2 Selección de Medicamentos

Los medicamentos pertenecientes al Arsenal además son clasificados en diferentes grupos terapéuticos de acuerdo a su aplicación, tal como se muestra en la Tabla 6.6.

GRUPO TERAPÉUTICO
ANESTESIA Y GASES MEDICINALES
MEDICAMENTOS CARDIOVASCULARES
PREPARADOS MAGISTRALES
ANTIINFECIOSOS
ANTICONVULSIVANTES Y ANTIEPILÉPTICOS
MEDICAMENTOS PSICOTERAPÉUTICOS
MEDICAMENTOS QUE ACTÚAN EN APARATO DIGESTIVO
SOLUCIONES PARENTERALES, ELECTROLITOS Y SOLVENTES
HORMONAS, MEDICAMENTOS ENDOCRINOS Y ANTICONCEPTIVOS
ANTIPARKINSONIANOS
ANALGÉSICOS Y ANTIINFLAMATORIOS
VITAMINAS , SUPLEMENTOS NUTRICIONALES Y OTROS NUTRIENTES
DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS
MEDICAMENTOS QUE ACTÚAN EN APARATO RESPIRATORIO
TRATAMIENTO DE TRASTORNOS SANGUÍNEOS
ANTÍDOTOS Y TRATAMIENTO DE INTOXICACIONES
PRODUCTOS SANGUÍNEOS Y SUCEDÁNEOS DEL PLASMA
ANTIALÉRGICOS Y TRATAMIENTO DE LA ANAFILAXIA
PRODUCTOS FARMACÉUTICOS DE USO DIAGNÓSTICO
PRODUCTOS DERMATOLÓGICOS
ONCOLÓGICOS Y TERAPIAS RELACIONADAS
DIURÉTICOS
MEDICAMENTOS OFTALMOLÓGICOS
MEDICAMENTOS DE USO EN OBSTETRICIA
INSUMOS CLÍNICOS
VACUNAS E INMUNOGLOBULINAS
MEDICAMENTOS UROLÓGICOS

Tabla 6.6: Grupos Terapéuticos

Fuente: Elaboración Propia

Cada grupo puede estar dirigido a diferentes servicios, como también pueden ser de uso exclusivo, como por ejemplo los medicamentos de uso en obstetricia que están dirigidos específicamente al servicio de Gineco-obstetricia.

Junto con los encargados de farmacia se decidió identificar el grupo terapéutico de mayor relevancia en cuanto a la aplicación y transversalidad de éste, siendo elegido el grupo de “Soluciones parenterales, electrolitos y solventes” debido a que su aplicación abarca a todos los servicios clínicos del establecimiento y su importancia radica en la disponibilidad que debe poseer la Farmacia para el cumplimiento de todas las solicitudes. De esta manera se aplica el primer filtro, quedando 49 medicamentos de 613 contenidos en el Arsenal.

Un segundo filtro es aplicado a los medicamentos seleccionados en el punto anterior y corresponde a la permanencia de éstos en el periodo de análisis. Es así como se identificaron medicamentos que poseían una cantidad significativa de meses sin consumo dentro del periodo total, lo cual genera importantes desviaciones al momento de generar pronósticos. Dado esto, se establecieron las siguientes restricciones considerando la muestra de 24 meses, donde se busca excluir todos aquellos medicamentos que poseen una historia irregular no correspondiente a su demanda o aquellos en que su consumo ha declinado en el último año y han sido sustituidos por otros medicamentos. También se consideran aquellos medicamentos que se están integrando recientemente debido a que su historia es insuficiente para generar pronóstico.

El filtro de permanencia posee las siguientes restricciones que fueron aplicadas.

Restricción
> 14 periodos totales sin consumo
> 3 periodos sin consumo los últimos 12 meses
> 4 periodos sin consumo los últimos 6 meses

Tabla 6.7: Restricción de permanencia

Fuente: Elaboración Propia

Tras la aplicación del segundo filtro, la muestra se reduce a 41 medicamentos, los que finalmente se someten a un análisis de Pareto de acuerdo al consumo total que tuvieron en el periodo de análisis.

De acuerdo a Pareto, un total de diez medicamentos representan 86% del consumo considerados como los elementos triviales para el análisis, mientras que los 31 restantes pasan a ser considerados poco vitales siendo descartados para la aplicación del modelo de pronóstico.

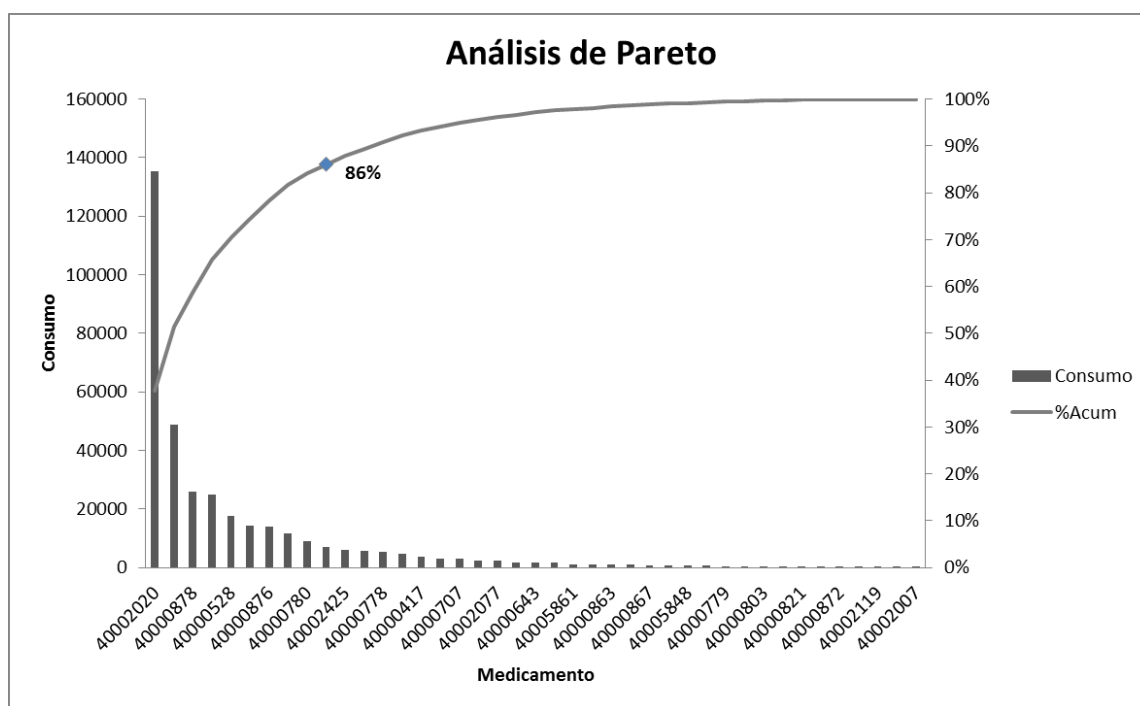


Figura 6.8: Análisis de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

Los diez medicamentos seleccionados corresponden a un 2% de los medicamentos contenidos en el Arsenal, los que a su vez, generan un 26% del consumo total de éste. En la Tabla 6.8, se puede visualizar los códigos y los nombres de los medicamentos seleccionados.

Código	Descripción
40000484	POTASIO CLORURO 10% AMP. 10ML
40000521	CLORURO SODIO 10% AMP. 20 ML
40000528	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 250ML VIAF.
40000780	AGUA DEST. 500 ML MAT.
40000876	SUERO GLUCOSALINO ISOT. 1000ML VIAF.
40000878	SUERO RINGER LACTATO 500ML VIAF.
40002020	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 20ML. AMP.
40002147	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 1000ML. VIAF.
40002189	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 100ML VIAF.
40002221	SUERO FISIOLÓGICO 0,9% 500 ML VIAF.

Tabla 6.8: Medicamentos Seleccionados

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente tabla resume los filtros aplicados para la selección de datos que se considerarán en el análisis para el pronóstico de demanda y el porcentaje que representa su consumo respecto del arsenal como también la cantidad de ítems de cada grupo.

	Arsenal	Importancia	Permanencia	Pareto	Participación
		Filtro1	Filtro2	Filtro3	Arsenal
Grupos	27	1	1	1	4%
Medicamentos	613	49	41	10	2%
Consumo	1173171	375653	358724	308951	26%

Tabla 6.9: Filtros Selección de Datos

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2.1 Corrección de Desviaciones

En el análisis de los datos seleccionados se identificaron desviaciones importantes en algunos puntos de la muestra para algunos de los medicamentos, los que son llamados “*Outliers*”. Estas desviaciones fueron corregidas de tal manera que al aplicar los métodos

de pronósticos sobre éstos, no sean considerados como patrones en el comportamiento de la demanda.

Fueron tres medicamentos para los que se identificó Outliers y que fueron reemplazados por el promedio de los meses previos y posteriores ubicados en el mismo tramo para el segundo año que comprende la muestra.

