



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“METODOLOGÍA DE INVENTARIOS Y PRONÓSTICOS PARA
DISTRIBUIDORES DE PRODUCTOS DE TELECOMUNICACIÓN.”**

**INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

P R E S E N T A:

YATZARET TURQUIE DE LA FUENTE

DIRECTOR:

M.I. SUSANA CASY TÉLLEZ BALLESTEROS



MÉXICO, D.F.

2015

Agradecimientos

Dedico este proyecto principalmente a mi mamá Paty de la Fuente y a mi hermana Patricia Palafox que fueron grandes pilares para culminar mis estudios, a mis amigos de vida Mariana, Isabel, Alonso y Alejandro, que me han alentado en cada momento, a todos ellos que amo con todo el corazón.

A ti también Camila, que has llegado a cambiar nuestras vidas, al igual que a mis otros tres angelitos Vale, July, Reny; que hacen que se me olvide la rutina y dibujan siempre una sonrisa en mi rostro, A ti Karla por mostrarme la fortaleza y la madurez que jamás hubiera imaginado.

A mi coach Arturo por hacer de mí una mujer exitosa, brindarme la oportunidad de conocerme a mí misma y conocer el mundo, gracias por esas charlas tan llenas de experiencias y sabiduría.

También a mi Asesora de Tesis por hacer de esta idea un proyecto y guiarme con sus conocimientos y experiencias. A mi alma mater, sí a la UNAM ¡Gracias! gracias por permitirme ser parte de ti y brindarme todas las herramientas para crecer tanto profesionalmente como personalmente. Y por último a muchos de mis profesores ya que formaron parte de mi formación, cada uno dejó una huella imborrable en mi historia.

*“Si caminas solo iras más rápido,
sí caminas acompañado
llegarás más lejos”*

Índice

	Agradecimientos	i
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos y Alcances	1
1.2	Historia de la Empresa	2
1.3	Misión, Visión.....	3
1.4	Organigrama	4
2	ANTECEDENTES.....	6
2.1	Líneas de Negocio	7
2.2	Modelo de Distribución	9
2.3	Principales entidades del proceso de distribución	11
2.4	Participación de la Empresa en el mercado de las comunicaciones.....	13
2.5	Actividades dentro de la Organización	14
2.6	Matriz de Gestión de Tiempo	15
2.7	Clasificación de las oportunidades o problemas a solucionar	16
3	MARCO TEÓRICO	17
3.1	Pronósticos.....	17
3.2	Inventario.....	23
3.3	Clasificación de los artículos	23
3.4	Método Holt-Winters (HW)	26
3.5	Control de inventarios	28
3.6	Demanda por lotes dinámicos	28
3.7	Inventario de Seguridad.....	30
4	DESARROLLO.....	31
4.1	Síntomas del sistema de Inventario actual	31
4.2	¿Qué nivel de inventario debemos mantener?	32
4.3	Aplicación del Método ABC.....	33
4.4	Análisis de los experimentos de las series de tiempo.....	38
4.5	Aplicación del Modelo Holt-Winters.....	40
4.6	Control de Inventario para artículos A y B.....	43
4.7	Inventario de Seguridad.....	46
5	RESULTADOS	47
6	CONCLUSIONES.....	52
7	ANEXOS	53
7.1	Participación e importancia de la PyME en México.....	53
7.2	Solver	54
7.3	Plantillas de Pronósticos	55
7.4	Teorema del límite central.....	58
	GLOSARIO.....	60
	BIBLIOGRAFÍA.....	64

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama General de Avaya México Fuente: Elaboración propia	4
Figura 2. Organigrama Regional Canales Fuente: Elaboración propia	5
Figura 3. Socios de Negocio Fuente: Avaya 2015	6
Figura 4. Modelo de Distribución de Avaya Fuente: Elaboración Propia	9
Figura 5. Cobertura Del Mercado Fuente: Avaya 2015	10
Figura 6. Regiones en América Latina con presencia comercial Fuente: Avaya 2015	11
Figura 7. Matriz de Gestión de Tiempo Fuente: Elaboración Propia basado en libro de Stephen Covey.	15
Figura 8. Resultado de Gestión del Tiempo Fuente: Elaboración Propia	16
Figura 9. Diversos patrones de Demanda	17
Figura 10. Tipos de Pronósticos Fuente (Makridakis & Wheelwright, 1998)	19
Figura 11. Modelo ABC Fuente: Elaboración propia	24
Figura 12. Control de Inventarios y Sistemas de pronósticos de acuerdo con la Clasificación ABC Fuente: Wild (1997)	25
Figura 13. Suavizado Exponencial Holt-Winters Fuente: Richard Chase (2009)	26
Figura 14. Modelo de Inventarios, tiempo de reposición e Inventario de seguridad Fuente: Richard Chase (2009)	30
Figura 15. Ambiente común de un sistema de Pronósticos Fuente: Adaptado de Silver et al. (1998)	31
Figura 16. Modelo ABC aplicado Fuente: Elaboración propia	34
Figura 17. Históricos Producto A1	35
Figura 18. Históricos Producto A2	35
Figura 19. Históricos Producto A3 Fuente: Elaboración Propia (Excel)	36
Figura 20. Clasificación A Fuente: Elaboración Propia (Excel)	37
Figura 21. Clasificación A con valores de ajuste	37
Figura 22. Los sistemas de pronósticos y el patrón de la demanda Fuente: Carlos Vidal (2006)	43
Figura 23. Resultados del Método Holt-Winters Fuente: Elaboración propia	47
Figura 24. Resultado del Método Holt-Winters Fuente: Elaboración propia	48
Figura 25. Simulación de Suavizado Exponencial Doble	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Tablas

Tabla 1. Líneas de Negocio	7
Tabla 2. Participación de mercado a nivel Global Fuente: Avaya 2015	13
Tabla 3. Participación de mercado a nivel Regional	13
Tabla 4. Importante y Urgente Fuente: Elaboración propia	15
Tabla 5. Componentes del costo de llevar Inventario	21
Tabla 6. Tipos de revisión de acuerdo a la clasificación.....	28
Tabla 7. Cálculo de errores para diferentes Métodos Fuente: Elaboración propia.....	38
Tabla 8. Comparación de Desviaciones Absolutas Medias para artículos A y B Fuente: Elaboración propia.....	40
Tabla 9. Regla de Peterson-Silver para artículos A y B Fuente: Elaboración Propia	43
Tabla 10. Modelo de Reabastecimiento producto A1.....	45
Tabla 11. Resultados del método Silver-Meal Fuente: Elaboración propia	49
Tabla 12. Inventarios de Seguridad Clasificación A y B Fuente: Elaboración propia	50
Tabla 13. Estadística Descriptiva Fuente: Elaboración propia (Excel)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14. Costos de ordenar y mantener productos A y B.....	50
Tabla 15. Costos por mantener Inventario de Seguridad Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 16. Comparación de costos Fuente: Elaboración propia.....	51

1 INTRODUCCIÓN

Avaya es una empresa que a través de socios de negocio ofrece productos y servicios para mejorar la experiencia, productividad y rendimiento del cliente. El tiempo de entrega de muchos de los proyectos es fundamental para que se concrete la venta y aumente la satisfacción del cliente.

1.1 Objetivos y Alcances

Objetivo

Construir un procedimiento para un sistema de inventario que contemple las características del mercado y de los productos de la empresa en estudio, dando como resultado un mejor método, que permita mejorar los niveles de inventario y por ende aumentar el servicio al cliente.

Alcances

- Mejorar los sistemas de pronósticos de demanda a través de técnicas estadísticas de reconocida eficacia.
- Programar un sistema de abastecimiento basado en el comportamiento de los productos.
- Gestionar las compras en función de la importancia del valor de los productos.

1.2 Historia de la Empresa

Avaya es una empresa dedicada al giro de las Telecomunicaciones que surgió desde el año 2000, antes era parte de Lucent Technologies, y a finales del año 2009 adquiere Nortel, con esta adquisición gana el segmento empresarial y logrará ampliar su portafolio de videoconferencia comprando la empresa Radvision a mediados del 2012, el objetivo de la empresa desde entonces ha sido brindar herramientas para mejorar la comunicación entre los empleados (interno) y con sus clientes (externo) en cualquier momento, desde cualquier lugar con cualquier dispositivo.

Avaya se transformó en una empresa independiente y comenzó a operar en la Bolsa de Valores de Nueva York el 2 de Octubre de 2000. Desde ese momento hasta ahora se ha mantenido en el los más altos niveles de evaluación compitiendo con las empresas que ofrecen servicios similares, invirtiendo en la innovación para estar siempre a la vanguardia.

Avaya es líder en los negocios de colaboración y comunicación empresarial, con la mayor participación de mercado a nivel mundial en comunicaciones unificadas, infraestructuras de centros de contacto y mensajería empresarial.

Avaya cree profundamente que el diferenciador de crecimiento de una empresa se da a través de la comunicación, es por eso que cada día trabaja por mantener comunicadas a los trabajadores de las empresas de la manera más ágil, eficiente y en tiempo real.

Ha surgido un cambio radical en la manera de comunicarnos desde la década pasada por la necesidad de estar siempre conectado para:

- Tener un rápido acceso a la información.
- Reunir gente lejana más fácilmente.
- Comunicarnos claramente a través de dispositivos móviles.
- Tomar decisiones rápidamente.

Estos son algunas de los beneficios que ofrecen las soluciones de comunicación de Avaya para hacer a las empresas y a sus empleados más productivos, permitiéndoles siempre estar conectados vía voz, texto, internet y aplicaciones móviles.

1.3 Misión, Visión

Misión: Proveer las mejores soluciones de comunicación empresarial, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes y socios de negocio, excediendo sus expectativas a través de la mejora continua de nuestros procesos internos, apoyados del talento de nuestros colaboradores.

Visión: *“The Power of We (El poder de nosotros) en la nueva era de la colaboración”.*

Avaya quiere poder ser la compañía global de sistemas de comunicaciones preferida y reconocida por ayudar a sus clientes a situar a las personas indicadas con la información adecuada y en el contexto más conveniente, para que puedan obtener mejores resultados para sus negocios en tiempo real.

Afirma que la colaboración funciona mejor cuando las personas definen la experiencia, en donde los documentos, dispositivos o redes llegan a ser parte complementaria de esta interacción.

Apasionadamente dedica todos los esfuerzos para que los clientes logren comunicarse y colaboren con la máxima claridad y efectividad, reforzando así la fidelidad de sus clientes y aumentando su productividad, rentabilidad y obteniendo un mayor valor empresarial.

1.4 Organigrama

Las principales áreas de la empresa son las siguientes y se resumen en la figura 1. Por ser una empresa global hay áreas como desarrollo de producto, investigación de mercado, centros de contactos que están tercerizadas o en otras localidades.

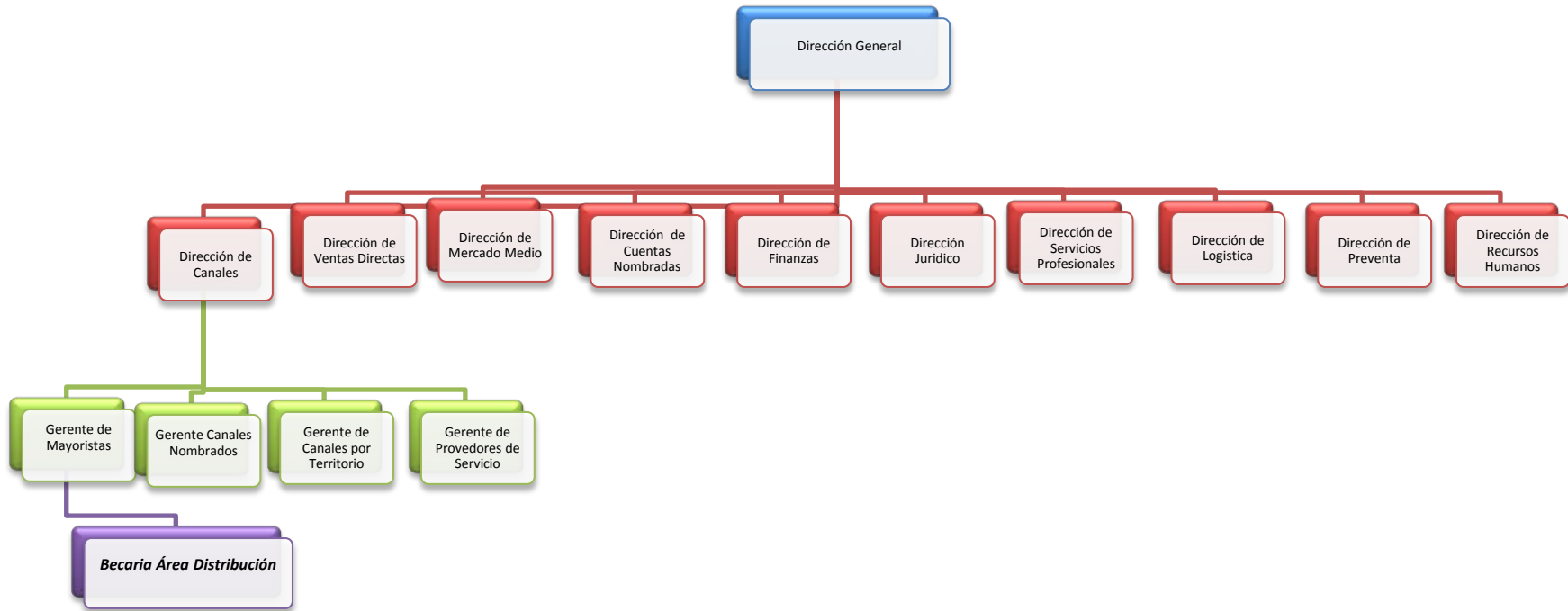


Figura 1. Organigrama General de Avaya México
Fuente: Elaboración propia

Organigrama Canales

La función principal del área de Canales es desarrollo y capacitación de los socios de negocio, aumento y aceleración del ciclo de venta a través de venta indirecta y el aumento de canales metálicos (autosuficiencia del canal).

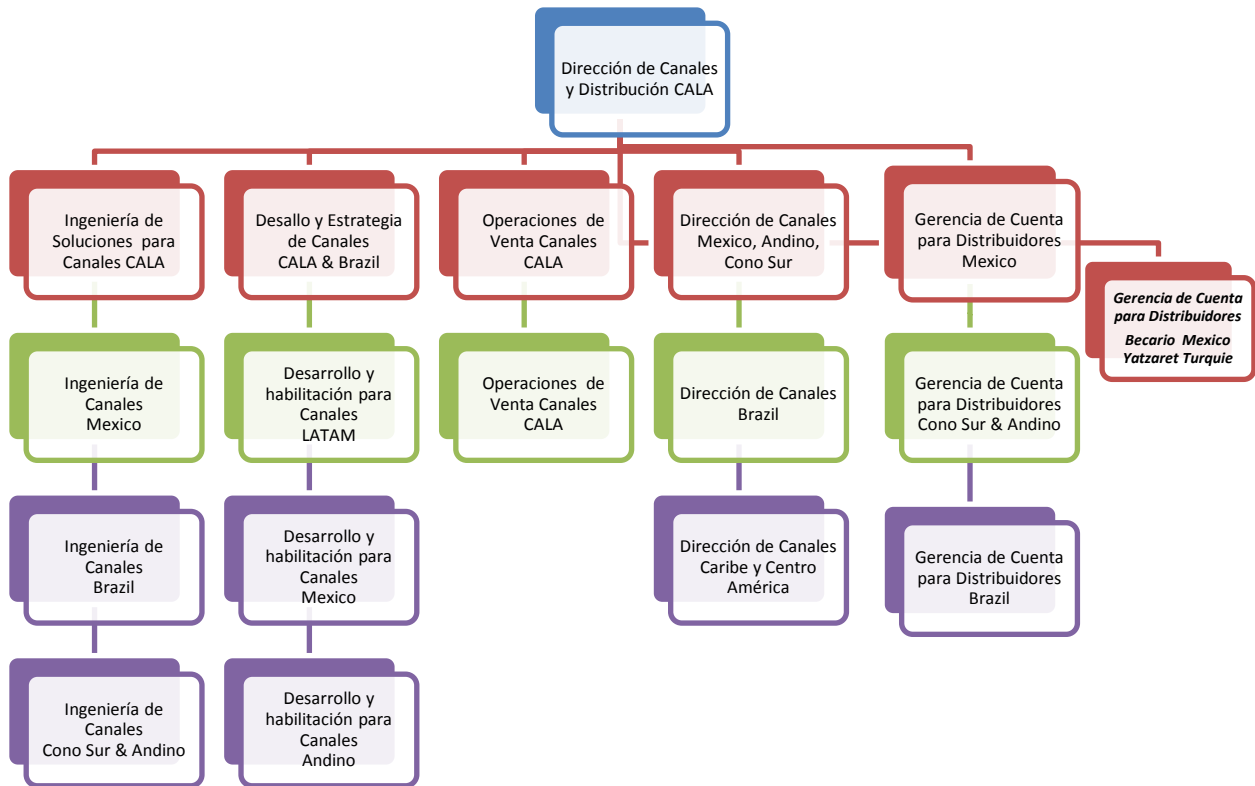


Figura 2. Organigrama Regional Canales
Fuente: Elaboración propia

2 ANTECEDENTES

De manera global Avaya emplea a más de 13,000 personas en todo el mundo y alrededor de 250 en México. En su portafolio tiene 5,400 patentes, está posicionado en el lugar 136 dentro del ranking de patentes estadounidenses otorgadas en 2013 y el 18 dentro del sector de telecomunicaciones. Además cuenta con más de 11,000 socios de canal en todo el mundo, incluidos los proveedores de servicios, distribuidores de valor agregado, integradores de sistemas y socios de negocios que proporcionan ventas y servicio.

Es importante explicar el modelo de negocio y estructura de la empresa, así como las responsabilidades y objetivos que formaron parte de mi experiencia profesional en la compañía dentro del área de Canales de Distribución.

Se describirá brevemente los productos y las entidades de la empresa, para comprender la situación, el mercado y sus consumidores.



Figura 3. Socios de Negocio
Fuente: Avaya 2015

2.1 Líneas de Negocio

Como en cualquier organización es necesario segmentar los productos que se están ofreciendo acorde al segmento de mercado que va dirigido, e internamente por unidad de negocio. El mercado meta de la compañía es el sector empresarial en todos sus niveles desde la pequeña empresa hasta los corporativos globales, para cada uno de ellos tiene soluciones acorde a sus necesidades, características y formas de comunicación.

Según Kloter & Amstrong (2008) “El mercado meta es el grupo de clientes a los que la organización dirige sus esfuerzos de mercadotecnia”. Es la selección cuidadosa y precisa de los posibles clientes. Los autores afirman que la segmentación de mercado es la división de un mercado en grupos más pequeños que tienen diferentes necesidades, características o comportamientos, y podrían requerir una mezcla de diferentes estrategias de mercadotecnia para ser clientes potenciales.

La empresa ha segmentado sus productos en dos grandes rubros Empresarial y PyME, como se enuncian a continuación (ver tabla 1).