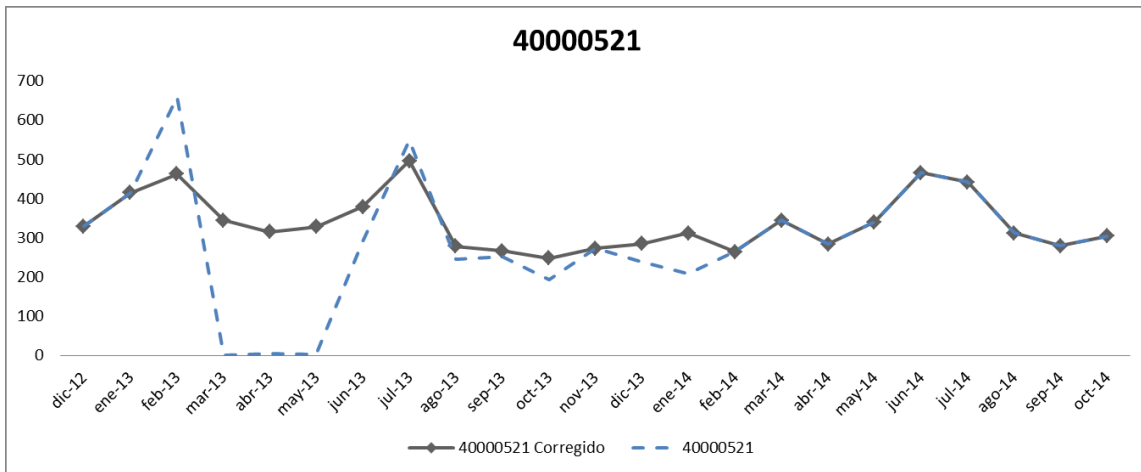


Figura 6.9: Corrección Medicamento 40000521

Fuente: Elaboración Propia

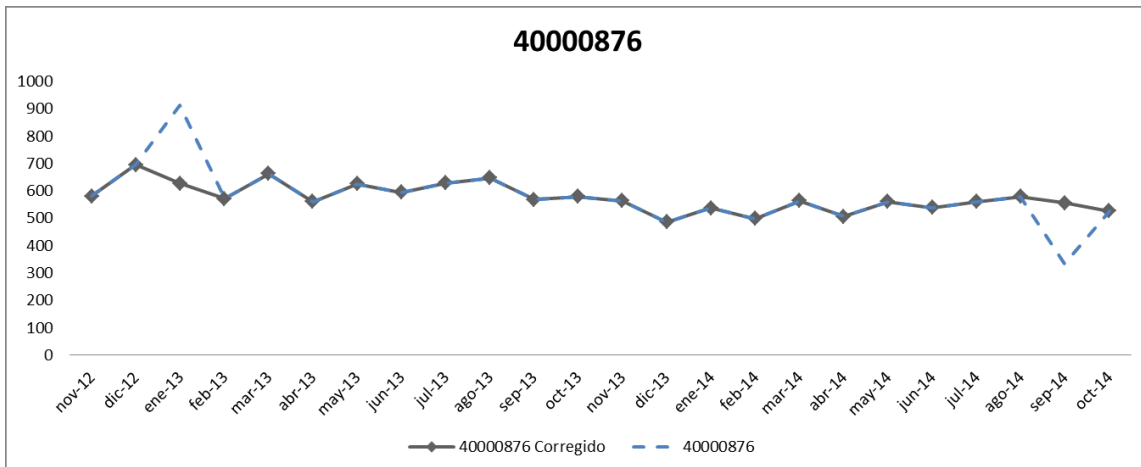


Figura 6.10: Corrección Medicamento 40000876

Fuente: Elaboración Propia

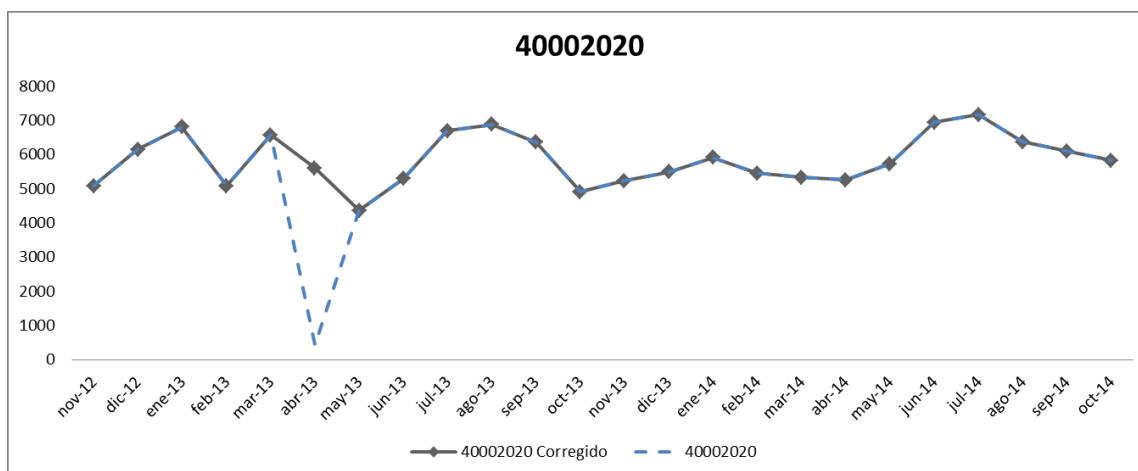


Figura 6.11: Corrección Medicamento 40002020

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2.2 Nivel de Servicio

A través de la corrección de los outliers, es posible obtener el nivel de servicio de la Farmacia a las solicitudes de los diferentes servicios, el cual se calcula al cuantificar las solicitudes no atendidas por quiebre de inventario.

En la siguiente tabla, es posible apreciar el nivel de servicio y porcentaje de quiebres durante el periodo analizado, identificando aquellos medicamentos que han mantenido un faltante significativo porcentualmente como en unidades.

Código	Descripción Medicamento	Cantidad Ordenada	Cantidad Entregada	Faltante	Nivel de Servicio	Quiebres
40000484	POTASIO CLORURO 10% AMP. 10ML	25058	25058	0	100%	0%
40000521	CLORURO SODIO 10% AMP. 20 ML	8087	6901	1186	85%	15%
40000528	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 250ML VIAF.	17478	17478	0	100%	0%
40000780	AGUA DEST. 500 ML MAT.	9145	9145	0	100%	0%
40000876	SUERO GLUCOSALINO ISOT. 1000ML VIAF.	13800	13800	0	100%	0%
40000878	SUERO RINGER LACTATO 500ML VIAF.	26018	26018	0	100%	0%
40002020	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 20ML. AMP.	140643	135476	5167	96%	4%
40002147	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 1000ML. VIAF.	11740	11740	0	100%	0%
40002189	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 100ML VIAF.	48870	48870	0	100%	0%
40002221	SUERO FISIOLÓGICO 0,9% 500 ML VIAF.	14402	14402	0	100%	0%
		315241	308951	6290	98%	2%

Tabla 6.10: Nivel de Servicio y Quiebres Sueros

Fuente: Elaboración Propia

6.2.3 Conclusiones Análisis de Datos

En la información proporcionada por el establecimiento acerca de los medicamentos que administra la farmacia es que fueron identificados diferentes grupos de acuerdo al manejo y procedimiento con el que se genera la compra y posteriormente se entrega al servicio clínico solicitante. De estos grupos solo se consideró los medicamentos contenidos en el Arsenal, siendo los únicos para los que se cuenta con una planificación y se requiere de un método para proyectar su demanda. A su vez, se evaluaron las diferentes

clasificaciones dentro de este grupo, acordando junto a la Farmacia, la selección del grupo terapéutico de mayor relevancia en cuanto al número de clientes (Servicios clínicos) que atiende. Finalmente se aplicó un análisis de Pareto para seleccionar solo los elementos triviales, quedando un total de 10 medicamentos.

Una vez seleccionados los datos, fue necesaria la revisión y eliminación de Outliers para no ser considerados como patrones en la demanda y sean replicados, pues no son representaciones del comportamiento de la demanda.

6.2.4 Evaluación del Modelo de Pronóstico de Demanda

Debido a que los productos seleccionados corresponden a una serie de datos históricos ordenados según intervalos de tiempo equivalentes, es que se ha considerado evaluar aquellos tipos de pronóstico correspondientes a series de tiempo.

A continuación se testearán varios modelos correspondientes a serie de tiempo con lo que se busca determinar el modelo que arroje el mejor resultado para los diferentes medicamentos analizados.

Las pruebas se realizan a través del software estadístico MINITAB, en el cual se ingresan los datos de consumo de cada producto, y los parámetros requeridos que se muestran en la siguiente tabla:

Parámetro	Información
<i>Variable</i>	Código del Producto
<i>Longitud Estacional</i>	Anual (12 Meses)
<i>Tipo de Método</i>	Aditivo o Multiplicativo
<i>Ponderaciones</i>	$\alpha; \beta; \gamma$ Recomendado por MINITAB (0.2)
<i>Generar Pronósticos</i>	Número de pronósticos deseados (24)

Tabla 6.11: Parámetros MINITAB

Fuente: Elaboración Propia

El parámetro correspondiente al tipo de método aplicado por el modelo, indica que el resultado de los pronósticos depende de la multiplicación o adición de los factores de tendencia, estacionalidad y ciclo de la serie de datos analizada.

En cuanto a las ponderaciones, éstas indican el valor que se le entrega a los datos de la serie, en donde un α , β ó γ más cercano a cero, otorga mayor valor a los datos menos recientes. Por el contrario, los valores de estas constantes más cercanos a uno, otorga mayor valor a los datos recientes.

Cuando la información está completa, se puede ejecutar el modelo en el sistema. Éste entrega, además de los pronósticos, un gráfico en el que se puede visualizar la demanda real, los ajustes y la demanda proyectada, los límites superior e inferior del nivel de confianza del pronóstico, equivalente a un 95%.

6.2.4.1 **Media Móvil**

Debido a que este modelo se encuentra enfocado principalmente para estudios en que la demanda es relativamente estable en el tiempo, considerando una tendencia ausente o muy escasa, por lo que al procesar los datos en el software, el pronóstico obtenido corresponde a una media plana. No considera estacionalidades.