Empresarial	PyME
Comunicaciones Unificadas (Aura)	Comunicaciones Unificadas (IP Office)
Centros de Contacto (Aura)	Centros de Contacto (IP Office)
Videoconferencia	
Redes	

Tabla 1. Líneas de Negocio
Fuente: Elaboración Propia

Descripción de las Líneas de Negocio

A continuación se describen de manera breve de cada uno de los segmentos de negocio:

Comunicaciones Unificadas: Estas soluciones contemplan múltiples formas de comunicación incluyendo telefonía, correo, mensajería instantánea, aplicaciones móviles y de videoconferencia. Estas son las soluciones de colaboración más robustas del portafolio de Avaya.

Centros de Contacto: Son soluciones escalables y personalizables de centros de contactos, reporteros, y distribución de llamadas, para agentes y supervisores. Se enfocan en mejorar la experiencia del usuario y brindan un servicio ágil y eficiente, cuenta con la integración del computador con el teléfono, menús de autoservicio, chat en línea y un seguimiento de llamadas, también cuenta con reportes y análisis de las llamadas.

Videoconferencia: Es una herramienta de video colaboración que permite compartir información en tiempo real a través varios dispositivos móviles, con los máximos niveles de seguridad, que permiten trabajar desde cualquier lugar ya sea en salas de juntas, casa, trabajando en el camino, eliminado peajes y tiempos de transporte, permitiendo exponer y presentar temas a un público remoto por medio del internet de forma segura.

Redes: El portafolio de redes y datos está diseñado para hacer frente y superar los productos de la competencia en tres requisitos fundamentales: ahorro de energía, rendimiento y seguridad.

Avaya cuenta con competidores tanto globales como locales en los que se encuentran Cisco Systems, Polycom, Juniper, Hewlett-Packard, Genesys, Microsoft Lync, entre otros. Siendo Cisco el competidor más fuerte y directo de Avaya.

2.2 Modelo de Distribución

Avaya basa su modelo de negocio en el siguiente modelo de distribución (ventas directas y ventas indirectas). El modelo de distribución que se detallará para el caso de estudio son las ventas indirectas, ya que estas representan alrededor del 80% de las ventas totales de la empresa. Esto hace que sea significativo cualquier cambio que conlleve a un beneficio para esta área.

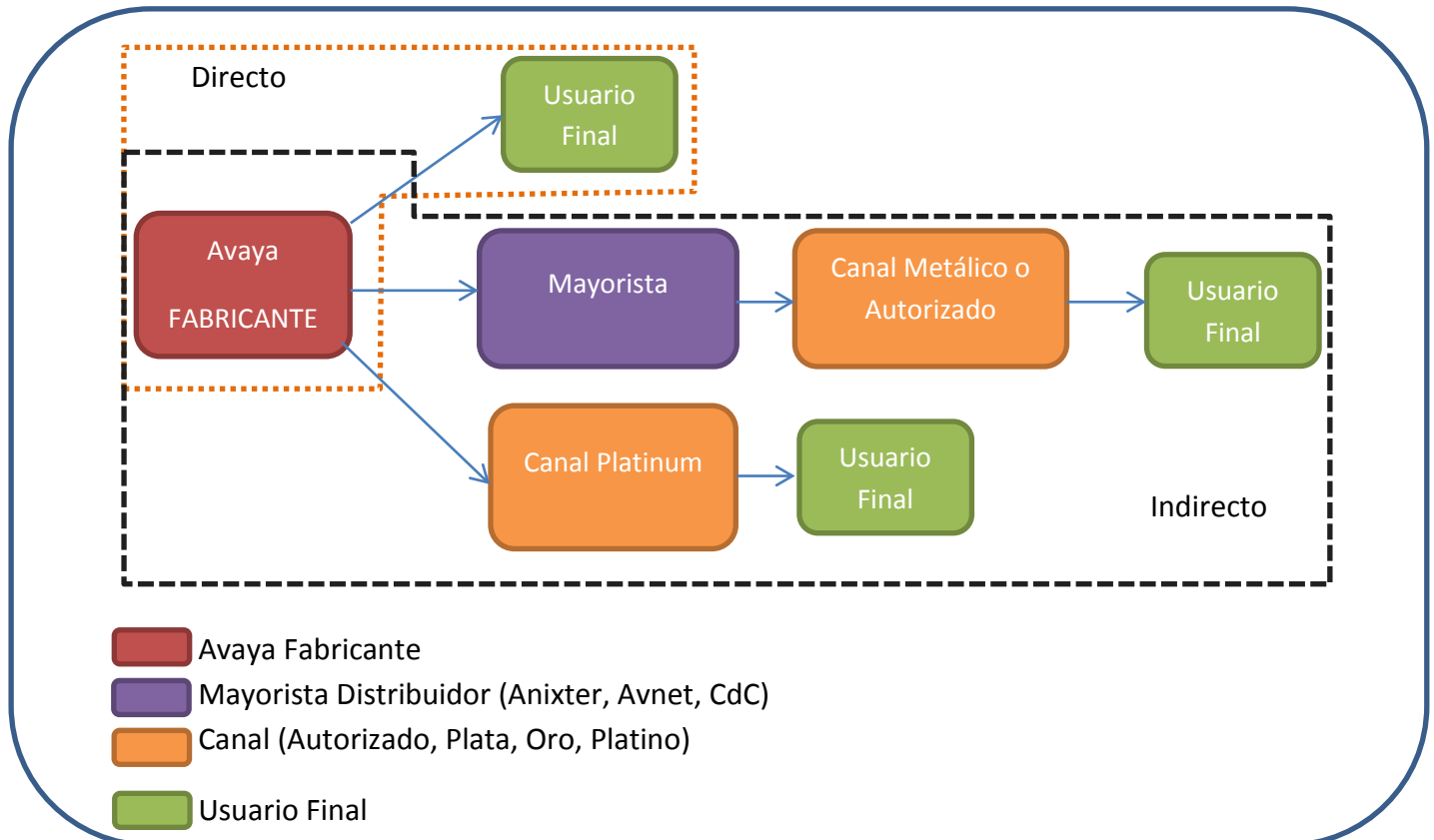


Figura 4. Modelo de Distribución de Avaya
Fuente: Elaboración Propia

Se determina si una compra es indirecta o directa si se cumplen las siguientes condiciones.

Compra Indirecta

- Cliente Nuevo
- Menor de 5,000 usuarios
- No pertenece al listado de cuentas globales
- Proyecto inferior a \$ 500 mil dólares

Compra Directa

- Cuenta Global; más de 5,000 empleados a nivel global
- Tiene un vendedor asignado a la cuenta
- Son cuentas con base instalada Avaya o Nortel

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en los resultados de Censos Económicos 2011 en la Estratificación de los establecimientos “Las empresas micro, pequeñas y medianas representan a nivel mundial el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado; de hecho, en el contexto nacional se puede afirmar que el 90%, o un porcentaje superior de las unidades económicas totales, está conformado por las micro, pequeñas y medianas empresas”

Con esta afirmación podemos constatar que la gran masa de empresas pertenecen a las ventas indirectas, para ilustrar la segmentación ver la Figura 5.

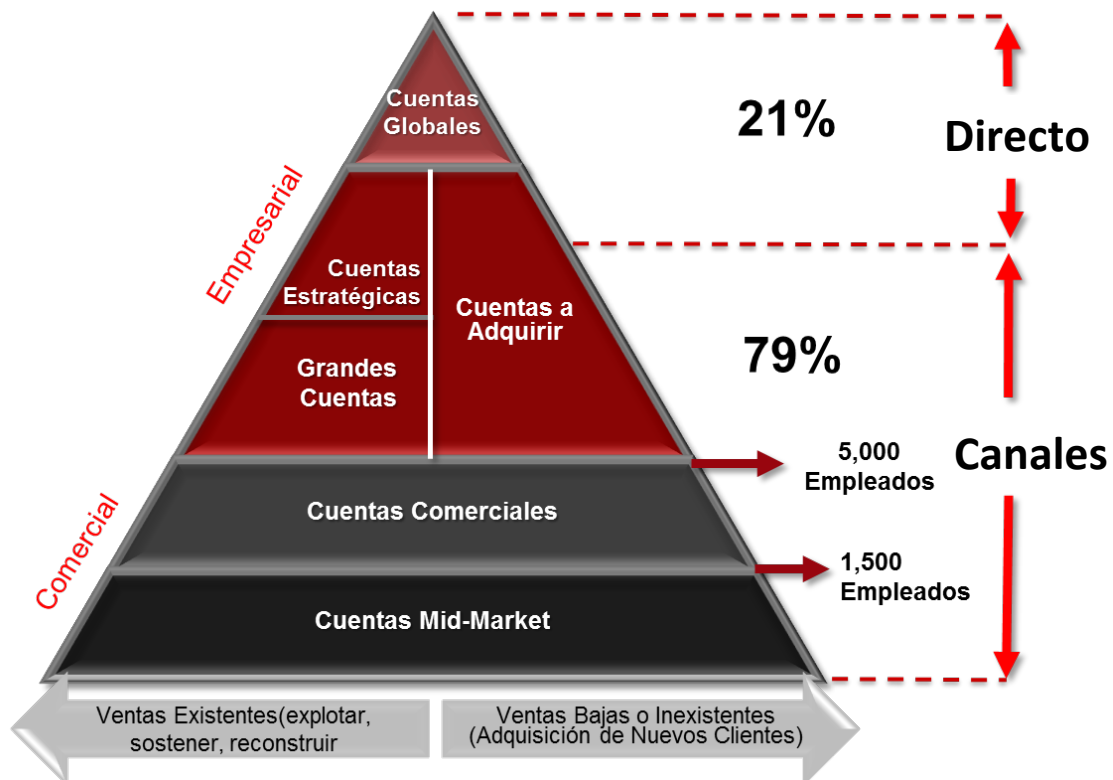


Figura 5. Cobertura del Mercado
Fuente: Avaya 2015

2.3 Principales entidades del proceso de distribución

El modelo de negocio de distribución por canales tiene cuatro entidades principales para que se pueda ejecutar un proyecto a continuación se detallará el rol de cada entidad.

Fabricante: Avaya México sólo cuenta con presencia comercial, al igual que en 5 regiones de Latinoamérica como Brasil, Caribe y Centro América, Andino, Cono Sur. La mayor parte de productos se manufacturan en Taiwán, Indonesia y Estados Unidos. En México se cuenta con dos oficinas que se localizan: una en Monterrey y otra en la Ciudad de México además de contar con un pequeño almacén en el noroeste de la Ciudad.



Figura 6. Regiones en América Latina con presencia comercial
Fuente: Avaya 2015

Mayorista o Distribuidor: Sustituye a el almacén del fabricante para las ventas indirectas y otorga valor agregado al proyecto ya sea por; líneas de crédito hacia los canales, reclutamiento y selección de nuevos canales y un modelo de entrega de equipo al día consecutivo conocido como NBD por sus siglas en inglés (*Next Business Day*), esto refiere a la entrega del proyecto (hardware) al día consecutivo a la orden de compra.

Canal: Es la fuerza de ventas de este modelo de negocio, se encarga de ofrecer las soluciones en el sector empresarial, o público a través de licitaciones. Ellos tienen el trato directo con los usuarios finales.

Proveedores de Servicios: Son empresas y organizaciones que proporcionan al usuario acceso a la comunicación a través de datos y telefonía. Estos proveedores conectan a los clientes por medio de redes los servicios que regularmente incluyen son: acceso a Internet, registro de nombres de dominio, alojamiento del nombre de dominio y acceso de la línea arrendada.

Usuario Final: Es el cliente que requiere una solución de comunicación para su empresa, los usuarios pueden ser de sector público y/o privado.

Habiendo definido las principales funciones de cada uno de ellos, el presente documento se centra en los Distribuidores. Avaya y sus distribuidores tienen acuerdos y objetivos en común que se deben cumplir no sólo en México sino en todas las entidades donde el fabricante y el mayorista son socios de negocio.

Es importante remarcar que algunos cambios que se puedan sugerir para la filial de México, no siempre podrán ser aplicados dadas las políticas globales.

2.4 Participación de la Empresa en el mercado de las comunicaciones

La función principal de la empresa se basa en la venta de comunicaciones unificadas, es de sumo provecho conocer que tamaño de mercado abarca con sus diferentes productos, el lugar que consigue contra sus competidores y cuáles son las características que lo hacen diferente que la competencia. Según Mark Schwarzman (2015) en sus estudios de mercado ha dado a conocer las siguientes cifras de participación en el mercado versus los principales competidores.

Participación a nivel Global. En la siguiente tabla podrán analizar el tamaño de Avaya a nivel Global.
































Date	# 1		# 2		#3 Position		#4 Position		# 5		
	Co.	%	Co.	%	Co.	%	Co.	%	Co.	%	
	Unified Communications [1]	2014	 CISCO	24.7%	AVAYA	22.8%	 Microsoft	8.9%	 Alcatel-Lucent	7.8%	 MITEL
Telephony Systems [1]	2014	AVAYA	21.4%	 CISCO	17.0%	UNIFY	11.1%	NEC	10.6%	 Alcatel-Lucent	8.9%
SME Telephony Systems [1]	2014	AVAYA	24.6%	NEC	13.3%	UNIFY	8.4%	 Alcatel-Lucent	8.0%	 MITEL	8.0%
Contact Center/ACD [2]	2014	AVAYA	25.8%	 Genesys	16.9%	 CISCO	16.8%	 HUAWEI	7.1%	 Enhouse Interactive	3.5%
Interactive Voice Response [2]	2014	 CISCO	18.5%	AVAYA	16.3%	 Genesys	14.0%	aspect	1.7%	 INTERACTIVE INTELLIGENCE	1.6%
Unified Messaging [4]	2014	AVAYA	38.5%	 CISCO	20.5%	 Microsoft	7.9%	AVT	7.1%	 Alcatel-Lucent	6.6%
Audio Conferencing [2]	2014	 CISCO	31.8%	AVAYA	24.2%	 Alcatel-Lucent	12.7%	 MITEL	7.7%	UNIFY	6.4%
Video Conferencing [2]	2014	 CISCO	35.0%	 Polycom	23.0%	ZTE	16.0%	 HUAWEI	13.0%	AVAYA	2.0%
Mobile Voice and UC Client [7]	2014	 CISCO	35.0%	 Microsoft	31.2%	AVAYA	16.4%	 MITEL	3.2%	UNIFY	2.9%
Enterprise SBCs [2]	2014	 CISCO	26.3%	ORACLE	13.8%	 AudioCodes	11.5%	Sonus	10.8%	AVAYA	6.0%
Voice Maintenance Services [2]	2013	AVAYA	10.3%	UNIFY	7.4%	 CISCO	6.7%	NEC	6.1%	 Alcatel-Lucent	5.8%

Tabla 2. Participación de mercado a nivel Global
Fuente: Avaya 2015

Participación a nivel Regional. En la siguiente tabla podrán analizar el tamaño de Avaya a nivel Regional.



















Date	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5						
	Co.	%	Co.	%	Co.	%					
Telephony Systems [1]	2014	 CISCO	25.3%	AVAYA	15.4%	intelbras	11.0%	Panasonic	10.8%	 Alcatel-Lucent	8.1%
SME Telephony Systems [2]	2014	intelbras	27.8%	AVAYA	18.2%	 CISCO	12.6%	Panasonic	8.6%	NEC	7.0%
Contact Center/Total [2]	2013	AVAYA	30.8%	 Genesys	13.6%	NICE	8.1%	VERINT	7.3%	 CISCO	6.4%
Contact Center/ACD [1]	2014	AVAYA	50.7%	 Genesys	13.7%	 CISCO	10.4%	aspect	7.5%	 altitude	5.5%
Interactive Voice Response [2]	2013	AVAYA	42.2%	 Genesys	20.3%	 CISCO	16.8%	 altitude	6.9%	inConcert	3.6%
Unified Messaging [1]	2014	AVAYA	38.7%	 CISCO	29.9%	 Alcatel-Lucent	10.8%	 MITEL	6.6%	 Microsoft	3.8%
Audio Conferencing [4]	2014	AVAYA	34.0%	 CISCO	30.3%	 Alcatel-Lucent	13.1%	UNIFY	9.8%	 MITEL	3.4%

Tabla 3. Participación de mercado a nivel Regional
Fuente: Avaya 2015

2.5 Actividades dentro de la Organización

Las funciones que desempeñé en el área de distribución fueron: análisis y monitoreo de ventas de los distribuidores, métricas y análisis del inventario, pronósticos de la demanda y procesos como: Devolución de Materiales (Return Of Material Authorization), Devoluciones por falla (Dead On Arrival), Notas de Crédito (Backend Credits), cálculos y métricas de los incentivos (Distributor Compensation Program), creación de programas e incentivos para motivar a los canales e incrementar las ventas, planeación y ejecución de programas de desarrollo para los canales.

El rol que juega el área de distribución dentro de Avaya es de gran significancia porque interactúa directamente con la mayoría de las áreas (Logística para temas de embarques, entregas y devoluciones de equipo, Finanzas para líneas de crédito y cobranzas, Legal para nuevos contratos, cláusulas, políticas y cartas de distribuidor autorizado, Ventas para seguimiento de proyectos, clientes, inventario, desarrollo de nuevos canales y estrategias de mercadeo).

Por ese motivo estar alineado con cada una de estas áreas, resulta de gran interés y provoca sinergia entre las mismas. En el tiempo que estuve ejecutando estas actividades pude percatarme de algunas áreas de oportunidad que deben resolverse y que sin duda impactarían positivamente si actuáramos sobre ellas.

1. Procesos de Garantías (Logística, fabricante)
2. Tiempos de entrega del Distribuidor al Canal (logística, distribuidor)
3. Tiempo de remplazo de partes (servicios, legal, fabricante)
4. Calidad del servicio al canal (servicio, distribuidor)
5. Insuficiencia de desarrollo del socio por parte del distribuidor (fabricante, distribuidor)
6. Políticas para cambio de Distribuidor por temas de falta de liquidez hacia otro distribuidor (legal, fabricante)

Para definir qué área de oportunidad merece ser resuelta con prioridad utilizaré la Matriz de Gestión de Tiempo, es un método sencillo pero muy útil, que puede mejorar la administración de nuestro tiempo jerarquizando las actividades a realizar primero, basándose en un comportamiento más estratégico orientado a objetivos a largo plazo.

Estas categorías se visualizan comúnmente como los cuadrantes mostrados en la figura 7 y 8.

Eisenhower citó que "Lo que es importante es rara vez urgente y lo urgente es rara vez importante". Por eso discriminaremos los puntos que enliste en la página anterior para aterrizarlos en la Matriz y definir cuál de los problemas se solucionará.

2.6 Matriz de Gestión de Tiempo

	Urgente	No urgente
Importante	Cuadrante I Crisis Presiones Proyectos con fecha de vencimiento cercana	Cuadrante II Relaciones personales Nuevas oportunidades Planificación del futuro Actividades preventivas Crecimiento personal Ocio, Diversión
	No Importante	Cuadrante III Interrupciones, distracciones Correo, reuniones, llamadas Actividades populares Presiones familiares

Figura 7. Matriz de Gestión de Tiempo
Fuente: Elaboración Propia basado en libro de Stephen Covey.