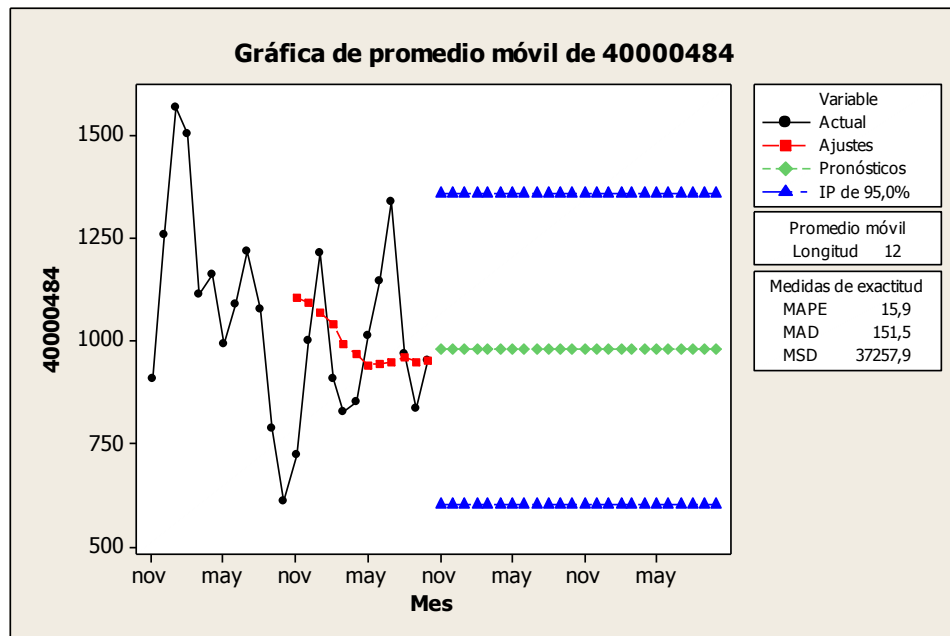


Figura 6.12: Análisis Media Móvil

Fuente: MINITAB

La Figura 6.12 presenta el comportamiento del consumo del medicamento 40000484 según el modelo de pronóstico Media Móvil. La gráfica arrojada por el software MINITAB, indica que el comportamiento del consumo para este medicamento es muy variable y, según la metodología de este modelo, el valor para la proyección de 24 meses, corresponde a la media de los datos históricos analizados equivalente a 981,583 unidades, lo que se representa gráficamente en la Figura 6.13 como una línea recta en color rojo. Los límites superior e inferior del intervalo de confianza para este medicamento, es de 378 unidades equivalentes además, a un tercio del valor del pronóstico calculado. Finalmente, el error medio porcentual para este medicamento, corresponde a un 15,9%, el cual está dentro de un rango aceptable para los modelos de pronósticos.

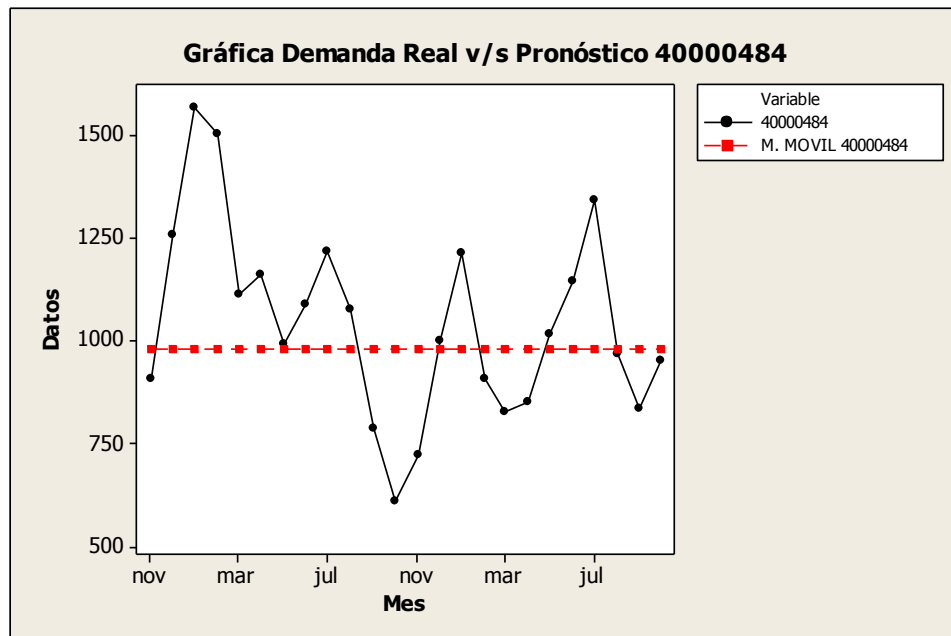


Figura 6.13: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Media Móvil

Fuente: MINITAB

La siguiente tabla, muestra los errores MAPE, MAD Y MSD arrojados por MINITAB en el modelo de pronóstico Media Móvil para los medicamentos seleccionados.

MODELO	ERROR	40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002020	40002221
MEDIA MÓVIL	MAPE	15,90%	16,02%	10%	18,08%	7,84%	10,40%	14,06%	6,90%	7,00%	11,90%
	MAD	151,5	54,53	85,2	56,44	40,54	105,2	71,67	134,3	459	60,81
	MSD	37257,9	4748,13	12171	4589,09	2889,42	16397,4	7898,42	30047,9	366728	6148,16

Tabla 6.12: Errores para Madia Móvil

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

6.2.4.2 Análisis de Tendencia

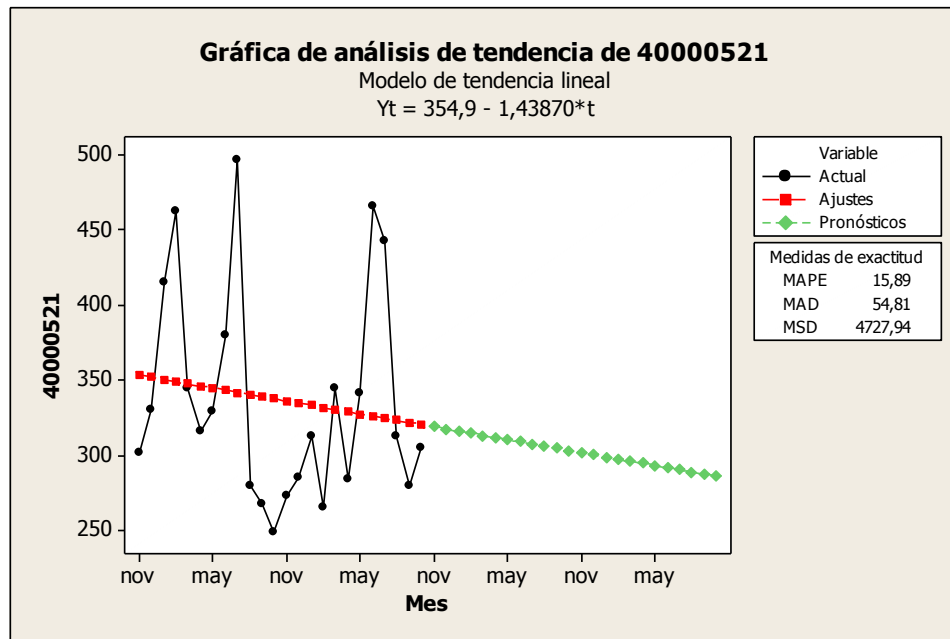


Figura 6.14: Análisis de Tendencia

Fuente: MINITAB

El gráfico de la Figura 6.14, muestra la variación de los datos en el consumo del medicamento 40000521, y la decreciente tendencia presente en el periodo estudiado. Este análisis entrega la ecuación que define la relación entre la variable dependiente y la

independiente y, además entrega los errores del pronóstico para cada producto analizado, que para este medicamento en particular, corresponde a un 15,89%.

La siguiente gráfica, muestra la superposición de la demanda real versus el pronóstico para 24 meses generado por el modelo análisis de tendencia, y en la Tabla 6.13, se muestran los respectivos errores para este método.

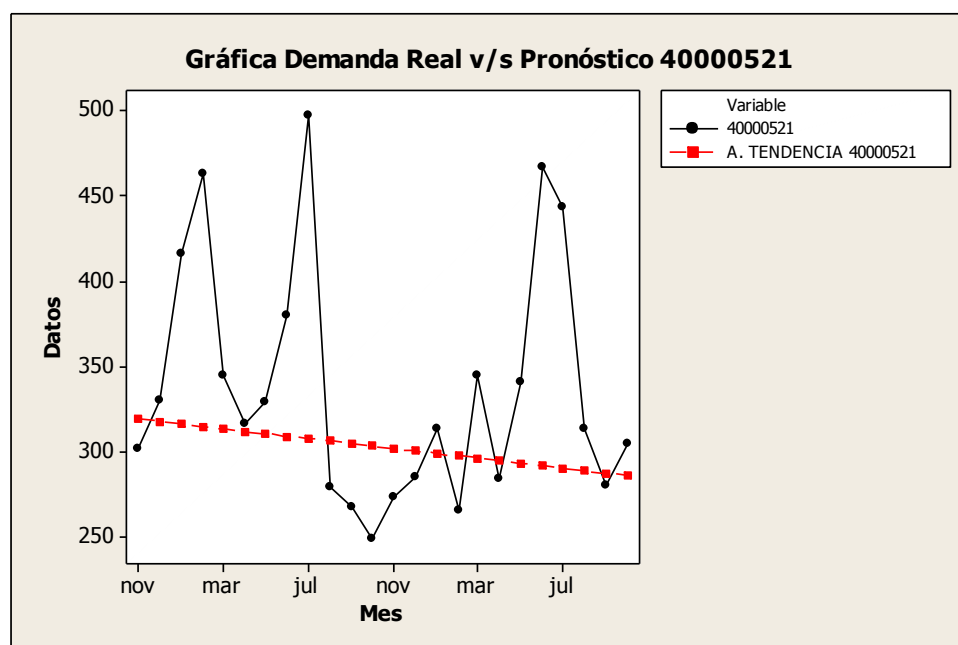


Figura 6.15: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Análisis de Tendencia

Fuente: MINITAB

MODELO	ERROR	40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002020	40002221
Análisis Tendencia	MAPE	16,70%	15,89%	8,74%	16,22%	5,55%	9,10%	12,14%	8%	11%	8,91%
	MAD	162	54,81	63,07	56,95	31,7	95,1	57,71	165,9	620	51,85
	MSD	44877,9	4727,94	6171,69	4617,8	1546,26	13442,6	4876,55	50553,4	514321	4062,68

Tabla 6.13: Errores para Análisis de Tendencia

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

6.2.4.3 Suavizamiento Exponencial Simple

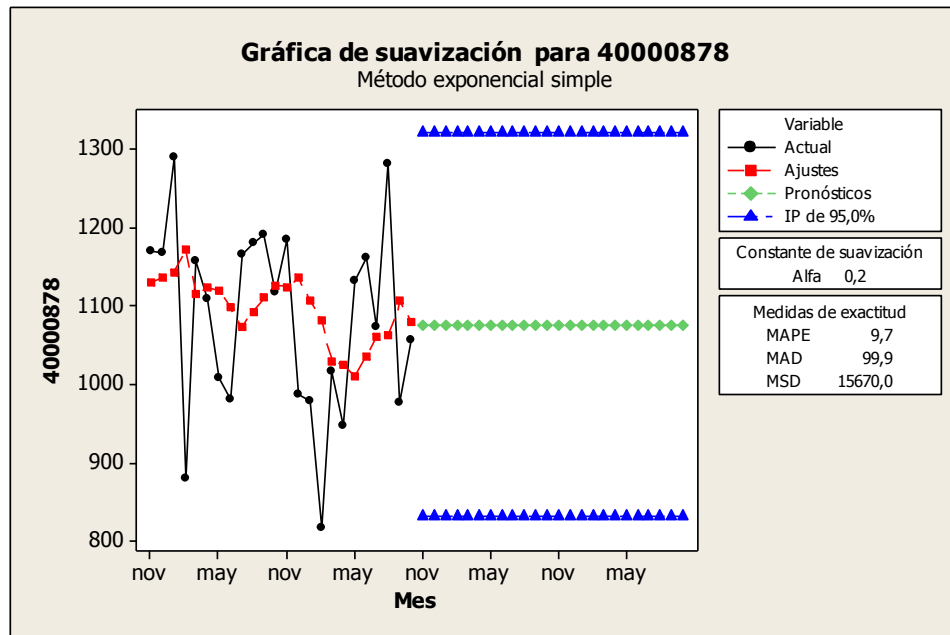


Figura 6.16: Análisis Suavizamiento Exponencial Simple

Fuente: MINITAB

Como el método de suavizamiento exponencial simple, corresponde al tipo de modelos de Media Móvil Ponderada, pronostica empleando una constante de suavizamiento que, para este caso, es de 0,2.

A pesar de que el error MAPE arrojado por este tipo de modelo es de 9,7%, éste no considera los factores de tendencia y estacionalidad que se pueden observar claramente en la Figura 6.16, caso por el cual también el pronóstico tiene un valor fijo para los periodos pronosticados.

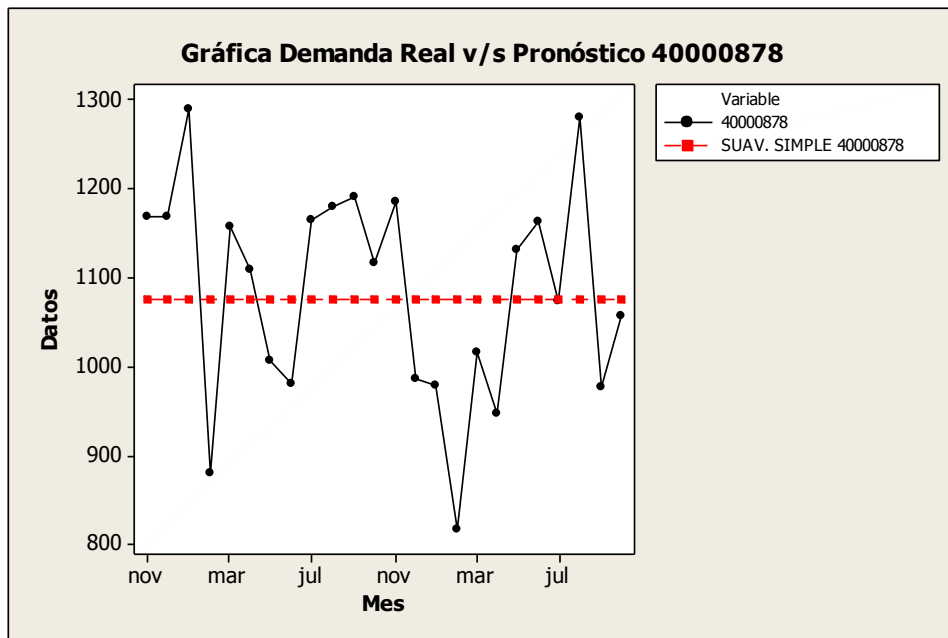


Figura 6.17: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Suav. Exponencial Simple

Fuente: MINITAB

MODELO	ERROR	40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002020	40002221
Suavizado Simple	MAPE	20,20%	18,43%	9,93%	19,20%	6,46%	9,70%	11,82%	9,40%	11,00%	11,02%
	MAD	193,4	62,32	72,66	64,03	36,33	99,9	57,76	187,8	644	61,07
	MSD	51877	5343,17	7375,5	5929,48	2013,75	15670	5403,38	58519,8	604637	6252,4

Tabla 6.14: Errores para Suavizamiento Exponencial Simple

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

6.2.4.4 Suavizamiento Exponencial Doble

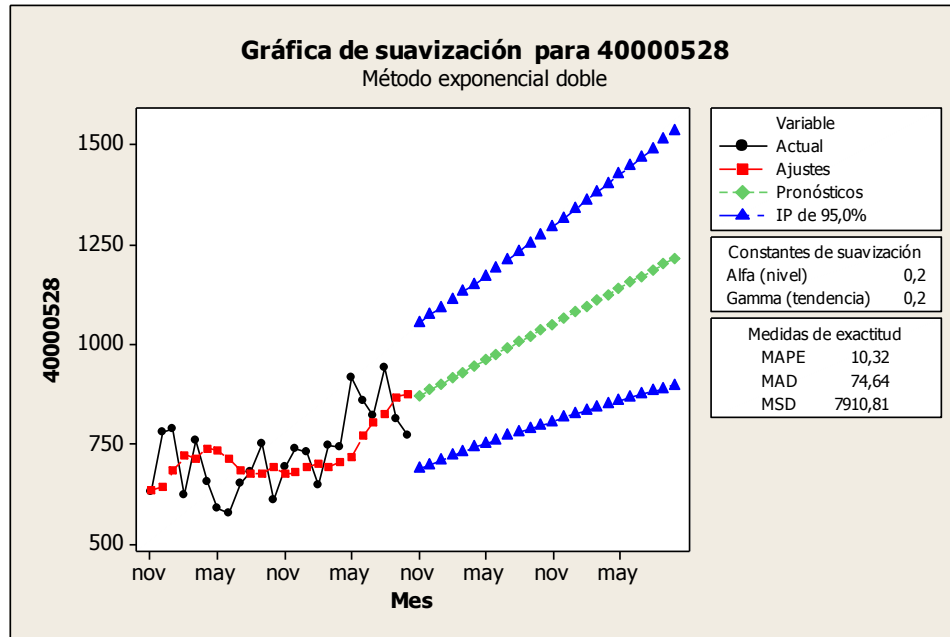


Figura 6.18: Análisis Suav. Exponencial Doble

Fuente: MINITAB

Al igual que el tipo de modelo anterior, éste efectúa un suavizado de los datos analizados, pero considera una constante adicional para incorporar la tendencia inserta en la serie. Esta nueva constante tiene el mismo valor que la anterior, pues se le está otorgando mayor valor a los datos menos recientes. Finalmente, el error del pronóstico para este medicamento, corresponde a 10,32% para este modelo en particular.

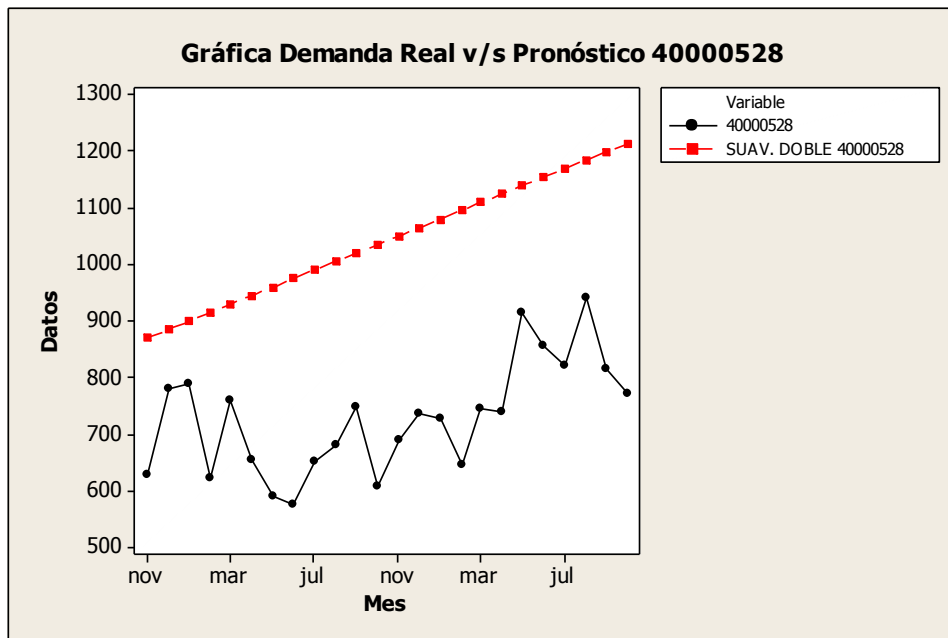


Figura 6.19: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Suav. Exponencial Doble

Fuente: MINITAB

MODELO	ERROR	40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002020	40002221
Suavizado Doble	MAPE	19,40%	18,94%	10,32%	18,52%	6,75%	10,20%	12,85%	10,20%	12,00%	9,78%
	MAD	197,1	65,28	74,64	65,06	38,64	106,7	62,8	201,8	682	56,98
	MSD	58468,4	6264,1	7910,81	6097,51	2005,88	17522,2	6479,21	66734	667856	5114,13