Urgente	Importante
Requiere una atención inmediata Atrapan tu atención Te presionan constantemente Son fáciles, o son divertidas, o son populares Son poco importantes.	Contribuye a tus objetivos a medio y largo plazo Para no desatender las actividades que son importantes, pero no son urgentes, necesitas ser proactivo No demandan tu atención Si las dejas se convertirán en urgentes

Tabla 4. Importante y Urgente
Fuente: Elaboración propia

2.7 Clasificación de las oportunidades o problemas a solucionar

	Urgente	No urgente
Importante	Cuadrante I	Cuadrante II
	<ul style="list-style-type: none"> •Mejorar el tiempo de reemplazo de partes •Desarrollo del Canal •Fallas mortales de Equipo 	<ul style="list-style-type: none"> •Tiempos de entrega del distribuidor •Calidad del servicio
No Importante	Cuadrante III	Cuadrante IV
	<ul style="list-style-type: none"> •Procesos de garantías 	<ul style="list-style-type: none"> •Políticas para cambio de distribuidor por tema de liquidez con otros distribuidores

Figura 8. Resultado de Gestión del Tiempo
Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar los dos puntos más importantes son:

1. Tiempo de entrega del distribuidor al canal (Inventario)
2. Calidad del Servicio (servicio- Distribuidor)

Según (Covey, 1989) menciona que la gente altamente efectiva debe mantenerse en el cuadrante II, en algunas ocasiones resolver el cuadrante I y en pocas ocasiones ser absorbido por el cuadrante III Y IV. Es importante mencionar que esta selección ha sido con base en mi criterio y las oportunidades del área. Si se llevará a cabo un análisis a la compañía de manera general los resultados podrían ser diferentes.

He notado que el inventario suele ser una pieza clave en el negocio, como en todos los sectores que comercializan productos de manera indirecta. Como se mencionó en el capítulo dos, la compañía obtiene aproximadamente el 80% de sus ventas de manera indirecta, provocando que se dependa totalmente del inventario que exige y recomienda a los distribuidores para cubrir las ventas indirectas. Esta es la razón por la cual decidí hacer una propuesta para el tema de gestión de inventario.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Pronósticos

Pronosticar es el resultado de predecir eventos futuros, puede implicar el empleo de datos históricos y su proyección mediante algún tipo de modelo matemático o puede ser una predicción subjetiva o intuitiva, o una combinación de ambos, es decir, un modelo matemático ajustado mediante el buen juicio del administrador.

Desde el punto de vista de Carlos Vidal (2006), Prácticamente en todos los procesos de decisión en cualquier tipo de organización debe pronosticarse una o más variables de interés, el sistema de pronósticos es fundamental para el cumplimiento de los objetivos de la organización y para el mejoramiento de su competitividad, ya que de no tomar las decisiones correctas, se puede caer en extremos como el deficiente servicio al cliente, el exceso de inventarios o, peor aún, ambos factores en forma simultánea cuando se cuenta con inventarios desbalanceados.

Patrones de Demanda

Un patrón es la forma general de una serie de tiempo. Aunque algunos puntos individuales de información no estén exactamente dentro del patrón, estos tienden a adherirse alrededor.

El patrón mostrará que la demanda actual varía de un periodo a otro. Hay 4 razones para esto: Tendencia, estacionalidad, variación aleatoria, y ciclo.

Estable o dinámica

Las formas del patrón de la demanda de algunos productos o servicios cambian con el tiempo así como otras no. Aquellas que mantienen la misma forma general son llamadas estables y aquellas que no, son llamadas dinámicas. Los cambios dinámicos pueden afectar la demanda, estacionalidad, o variabilidad de la demanda actual. Cuanto más estable sea la demanda, más fácil será pronosticar.

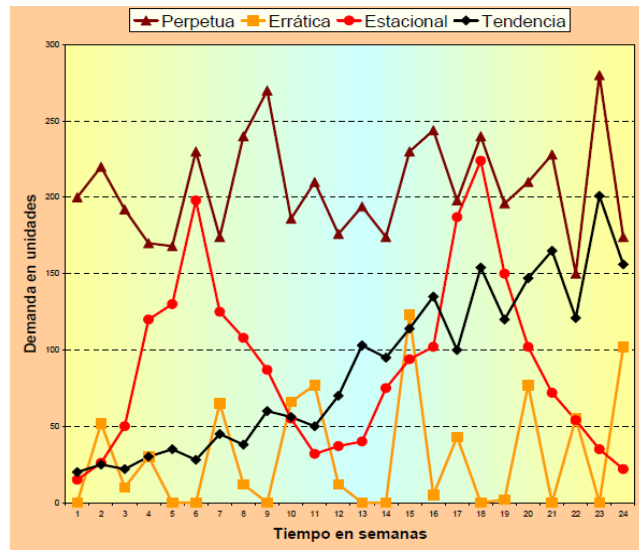


Figura 9. Diversos patrones de Demanda

Fuente: Carlos Vidal (2006)

Una forma práctica de determinar si una demanda es perpetua o errática constituye en calcular el coeficiente de variación de la demanda como:

$$\text{Coeficiente de Variación de la demanda}[\%] = \frac{\text{Desviación Estándar de la demanda}}{\text{Demanda Promedio}} * 100$$

A mayor valor del coeficiente de variación mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor Coeficiente de Variación mayor homogeneidad en los valores de la variable, típicamente menor que uno.

Métodos de Pronósticos

Los pronósticos son típicamente clasificados en los siguientes rubros, en la figura 10. Podrán observar las diferentes técnicas para pronosticar para cada uno de estos métodos.

- 1) **Cualitativos:** Son fundamentalmente subjetivos y se utilizan ante la carencia de datos históricos.
- 2) **Series de Tiempo:** Son métodos cuantitativos estadísticos basados en datos históricos de demanda. Son fundamentales para cualquier sistema de pronósticos que se elija.
- 3) **Causales:** Son métodos que asumen alta correlación entre los pronósticos de demanda y ciertos factores externos, como por ejemplo, la economía de un país, el crecimiento de la población, la demanda de otros productos que influyen en la variable que se está analizando.
- 4) **Simulación:** Son métodos que generalmente combinan estrategias de series de tiempo con pronósticos causales.
- 5) **Combinación de los anteriores:** Tienen un gran potencial y suelen ser los más efectivos en la mayoría de los casos.

Clasificación de métodos de Pronósticos

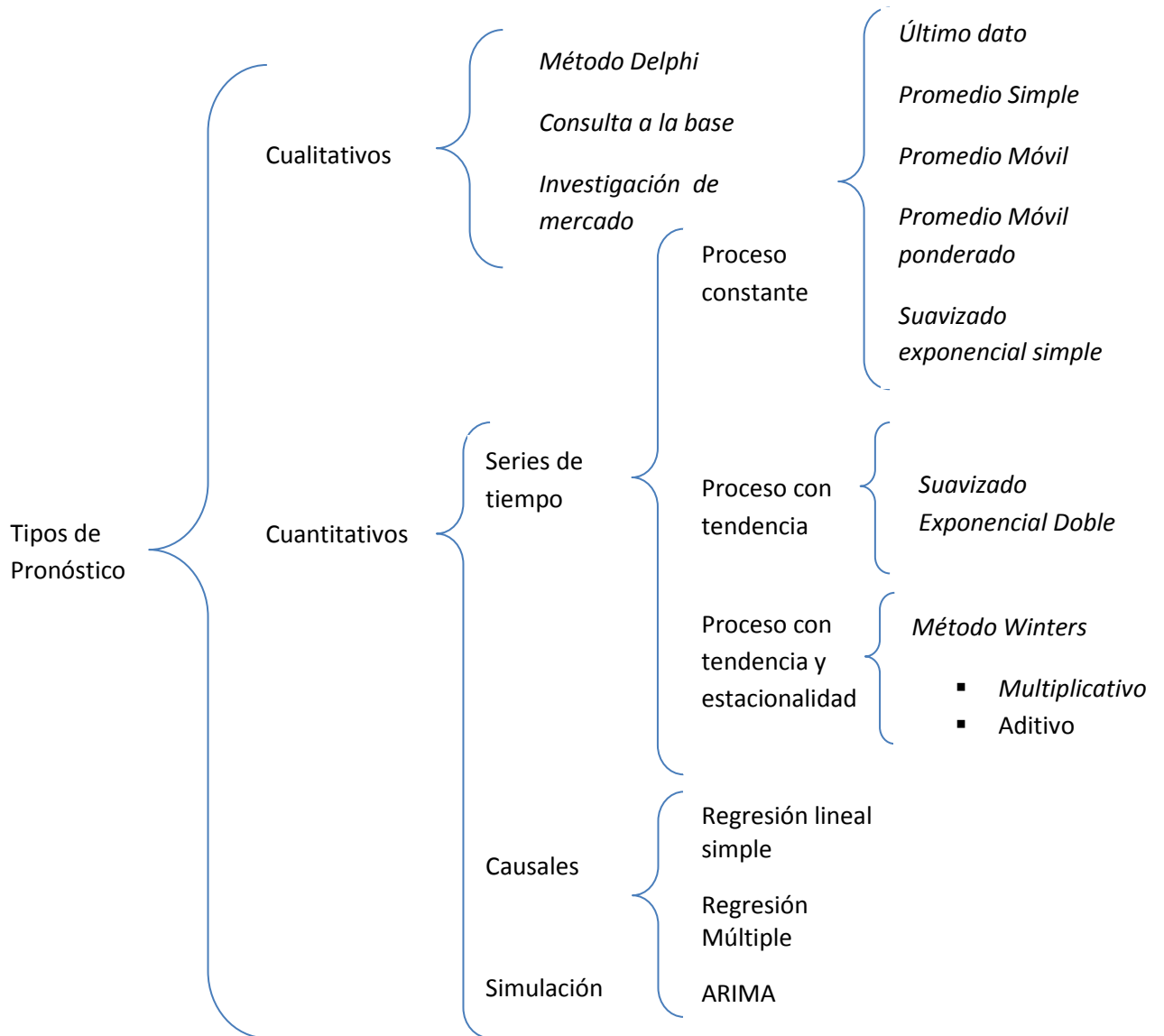


Figura 10. Tipos de Pronósticos
Fuente (Makridakis & Wheelwright, 1998)

Sistemas de Pronósticos

Para el sistema de pronósticos los registros **históricos** de la demanda y la **experiencia** humana son factores importantes para mejorar la selección del modelo y la implementación a utilizar, y con la experiencia refinar los artículos sugeridos por el sistema.