Tabla 6.15: Errores para Suavizamiento Exponencial Doble

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

6.2.4.5 Modelo Holt Winters

Aditivo

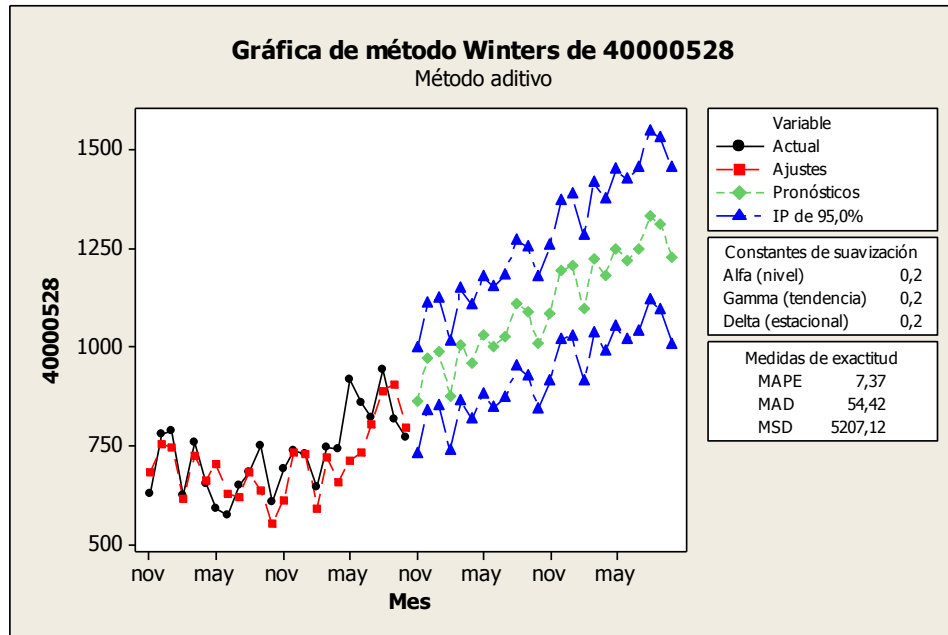


Figura 6.20: Análisis Holt Winters Aditivo

Fuente: MINITAB

Este modelo incorpora a su análisis el componente estacional, por lo que puede ser más asertivo en el pronóstico. El que ocupe el método aditivo, indica que el factor estacional no varía conforme aumenta o disminuye el valor de la serie analizada, y para este medicamento en especial, el error generado bajo estas condicionantes corresponde al 7,37%.

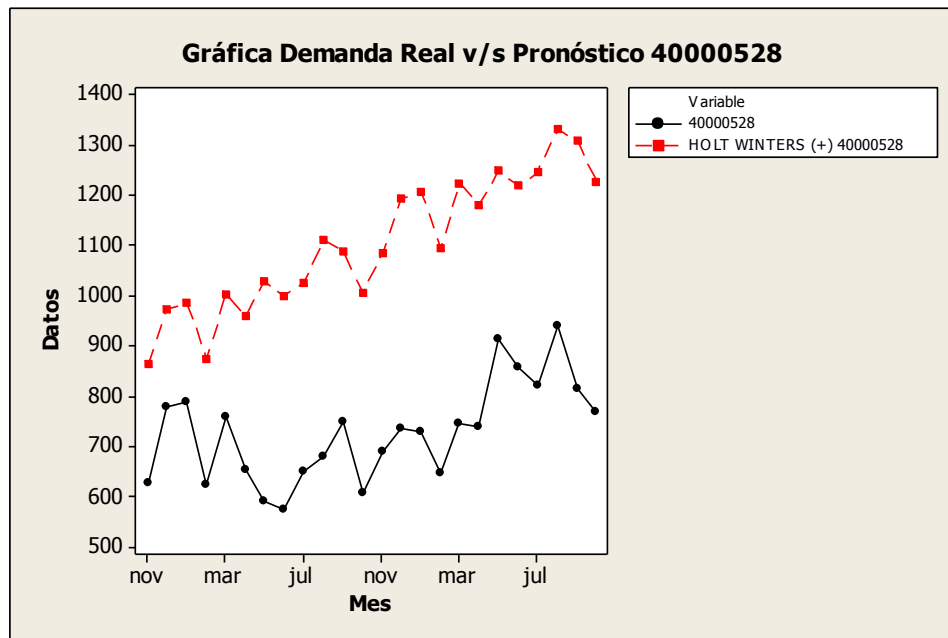


Figura 6.21: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Holt Winters Aditivo

Fuente: MINITAB

MODELO	ERROR	40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002020	40002221
Holt Winter (+)	MAPE	11,30%	9,79%	7,73%	11,34%	3,83%	6,54%	7,94%	6,70%	8,00%	7,44%
	MAD	112	33,81	54,42	42,62	21,513	70,33	39,1	130,4	435	43,17
	MSD	17789,1	1712,2	5207,12	3246,84	976,911	8213,38	2803,1	24351,2	283636	3069,04

Tabla 6.16: Errores para Holt Winters Aditivo

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

Multiplicativo

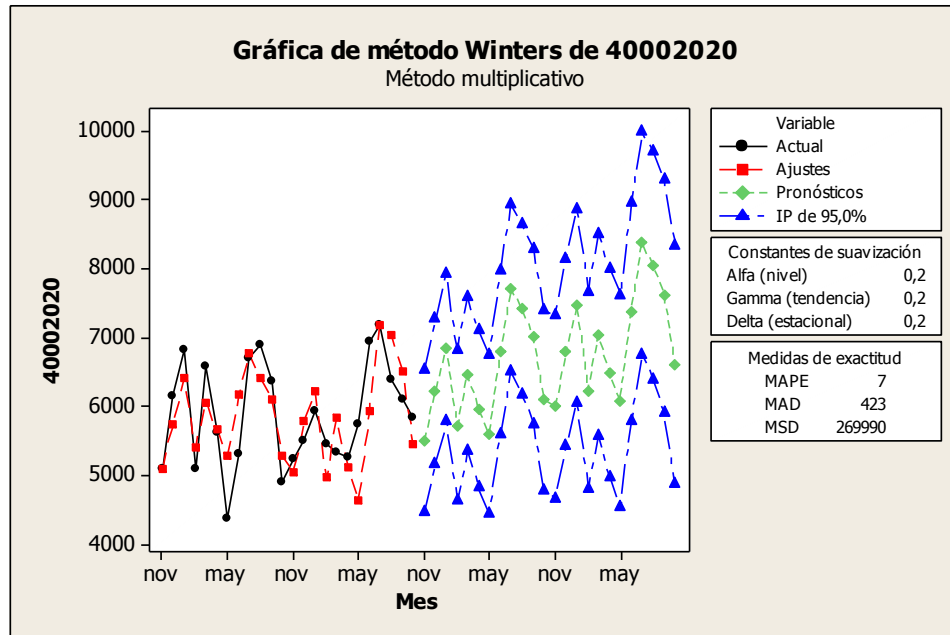


Figura 6.22: Análisis Holt Winters Multiplicativo

Fuente: MINITAB

Al igual que el análisis anterior, éste incorpora el componente estacional pero lo hace a través del método multiplicativo, el cual varía según se incrementa el valor de la serie estudiada.

Este medicamento presenta gran consumo y variabilidad a través del tiempo. Se emplean las constantes α , β y γ con un valor de 0,2 lo que genera un pronóstico con un error equivalente a un 7%, el cual equivale a un buen grado de asertividad.

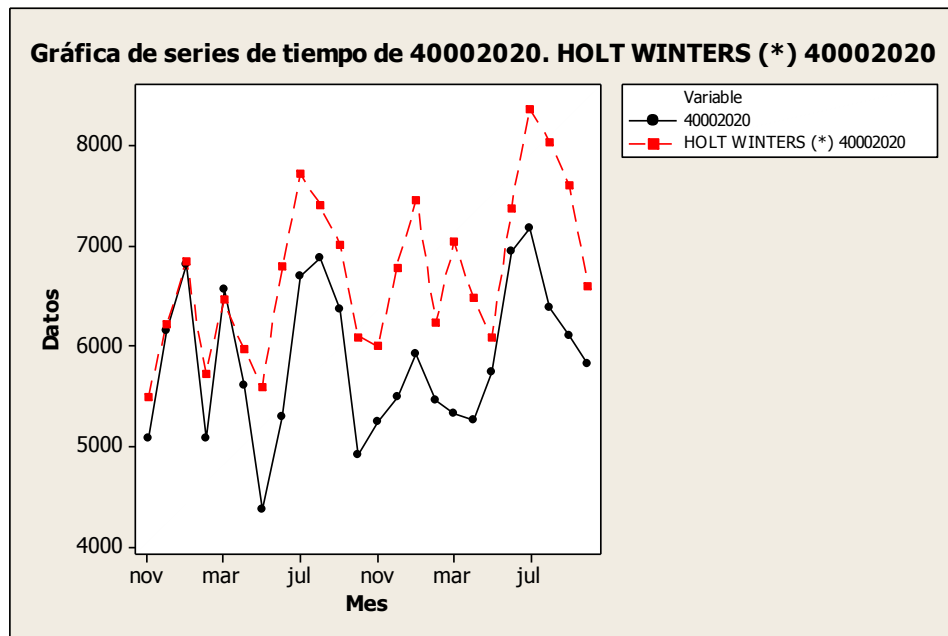


Figura 6.23: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Holt Winters Multiplicativo

Fuente: MINITAB

MODELO	ERROR	40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002020	40002221
Holt Winter (*)	MAPE	10,70%	8,96%	7,82%	12,24%	3,88%	6,37%	8,37%	6,40%	7,00%	8,11%
	MAD	110	31,38	57,41	46,28	21,5	69,11	40,96	126,3	423	47,86
	MSD	18095,6	1642,37	5655,61	3655,83	1102,44	8138,85	2976,82	22267,2	269990	3575,49

Tabla 6.17: Errores para Holt Winters Multiplicativo

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

6.2.4.6 Método de Descomposición

Aditivo

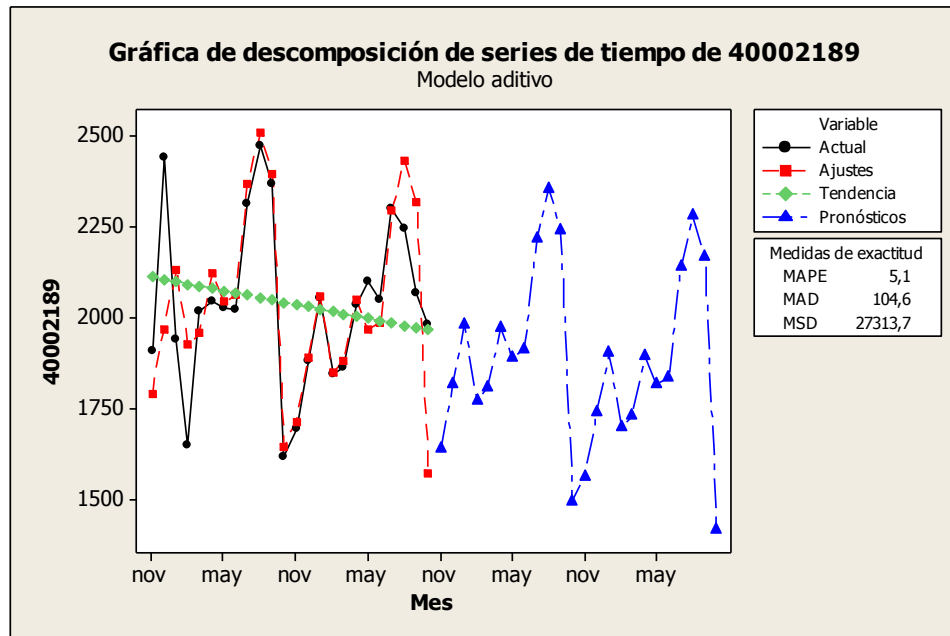


Figura 6.24: Análisis Descomposición Aditivo

Fuente: MINITAB

A diferencia de los modelos evaluados anteriormente, el modelo de descomposición incorpora el componente cíclico que presenta una serie de tiempo. Al ocupar el método aditivo, se comprende que el factor estacional es constante. Dada estas condicionantes, el error de pronóstico MAPE es de un 5,1% para el producto 40002189.

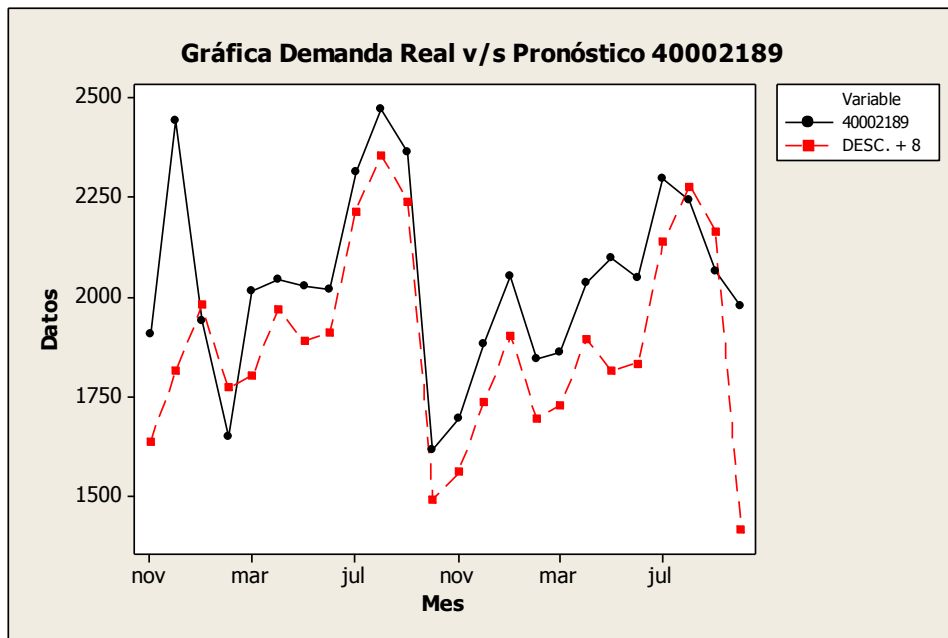


Figura 6.25: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Descomposición Aditiva

Fuente: MINITAB

MODELO	ERROR	40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002020	40002221
Descomp. (+)	MAPE	11,50%	9,44%	8,60%	10,41%	3,10%	6,81%	9,90%	5,10%	8,00%	9,16%
	MAD	117	33,45	64,56	36,13	18,61	76,36	48,83	104,6	469	53,83
	MSD	19727,8	2133,39	5973,46	2824,49	1036,72	9899,52	3057,69	27313,7	332848	3765,61

Tabla 6.18: Errores para Descomposición Aditiva

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

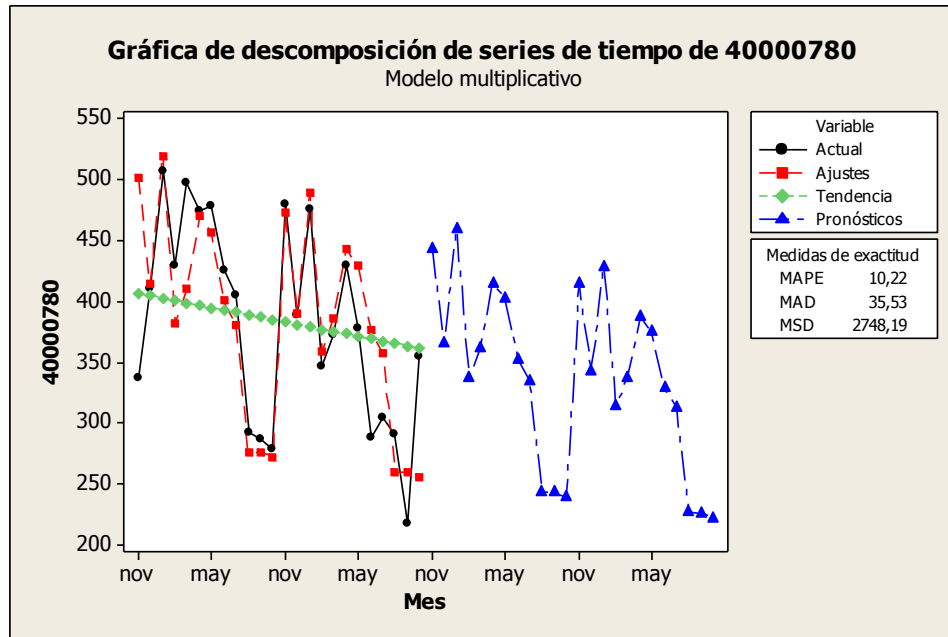
Multiplicativo

Figura 6.26: Análisis Descomposición Multiplicativo

Fuente: MINITAB

El método multiplicativo de este modelo, también incorpora el componente cíclico, la diferencia se encuentra en que, como el factor estacional depende del número de observaciones, los componentes de la serie son multiplicados. Considerando estas condicionantes y, como se observa en la Figura 6.26, los errores de este modelo son aceptables en el pronóstico.

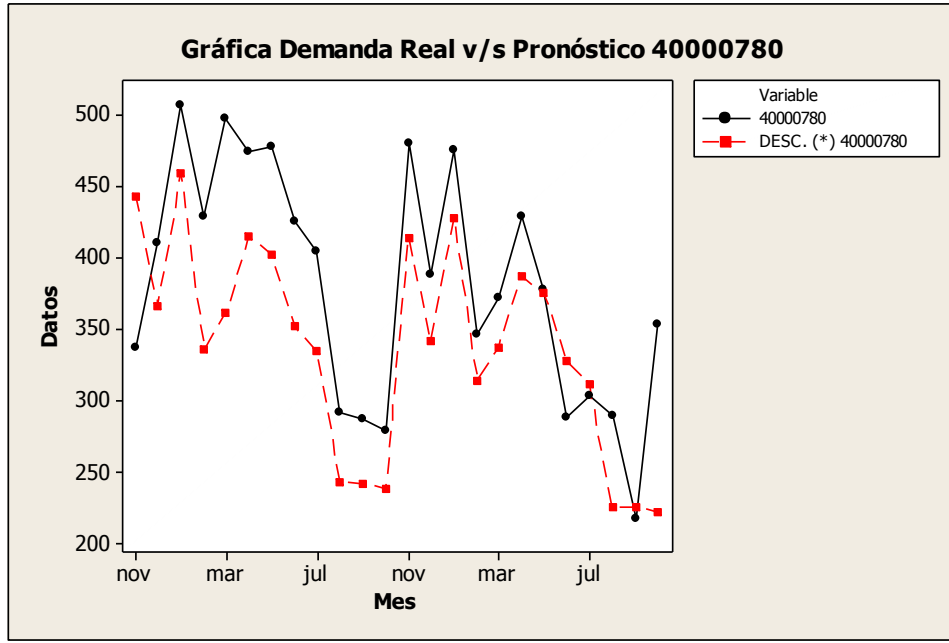


Figura 6.27: Gráfica Demanda Real v/s Pronóstico Descomposición Multiplicativa

Fuente: MINITAB

MODELO	ERROR	40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002020	40002221
Descomp. (*)	MAPE	11,00%	9,64%	8,89%	10,22%	3,21%	7,10%	10,31%	5,40%	8,00%	9,19%
	MAD	112,9	34,46	67,1	35,53	19,25	79,6	51,03	110,4	490	54,62
	MSD	19718,1	2205,26	6684,4	2748,19	1140,23	10311,2	3228,65	27457,3	357879	3834,94

Tabla 6.19: Errores para Descomposición Multiplicativo

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

Para este modelo, y cada uno de los anteriormente expuestos, las tablas adjuntas a los gráficos muestran los tres tipos de errores analizados al momento de ejecutar las series de datos en el programa estadístico MINITAB.