No menos importante son los **errores** de los pronósticos, ellos fungirán como los indicadores para determinar la conveniencia del modelo a utilizar.

Como se definió anteriormente el objetivo del trabajo es pronosticar la demanda, un error muy común es pronosticar las ventas y no la demanda y no tener claridad en la diferencia, no tener inventario para satisfacer la demanda o no tenerlo en su totalidad se traduce en “**demanda no servida**”. Las ventas más la demanda no servida darán como resultado la verdadera demanda. Pero también es fácil no contar con las herramientas para medir la demanda no servida y aún más para medirla con precisión. Para el caso en estudio no tenemos manera de medir la demanda no servida.

Indicadores de eficiencia de un sistema de pronósticos

Cualquier sistema de pronósticos se justifica si es útil para el proceso de toma de decisiones y se evalúan regularmente los siguientes factores:

- Precisión
- Costo
- Utilidad de resultados
- Estabilidad y respuesta del sistema de pronósticos

Precisión: se mide con base en los errores de pronósticos, son la diferencia entre el valor real observado y el pronóstico.

A continuación algunas medidas de variabilidad

$$\text{Error del pronóstico } e_t = x_t - \hat{x}_t$$

$$\text{Error absoluto } |e_t| = |x_t - \hat{x}_t|$$

$$\text{Error cuadrático } e_t^2 = (x_t - \hat{x}_t)^2$$

Donde

$$e_t = \text{Error del pronóstico de demanda para el periodo } t$$

$$x_t = \text{Valor real u observación de la demanda en el periodo } t$$

$$\hat{x}_t = \text{pronóstico de la demanda para el periodo } t, \text{ realizado algún tiempo antes}$$

Cuando se tienen errores absolutos o cuadráticos acumulados para varios periodos se puede obtener el promedio de estos, convirtiendo estos índices en la desviación absoluta media (**DAM**) (“Mean Absolute Deviation” **MAD**) y el error cuadrático medio (**ECM**) también conocido como (“Mean Square Error”, **MSE**). Ambas mediciones son las más utilizadas en el campo de los pronósticos

La DAM se define como el promedio de los errores absolutos sobre un número determinado de periodos.

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n}$$

El ECM se define como el promedio de los errores cuadráticos sobre un número de terminado de periodos.

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n}$$

Una desventaja de emplear el ECM es que se tiende a acentuar las desviaciones importantes debido al término al cuadrado.

El **Costo** depende de su grado de complejidad y de los resultados que produzca en cuanto a la estimación de la demanda y su variabilidad.

Los costos de llevar inventario se dividen en los rubros mencionados en la tabla 5, los costos por mantener el inventario $\left[\frac{\$}{\$ \cdot \text{año}}\right]$ regularmente oscilan en los porcentajes que menciona (Ballou, 2004) en su libro Administración de la Cadena de Suministro.

COMPONENTE DEL COSTO	PORCENTAJE DEL TOTAL
Interés y costos de oportunidad	82.00%
Obsolescencia y depreciación	14.00
Almacenamiento y manejo	3.25
Impuestos	0.50
Seguros	0.25
TOTAL	100.00%

Tabla 5. Componentes del costo de llevar inventario
Fuente: Ballou (2004).

De acuerdo con Silver et al. (1998) **La Utilidad de los resultados** se mide principalmente con base en el grado de aceptación, credibilidad y utilización que se le dé al sistema de pronósticos.

La Estabilidad y respuesta del sistema de pronósticos refiere al hecho que no debe ser muy sensible y que responda aceleradamente a las variaciones aleatorias. Ni tampoco a la respuesta tardía o inexistente a los cambios reales de la tendencia de la demanda, esto puede ir controlado con los parámetros del sistema de pronóstico elegido.

Horizontes de los pronósticos

Los pronósticos suelen clasificarse conforme al periodo a pronosticar.

- Corto plazo < 1 año, para operaciones en curso
- Mediano plazo 1-3 años
- Largo plazo > 5 años apoyo para decisiones de capacidad de planta y ubicación

Los pronósticos no son predicciones siempre certeras. Los pronósticos serán más confiables mientras se utilicen un mayor número de datos para pronosticar y menor sea el lapso que se pronostique.

Los pronósticos realizados para los artículos de alto valor ayudarán a definir el tamaño de los pedidos recomendados.

3.2 Inventario

El inventario es la existencia de productos físicos que se conservan en un lugar y en un determinado momento. A cada artículo distinto del inventario se le llama SKU por sus siglas en inglés (**Stock Keeping Unit**). En un modelo hipotético no deberían de existir los inventarios, se debería manejar un sistema Justo a Tiempo (**Just In Time**), en el cual se produce enlazando la oferta y la demanda para anticipar la producción, pero en la mayoría de las compañías este modelo es muy complicado de llevar a cabo por la intervención de diferentes factores internos y externos los cuales no podemos controlar.

Las existencias o inventario de la organización representan oportunidades de inversión que tienen como fin alcanzar la eficiencia en las operaciones, las existencias variables o de seguridad son aquellas con las que cuenta la organización con el fin de amortiguar la incertidumbre o varianza de la demanda.

Tipos de Inventario

- I. Inventario de materias primas
- II. Inventario de trabajo en proceso
- III. Inventario para mantenimiento y reparación y operaciones
- IV. Inventario de productos terminados

3.3 Clasificación de los artículos

Existen diferentes métodos para clasificar los artículos de un inventario, uno de los más conocidos por su sencillez y sus buenos resultados es el Método ABC que se basa en el supuesto de Pareto 80-20. Aplicado a los inventarios, se estaría estimando que aproximadamente el 20% del total de los artículos significan el 80% de las ventas de una compañía.

Para definir cuales artículos forman parte de cada clasificación, se recolecta la demanda histórica de los artículos y se necesita conocer el valor unitario, se multiplica la demanda por el valor unitario y se ordena de mayor a menor.

$$Volumen\ anual = v_i * D_i$$

$$\% Volumen\ anual = \frac{Volumen\ anual \left[\frac{\$}{año} \right]}{\sum_1^n Volumen\ anual \left[\frac{\$}{año} \right]} * 100[\%]$$

Donde:

$D_i =$ Demanda anual del artículo i [unidades/año]

$v_i =$ Valor unitario del artículo i [\$/unidad]

$Volumen =$ Volumen anual [\$/año]

$$\% \text{ Volumen anual} = \frac{\text{Volumen anual} \left[\frac{\$}{\text{año}} \right]}{\text{Suma del Volumen anual} \left[\frac{\$}{\text{año}} \right]} * 100[\%]$$

Varios autores afirman diferentes porcentajes para cada clasificación (A,B,C), pero todos llegan a la conclusión que serán diferentes los porcentajes para cada caso en particular.

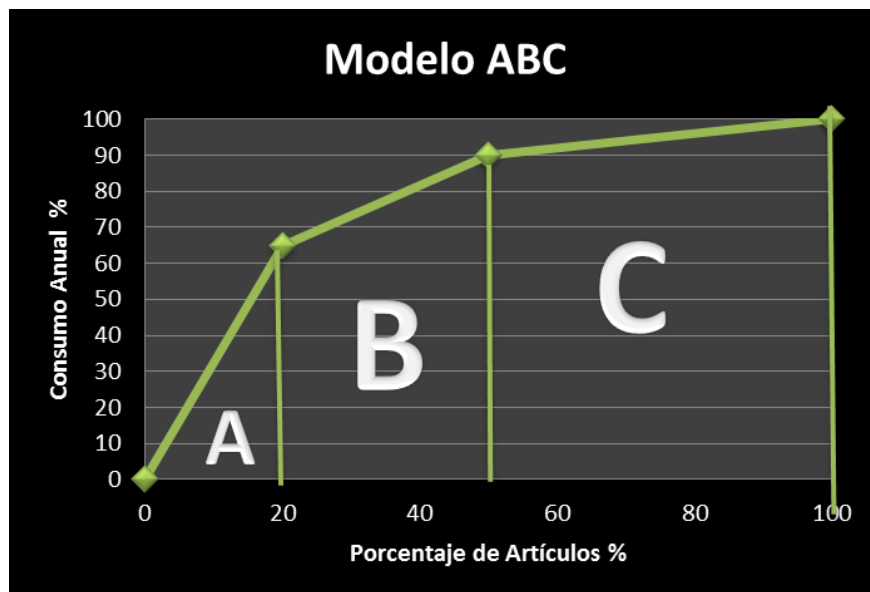


Figura 11. Modelo ABC
Fuente: Elaboración propia

Al final de clasificar los SKU del inventario se podrá:

- Aplicar un tipo de control específico a cada grupo de artículos en función de su valor.
- Concentrar los esfuerzos de control sobre los productos más importantes.
- Gestionar las compras y controlar las entregas de mercancías en función de la importancia de las compras en valor y no en cantidad.

Artículos A: Control severo, archivos completos, revisiones periódicas por personal de alto nivel, estrecho seguimiento para reducir los tiempos muertos, etc.

Artículos B: Controles normales, con buenos archivos y atención regular.

Artículos C: Controles sencillos, sin archivos, sino simples anotaciones sobre reabastecimiento, importantes existencias y pedidos para evitar agotamiento de inventario.

Métodos de control para cada clasificación

CARACTERÍSTICAS	POLÍTICAS DE CONTROL	MÉTODOS DE CONTROL
<ul style="list-style-type: none"> • Ítems clase A (los más importantes) • Relativamente pocos ítems • El mayor porcentaje del volumen de ventas (en \$) 	<ul style="list-style-type: none"> • Control estricto con supervisión personal • Comunicación directa con la administración y los proveedores • Aproximación a Justo a Tiempo y stock balanceado • Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo frecuente o continuo • Registros precisos • Pronósticos con suavización exponencial doble • Políticas basadas en el nivel de servicio al cliente
<ul style="list-style-type: none"> • Ítems clase B • Ítems importantes • Volumen de ventas (en \$) considerable 	<ul style="list-style-type: none"> • Control clásico de inventarios • Administración por excepción • Cubrimiento de existencias entre 2 y 8 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control computarizado clásico • Pronósticos con suavización exponencial simple • Reporte por excepciones
<ul style="list-style-type: none"> • Ítems clase C • Muchos ítems • Bajo volumen de ventas (en \$), pocos movimientos o ítems de muy bajo valor unitario 	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión mínima • Pedidos bajo orden • Tamaños de orden grandes • Políticas de cero o de alto inventario de seguridad • Cubrimiento de existencias entre 3 y 20 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control simple • Promedio móvil (aceptar el pronóstico) • Evitar agotados y exceso de inventario • Larga frecuencia de órdenes • Sistema automático

Figura 12. Control de Inventarios y Sistemas de pronósticos de acuerdo con la Clasificación ABC
Fuente: Wild (1997)

3.4 Método Holt-Winters (HW)

Es un método para pronosticar demanda a corto plazo, es un buen método cuando los datos contienen una tendencia y un patrón estacional. Es popular porque es simple y es fácilmente automatizado. También es capaz de adaptarse a los cambios en las tendencias y patrones estacionales.

1. Nivel: Es el nivel constante que queda después de que hemos desestacionalizado las ventas y se elimina el efecto de factores aleatorios (ruido).

2. Tendencia: Este es el cambio en el nivel subyacente que se espera que se produzca entre hoy y el próximo mes. Refiere al delta de cambio (índice de incremento o decremento) entre los periodos de la serie “pendiente”.

3. Índice de estacionalidad: Es la ponderación que se le da al valor pronosticado de acuerdo al peso correspondiente con base al mismo periodos o periodos coincidentes.

Para cada componente (nivel, la tendencia, estacionalidad) hay una constante de suavizado, (α, β, γ) que cae entre cero y uno. Las constantes de suavización más grandes, significan más peso para los últimos datos.

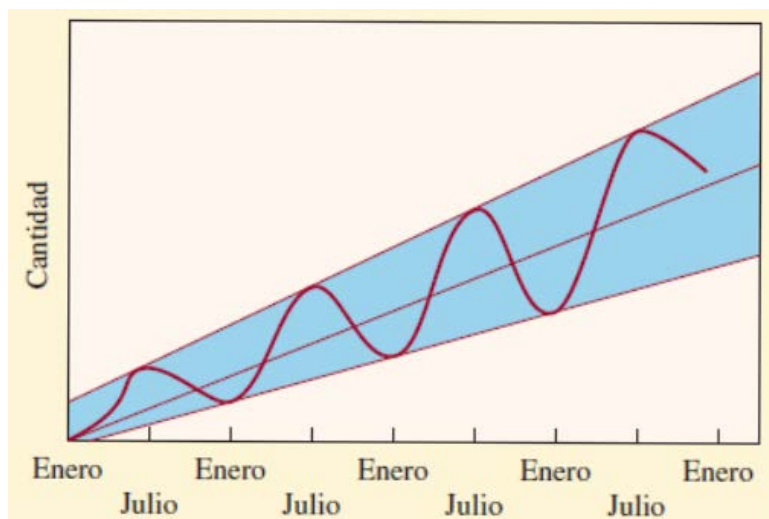


Figura 13. Suavizado Exponencial Holt-Winters
Fuente: Richard Chase (2009)

Modelo Multiplicativo

En este modelo la serie tiene una tendencia al menos localmente, y un patrón estacional creciente.

$$S_t = \alpha \left(\frac{x_t}{C_{t-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} - B_{t-1})$$

$$B_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)B_{t-1}$$

$$C_t = \gamma \left(\frac{x_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)C_{t-L}$$

$$F_{t+K} = (S_t + KB_t)C_{t+K-L}$$

Donde:

S_t : es el suavizado del patrón constante

B_t : es el suavizado del patrón tendencial

C_t : es el suavizado del patrón estacional

α, β, γ constantes de suavizamiento $0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$

L : es la longitud de la estacionalidad

Valores iniciales.

Se plantea un estado inicial tiempo cero asignando valores iniciales a el proceso, pues en el comienzo no hay historia que ayude a su cálculo.

Valor inicial de la constante.

- Se toma un promedio de todos los periodos (μ). Se suele utilizar la media del primer año o de los dos primeros años cuando el crecimiento tendencial no es elevado.
- Ajustar la serie a una función lineal tipo ($y = mx + b$), y tomar como valor inicial el valor de la estimación de la constante (b).

Valor inicial del componente tendencia.

- Tomar la diferencia de la media de los valores de la serie del segundo año menos la media de los valores del primer año, dividiendo todo ello por la frecuencia de la serie para obtener un valor en la escala adecuada.
- Ajustar la serie a una función lineal tipo ($y = mx + b$), y tomar como valor inicial el valor de la estimación de la constante (m).

3.5 Control de inventarios

Sugerencias para el control de artículos A y B

- La demanda debe ser cuidadosamente analizada y, aunque debe basarse en un sistema adecuado de pronósticos, debe tener la influencia personal de la administración, dependiendo del caso particular. Por ejemplo, pueden existir artículos clase A tan especiales que la administración directamente determine su demanda futura con base en las conversaciones personales con los clientes.
- Los tamaños de pedido (Q) deben determinarse mediante las mejores técnicas disponibles. Por ejemplo, en vez de asumir que Q está predeterminada, deben aplicarse métodos que optimicen esta decisión en conjunto con la determinación del punto de reorden S.

Clasificación	A	B	C
• Control	Control individual	Control masivo	Control masivo
Tipo de revisión	Periódica	Continua	Continua
Cantidad de reorden	LXL, M-S	EOQ, BPF,CUM	BPF
Inventario de seguridad	0.5 a 1.5 mes	1.5 a 2.5 mes	Aproximados 3 meses

Tabla 6. Tipos de revisión de acuerdo a la clasificación
Fuente: (Sipper & Bulfin, 1998)

3.6 Demanda por lotes dinámicos

Aplicación para la demanda irregular y conocida para diferenciar el tipo de demanda.

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Algoritmos Simples <ul style="list-style-type: none"> ○ Lote por Lote (LXL) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Algoritmos heurísticos <ul style="list-style-type: none"> ○ Silver- Meal ○ Costo Unitario Mínimo (CUM) ○ Balanceo del periodo Fragmentado (BPF) |
|--|--|

Regla de Peterson-Silver

$$V = \frac{n \sum D^2}{\sum D} - 1$$

}

$V < 0.25$ demanda constante

$V \geq 0.25$ demanda irregular

Donde:

V: es la variabilidad

D: es la demandada

n: número de datos de demanda

Método de Silver- Meal

Este método fue desarrollado por Silver y Meal (1973) y ha demostrado un funcionamiento satisfactorio cuando el patrón de demanda es muy variable, es decir; cuando el método del lote económico de pedido y otros métodos heurísticos no producen buenos resultados. El criterio básico de este método es el de minimizar los costos de ordenamiento y mantenimiento del inventario por unidad de tiempo. Como antes, las cantidades de pedido están restringidas a lo necesario para cubrir un número entero de períodos.

El tamaño del lote se determina sumando la demanda de los periodos hasta que:

$$k(m + 1) > k(m)$$

$$k(m) = \frac{1}{m} [(A + hD_2 + 2hD_3 + \dots + (m - 1)hD_m]$$

Donde:

$K(m)$: Costo promedio para el periodo m

D : Demanda Anual

A : costo de emitir una orden

h : costo de mantener

$h^* = ic$: costo unitario de mantener en el periodo t

i : tasa anual de mantener el inventario

Tiempo de Reposición

Es el tiempo que transcurre entre el momento de expedir una orden (de compra o de producción), y el instante en que se tienen los artículos listos para ser demandados por el cliente, en este periodo es cuando puede ocurrir un faltante en el inventario y estos momentos se tornan críticos.

El tiempo de reposición o (*Lead Time*) comprende generalmente las siguientes etapas:

- Tiempo administrativo que transcurre entre la decisión de emitir una orden y su correspondiente preparación.
- Tiempo de tránsito de la orden hasta el proveedor.
- Tiempo empleado por el proveedor para procesar la orden, el cual a su vez depende de su nivel de inventario y condiciones generales de almacenamiento y producción.
- Tiempo de tránsito entre el proveedor y el lugar donde es solicitada la orden.

3.7 Inventario de Seguridad

En la mayoría de modelos se supone que la demanda es constante y conocida. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, la demanda no es constante. Por lo tanto, es necesario mantener inventarios de seguridad para ofrecer cierto nivel de protección contra las existencias agotadas. El inventario de seguridad se define como las existencias que se manejan además de la demanda esperada.

El inventario de seguridad se puede determinar captando la variabilidad en la demanda. Por ejemplo, un objetivo común es establecer el nivel de inventario de seguridad al 95%, es decir que solo existan 5% de probabilidad de que las existencias se agoten en caso de que la demanda se exceda. A este enfoque se le conoce como enfoque de probabilidad.