6.2.5 Validación y Propuesta

Según las iteraciones efectuadas en la evaluación de los pronósticos, los errores que los modelos presentan para cada uno de los medicamentos analizados, se muestra en la Tabla 6.20.

MODELOS		40000484	40000521	40000528	40000780	40000876	40000878	40002147	40002189	40002220	40002221
MEDIA MOVIL	MAPE	15,90%	16,02%	10%	18,08%	7,84%	10,40%	14,06%	6,90%	7,00%	11,90%
	MAD	151,5	54,53	85,2	56,44	40,54	105,2	71,67	134,3	459	60,81
	MSD	37257,9	4748,13	12171	4589,09	2889,42	16397,4	7898,42	30047,9	366728	6148,16
ANALISIS TENDENCIA	MAPE	16,70%	15,89%	8,74%	16,22%	5,55%	9,10%	12,14%	8%	11%	8,91%
	MAD	162	54,81	63,07	56,95	31,7	95,1	57,71	165,9	620	51,85
	MSD	44877,9	4727,94	6171,69	4617,8	1546,26	13442,6	4876,55	50553,4	514321	4062,68
SUAV. SIMPLE	MAPE	20,20%	18,43%	9,93%	19,20%	6,46%	9,70%	11,82%	9,40%	11,00%	11,02%
	MAD	193,4	62,32	72,66	64,03	36,33	99,9	57,76	187,8	644	61,07
	MSD	51877	5343,17	7375,5	5929,48	2013,75	15670	5403,38	58519,8	604637	6252,4
SUAV. DOBLE	MAPE	19,40%	18,94%	10,32%	18,52%	6,75%	10,20%	12,85%	10,20%	12,00%	9,78%
	MAD	197,1	65,28	74,64	65,06	38,64	106,7	62,8	201,8	682	56,98
	MSD	58468,4	6264,1	7910,81	6097,51	2005,88	17522,2	6479,21	66734	667856	5114,13
HOLT WINTER (+)	MAPE	11,30%	9,79%	7,73%	11,34%	3,83%	6,54%	7,94%	6,70%	8,00%	7,44%
	MAD	112	33,81	54,42	42,62	21,513	70,33	39,1	130,4	435	43,17
	MSD	17789,1	1712,2	5207,12	3246,84	976,911	8213,38	2803,1	24351,2	283636	3069,04
HOLT WINTER (*)	MAPE	10,70%	8,96%	7,82%	12,24%	3,88%	6,37%	8,37%	6,40%	7,00%	8,11%
	MAD	110	31,38	57,41	46,28	21,5	69,11	40,96	126,3	423	47,86
	MSD	18095,6	1642,37	5655,61	3655,83	1102,44	8138,85	2976,82	22267,2	269990	3575,49
DESCOMP. (+)	MAPE	11,50%	9,44%	8,60%	10,41%	3,10%	6,81%	9,90%	5,10%	8,00%	9,16%
	MAD	117	33,45	64,56	36,13	18,61	76,36	48,83	104,6	469	53,83
	MSD	19727,8	2133,39	5973,46	2824,49	1036,72	9899,52	3057,69	27313,7	332848	3765,61
DESCOMP. (*)	MAPE	11,00%	9,64%	8,89%	10,22%	3,21%	7,10%	10,31%	5,40%	8,00%	9,19%
	MAD	112,9	34,46	67,1	35,53	19,25	79,6	51,03	110,4	490	54,62
	MSD	19718,1	2205,26	6684,4	2748,19	1140,23	10311,2	3228,65	27457,3	357879	3834,94

Tabla 6.20: Errores de Modelos de Pronóstico

Fuente: Elaboración Propia en base a MINITAB.

Se puede visualizar que aquellos recuadros destacados, representan el menor error de pronósticos para un medicamento determinado, donde los modelos que se reiteran son el de Holt Winters y el de Descomposición. Ambos en sus métodos aditivo y multiplicativo.

Las gráficas presentadas en el punto anterior, y los resultados arrojados por las iteraciones de los modelos, muestran que las series de datos analizadas efectivamente presentan los componentes de tendencia, estacionalidad y, para algunos casos, el componente cíclico. Estos antecedentes son concluyentes, pues indican que el o los modelos que se deben emplear para realizar una proyección de demanda para los medicamentos seleccionados, deben ser aquellos que incorporen los componentes de la serie ya mencionados.

6.3 Formulación de la Propuesta Final

El análisis efectuado en la evaluación de los pronósticos de series de tiempo, ha entregado como resultado que a la selección de medicamentos deben ser aplicados, según los antecedentes de la validación, los modelos Holt Winters y Descomposición.

Los modelos seleccionados permiten que el pronóstico que se genere para los medicamentos analizados, minimice el error en la asertividad, pues éstos presentan un comportamiento más cercano al comportamiento de la demanda real.

Capítulo 7 : Conclusión

A través del análisis y la aplicación de metodologías para la limpieza de estos datos, se pudo determinar el comportamiento de los diferentes medicamentos de acuerdo a su rotación, obteniendo como primera conclusión que los sistemas empleados por el establecimiento contienen errores en el registro de los datos o inexistencia de ellos (en algunos casos), por lo que en la limpieza de éstos se consideró la exclusión de aquellos medicamentos para que no incidan en el resultado final, pues su comportamiento no es representativo. A su vez, en la aplicación del análisis de Pareto, se pudo extraer con claridad los medicamentos que generan el mayor impacto en relación a su rotación al interior del establecimiento, cuyo comportamiento hoy se encuentra influenciado por los diferentes eventos que suceden en la planificación de compras de la farmacia, tales como quiebres de stock, sobrestock, etc.

Para efectos de esta memoria, solo se consideró la variable de rotación de los medicamentos, por lo que a pesar de haber aplicado diferentes mecanismos para la limpieza de los datos, se hace necesario considerar otras variables en el estudio ya que el comportamiento de cada uno de ellos será influenciado por diferentes factores externos, tales como, clima, tasa de accidentes, etc. Los que podrán ser considerados en otras investigaciones que consideren el comportamiento de los medicamentos en el mercado nacional.

Los modelos de pronósticos revisados en la teoría, son los que se ajustan al comportamiento de los datos analizados, pues no se debe olvidar que existen otros modelos de pronóstico que se pueden utilizar para series de datos que cumplan los requerimientos que éstos exigen.

El resultado arrojado por este estudio indica que los modelos Holt Winter y de Descomposición, son aquellos que minimizan el error del pronóstico, pues consideran las variables que estaban presentes en la serie de datos analizada. Estos modelos deben ser

aplicados en sus dos métodos, aditivo y multiplicativo, a los medicamentos seleccionados, pues en promedio, el pronóstico entregado por estos modelos presenta un error promedio equivalente a un 8%, lo que en proyección de demanda corresponde a un buen pronóstico.

El resultado se puede observar también en el mejoramiento del nivel de servicio, pues este tiene una variación positiva equivalente a un 6%. Es decir, aplicando métodos de proyección de demanda, el nivel de servicio pasa de un 15% de demanda insatisfecha, a un 9% para un determinado producto dentro de los analizados en esta memoria.

Para otras investigaciones, se recomienda realizar levantamiento acerca del manejo de inventario y la propuesta de los parámetros básicos según el modelo de lote económico debido a que la farmacia no cuenta con una planificación para estos puntos, lo que hoy dificulta su funcionamiento en términos de volumen y manejo de costos de inventario.

Se propone también el ordenamiento de los datos, para que en otras investigaciones, al considerar una muestra de datos significativa, permita el uso de técnicas más complejas y de mayor asertividad.

Bibliografía

- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro*. Mexico: Pearson Educación.
- Bravo Barrera, V. H., & Hernández González, E. R. (2010). *Diagnóstico y Propuestas de Mejoras a los Procesos de la Bodega General de la Compañía Tecno Industrial S.A.* Santiago: Universidad de Valparaíso.
- Carchi, J. C. (2008). *Desarrollo de un proceso de planificación de la demanda y la oferta en Unilimpio S.A.* Quito: Tesis.
- Chaigneau, J. M. (2008). *Política de Inventario con pronósticos de Demanda para una Empresa de Venta de Neumáticos*. Santiago: Universidad de Chile.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministro*. México: McGraw - Hill.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*. México: McGraw-Hill.
- Diez Villarreal, J. P., & Soriano Caro, M. A. (2010). *Diseño de un Modelo de Inventarios para la empresa Metso Chile Con Con*. Valparaíso: Universidad de Valparaíso.
- Godoy Navia, K. S. (2012). *Diseño de un Modelo de Control para la Línea de Envasado de la Vi;a Err[azuriz Planta Panquehue*. Valparaíso: Universidad de Valparaíso.
- Jiménez, J., Gázquez, J., & Sánchez, R. (2006). La capacidad predictiva en los métodos Box-Jenkins y Holt-Winters: una aplicación al sector turístico. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 188.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). *Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación.
- Leiva Toro, E., & González González, H. (2009). *Programación de la Producción en el proceso de Extrusión en Snaploc Chile S.A.* Valparaíso: Universidad de Valparaíso.
- Mejías Cornejo, P. A., & Villarroel Bolados, A. P. (2010). *Optimización de la Distribución y Operación de la Bodega Coca-Cola Embonor S.A.* Valparaíso: Universidad de Valparaíso.

- Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2006). *Métodos Cuantitativos para Los Negocios*. México: Pearson Educación.
- Toral Chaigneau, J. M. (2008). *Política de Inventario con Pronósticos de Demanda para una Empresa de Venta de Neumáticos*. Santiago: Universidad de Chile.
- Vargas Hillbrecht, A. (2009). *Metodología para Configurar un Slotting en un Centro de Distribución de Productos Perecibles de Consumo Masivo*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Zumelzu, V. A. (2006). *Cadena de Suministros: sus niveles e importancia*. Departamento de Inforática, Universidad Técnica Federico Santa María.

Anexos

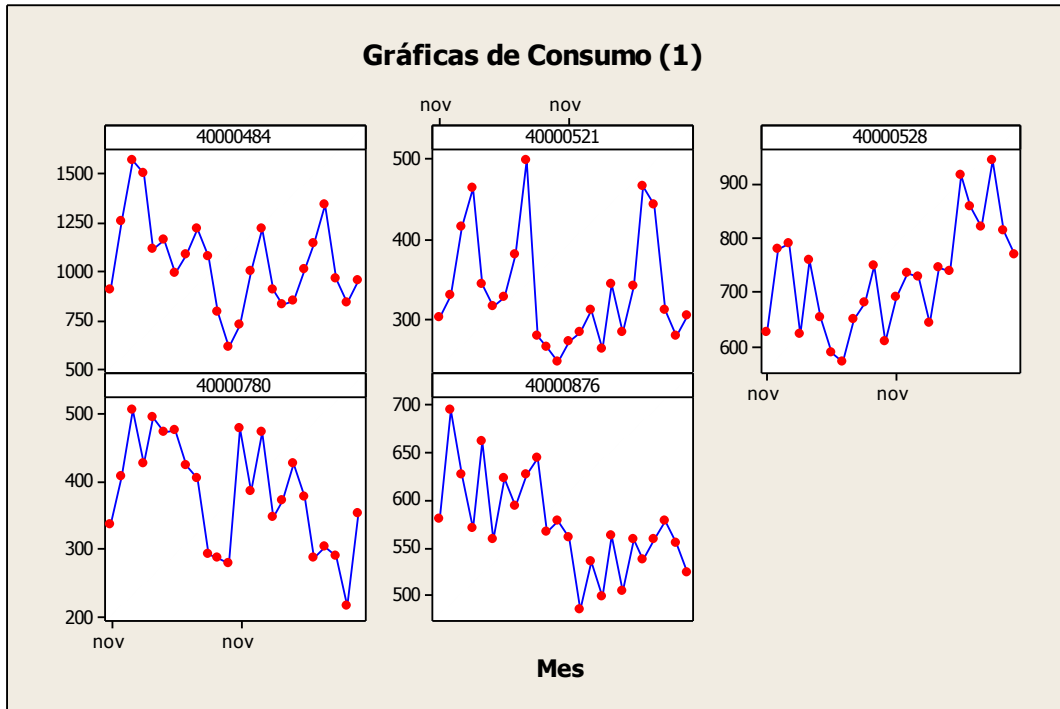
Anexo 1: Análisis de Pareto

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Total general	%Part	%Acum
40002020	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 20ML. AMP.	135476	38%	38%
40002189	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 100ML VIAF.	48870	14%	51%
40000878	SUERO RINGER LACTATO 500ML VIAF.	26018	7%	59%
40000484	POTASIO CLORURO 10% AMP. 10ML	25058	7%	66%
40000528	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 250ML VIAF.	17478	5%	70%
40002221	SUERO FISIOLÓGICO 0,9% 500 ML VIAF.	14402	4%	75%
40000876	SUERO GLUCOSALINO ISOT. 1000ML VIAF.	13863	4%	78%
40002147	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 1000ML. VIAF.	11740	3%	82%
40000780	AGUA DEST. 500 ML MAT.	9145	3%	84%
40000521	CLORURO SODIO 10% AMP. 20 ML	6901	2%	86%
40002425	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 3000ML. VIAF.	6112	2%	88%
40000823	SUERO FISIOLÓGICO 0.9% 50ML VIAF.	5670	2%	89%
40000778	AGUA BIDESTILADA 10ML AMP.	5316	1%	91%
40000877	SUERO GLUCOSALINO ISOT. 500ML VIAF.	4673	1%	92%
40000417	MAGNESIO SULFATO 25% AMP. 5ML	3676	1%	93%
40000875	SUERO GLUCOSADO 5% 1000ML VIAF.	3063	1%	94%
40000707	SUERO GLUCOSADO 5% 50ML VIAF.	2925	1%	95%
40002229	SUERO GLUCOSADO 5% 500ML VIAF.	2225	1%	96%
40002077	POTASIO CLORURO 600MG CAP.	2201	1%	96%
40002021	SUERO RINGER LACTATO 3000ML VIAF.	1848	1%	97%
40000643	VOLUVEN SUERO ALMIDON 6% 500ML	1790	0%	97%
40000804	SUERO GLUCOSADO 5% 250ML VIAF.	1556	0%	98%
40005861	PRIOSOL 2K SOLN.HEMOFILTRACION	1013	0%	98%
40000620	CALCIO GLUCONATO 10% AMP. 10ML	991	0%	98%
40000863	CALCIO CLORURO 10% AMP. 10ML.	958	0%	98%
40000822	SODIO BICARBONATO 8.4% AMP. 10ML	956	0%	99%
40000867	SUERO RINGER LACTATO 1000ML VIAF.	662	0%	99%
40000873	SUERO GLUCOSADO 10% 500ML VIAF.	591	0%	99%
40005848	VOLULYTE 6% 500ML.	558	0%	99%

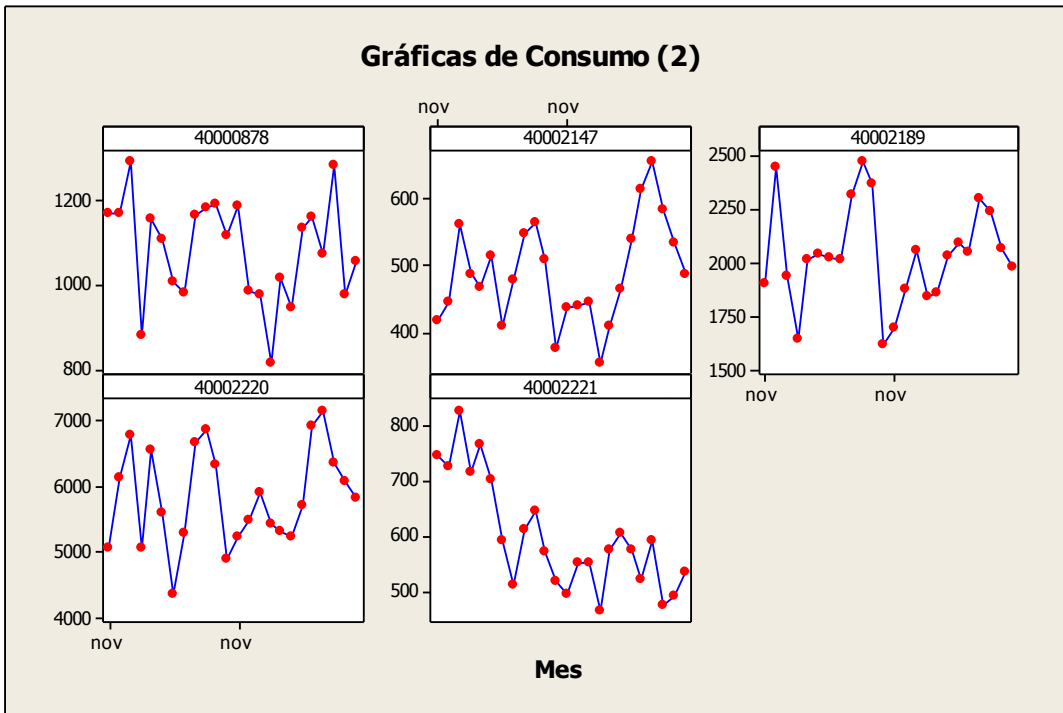
40000868	SOLUCION DE GLICINA 1.5% 3000ML P/IRRIG UROL	528	0%	99%
40000779	AGUA BIDEUTILADA 5ML AMP.	500	0%	99%
40002437	AGUA DEST. 1000ML. MAT	419	0%	100%
40000803	SUERO GLUCOSADO 30% 20ML. AMP.	388	0%	100%
40000418	SUERO MANITOL 15% 500ML	300	0%	100%
40000821	SUERO SOD. BICARB. 2/3MOLAR 250ML	239	0%	100%
40000353	POTASIO BIFOSFATO 15% AMP. 10ML	141	0%	100%
40000872	SUERO GLUCOSADO 10% 1000ML. VIAF.	139	0%	100%
40000763	SUERO SODIO BICARBONATO 1/6MOLAR 500ML	137	0%	100%
40002119	POTASIO GLUCONATO ELIXIR FCO. 180ML. (YONKA)	112	0%	100%
40002257	SUERO GLUCOSADO 20 % 500 ML	68	0%	100%
40002007	SUERO SOLN. IRRIGACION VESICAL 3.24% 3000ML VIAF.	18	0%	100%

El análisis de Pareto determinó que sólo 10 medicamentos del grupo terapéutico “Soluciones Parenterales”, genera el 80% de la rotación del total de los medicamentos.

Anexo 2: Análisis del comportamiento de la demanda.



Gráficas de Consumo (2)



Anexo 3: Ingreso de Parámetros a MINITAB

Método de Winters

Variable: '40000484' Longitud estacional: 12

Tipo de método

Multiplicativo
 Aditivo

Ponderaciones que se usarán en suavización

Nivel: 0,2
Tendencia: 0,2
Estacional: 0,2

Generar pronósticos
Número de pronósticos: 3
Iniciar desde origen: []

Selecciónar Tiempo... Opciones... Almacenamiento...
Gráficas... Resultados...

Ayuda Aceptar Cancelar

Método de Winters

Método de Winters - Tiempo

Escala de tiempo

Índice
 Calendario: Mes
 Reloj: Hora

Valor inicial: 11
Incremento: 1

Sello: []

Selecciónar Ayuda Aceptar Cancelar

Anexo 4: Reporte del Pronóstico entregado por MINITAB