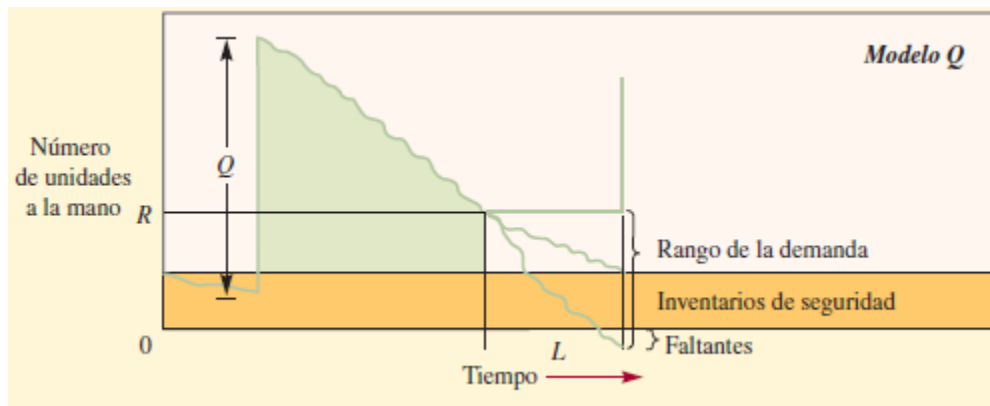


Figura 14. Modelo de Inventarios, tiempo de reposición e Inventario de seguridad
Fuente: Richard Chase (2009)

Nivel de Servicio

El nivel de servicio es la probabilidad de que todos los pedidos se surtan durante el tiempo de entrega, es el porcentaje de la demanda que se satisface con las existencias durante un periodo determinado. Es común que las compañías utilicen este enfoque para establecer en un 95% la probabilidad de que el inventario no se agote. Esto significa que se manejarían alrededor de 1.63 a 1.64 desviaciones estándar de los inventarios de seguridad

$$S = Z\sigma_{\tau}$$

- Z : variable normal estándar
- σ_{τ} : desviación estándar
- S : inventario de seguridad

4 DESARROLLO

El modelo de negocios presentado, basa las ventas de la compañía en los proyectos que los canales captan. El fabricante no está interesado en administrar un sistema de inventarios tal, que pueda hacer que se prescindiera del trabajo de los mayoristas y sus inventarios, de ahí la importancia del inventario que los mayoristas mantienen y el interés mostrado en la optimización del proceso administrativo de los mismos.

Según Carlos Vidal (2005), las causas fundamentales por las cuales se necesita un buen manejo del inventario en cualquier empresa suelen ser: las fluctuaciones aleatorias de la demanda y los tiempos de reposición (Lead Time). Los inventarios también surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos.

4.1 Síntomas del sistema de Inventario actual

Algunos de los problemas que atañen tanto a fabricante como al mayorista por la poca eficiencia del sistema de inventarios son:

- Pérdidas de proyectos por tiempos de entrega muy largos.
- Entregas parciales o atraso en entrega de licitaciones.
- Pérdida de competitividad debido al nivel de servicio.
- Costo de mantenimiento de artículos de baja rotación.

Esta propuesta consistió en encontrar un modelo matemático para mejorar la situación actual del inventario de los distribuidores, como se ve en la figura 15, un buen sistema de pronósticos será siempre un proceso cíclico en el cual tiene que inferir la experiencia humana, el cálculo de los errores y volver a acoplar los datos a un modelo.

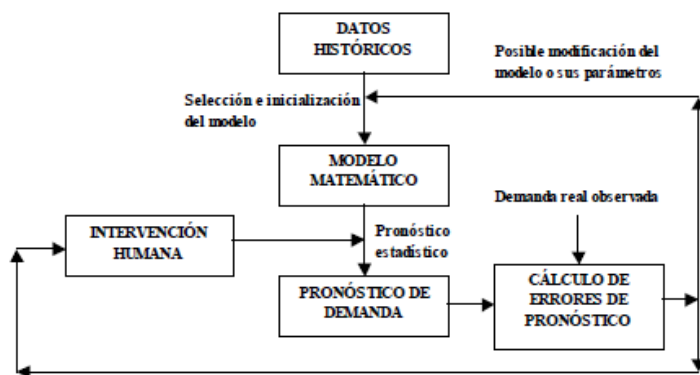


Figura 15. Ambiente común de un sistema de Pronósticos
Fuente: Adaptado de Silver et al. (1998)

4.2 ¿Qué nivel de inventario debemos mantener?

Para poder entregar una mejora a la gestión de inventarios se suelen responder estas preguntas claves ¿Con qué frecuencia debe revisarse el nivel de Inventario?, ¿Cuándo debe ordenarse? Y ¿Qué cantidad debe ordenarse en cada pedido?

Pero la pregunta raíz es, ¿Por qué debemos hacer una gestión eficiente de inventarios? La principal razón es porque los inventarios son una gran porción de los activos corrientes de cualquier empresa, la gestión y el mantenimiento del inventario se tornan costosos y afectan a algunos indicadores de resultados como; el retorno de la inversión (**ROI Return On Investment**) impactando a los resultados financieros de las compañías.

$$ROI = \frac{VENTAS - COSTO DE LOS PRODUCTOS VENDIDOS}{EXISTENCIAS FÍSICAS + CUENTAS POR COBRAR + INVENTARIO}$$

Como podemos observar en la ecuación la influencia del inventario es alta para el cálculo de este indicador.

Existen varios métodos estadísticos para determinar puntos de reorden e inventarios de seguridad cuando la demanda es determinística (constante), y métodos para cuando la demanda es desconocida (se ajusta a una función de probabilidad). Más adelante se analizan los datos históricos para seleccionar el método más apropiado.

Cabe mencionar que en bastantes ocasiones los inventarios de seguridad y los puntos de reorden son calculados con base en la demanda promedio, y no coinciden con el valor óptimo obtenido como resultado de un análisis estadístico formal. La clave consiste entonces en liberar capital invertido en inventarios de seguridad de artículos con baja variabilidad y distribuirlo en inventarios de seguridad de artículos con alta variabilidad. El balance de esta operación es frecuentemente positivo y se puede mejorar significativamente el servicio al consumidor sin invertir un peso adicional en inventarios.

4.3 Aplicación del Método ABC

Se comenzará a clasificar los artículos por medio de la metodología ABC descrita en el capítulo anterior.

1. Sumar las unidades vendidas en un año

$$D_i = 6469 \text{ [unidades/año]}$$

Donde D_i = Demanda anual del artículo i [unidades/año]

2. Encontrar el valor del artículo

$$v_i = \text{Valor unitario del artículo } i \text{ [$/unidad]}$$

$$v_i = 2,785 \text{ [$/unidad]}$$

3. Multiplicar la demanda anual por el valor individual del artículo.

$$\text{Volumen} = D_i * v_i$$

$$\text{Volumen} = (6469 \text{ [unidades/año]}) * \left(2,785 \left[\frac{\$}{\text{unidad}} \right] \right) = 18,016,165 \text{ [$/año]}$$

4. Dividir el volumen de un artículo entre el volumen total de todos los artículos y calcular el volumen acumulado en porcentaje.

$$\text{Volumen anual} = (18,016,165 \left[\frac{\$}{\text{año}} \right]) / 4,063,580 \left[\frac{\$}{\text{año}} \right] * 100[\%] = 26\%$$

5. Ordenar de mayor a menor los porcentajes obtenidos en el punto 4.

Se ocupará Excel para los siguientes cálculos.

Demanda (Unid/año)	Valor (\$/Unid)	Volumen (\$/año)	Volumen Anual (%)	Volumen Acumulado (%)	Clasificación (A,B,C)	Porcentaje por Clasificación
6469	\$ 2,785	18016165.00	44%	44%	A	78%
2291	\$ 3,895	8923445.00	22%	66%		
1701	\$ 2,785	4737285.00	12%	78%		
5225	\$ 631	3296975.00	8%	86%	B	14%
655	\$ 2,365	1549075.00	4%	90%		
342	\$ 2,785	952470.00	2%	92%		
670	\$ 1,040	696800.00	2%	94%	C	8%
288	\$ 2,365	681120.00	2%	96%		
694	\$ 631	437914.00	1%	97%		
420	\$ 631	265020.00	1%	97%		
101	\$ 1,670	168670.00	0%	98%		
224	\$ 578	129472.00	0%	98%		
32	\$ 3,895	124640.00	0%	98%		
292	\$ 368	107456.00	0%	99%		
1688	\$ 63	106344.00	0%	99%		
1718	\$ 53	91054.00	0%	99%		
209	\$ 420	87780.00	0%	99%		
59	\$ 999	58941.00	0%	99%		
61	\$ 578	35258.00	0%	100%		
106	\$ 263	27878.00	0%	100%		
6	\$ 3,895	23370.00	0%	100%		
7	\$ 2,630	18410.00	0%	100%		
2	\$ 8,725	17450.00	0%	100%		
7	\$ 2,365	16555.00	0%	100%		
13	\$ 1,040	13520.00	0%	100%		
9	\$ 1,040	9360.00	0%	100%		
5	\$ 1,670	8350.00	0%	100%		
354	\$ 19	6726.00	0%	100%		
10	\$ 578	5780.00	0%	100%		
4	\$ 999	3996.00	0%	100%		
3	\$ 999	2997.00	0%	100%		
1	\$ 2,785	2785.00	0%	100%		
44	\$ 63	2772.00	0%	100%		
2	\$ 999	1998.00	0%	100%		
3	\$ 578	1734.00	0%	100%		
5	\$ 263	1315.00	0%	100%		
3	\$ 420	1260.00	0%	100%		
4	\$ 263	1052.00	0%	100%		
1	\$ 1,040	1040.00	0%	100%		
2	\$ 420	840.00	0%	100%		
22	\$ 19	418.00	0%	100%		
4	\$ 63	252.00	0%	100%		
1	\$ 63	63.00	0%	100%		
0	\$ 2,365	0.00	0%	100%		

Figura 16. Modelo ABC aplicado
Fuente: Elaboración propia

Se analizará a detalle los históricos de ventas de 52 semanas equivalentes a un año para los artículos de la clasificación A y B. Para determinar el mejor método de pronósticos.

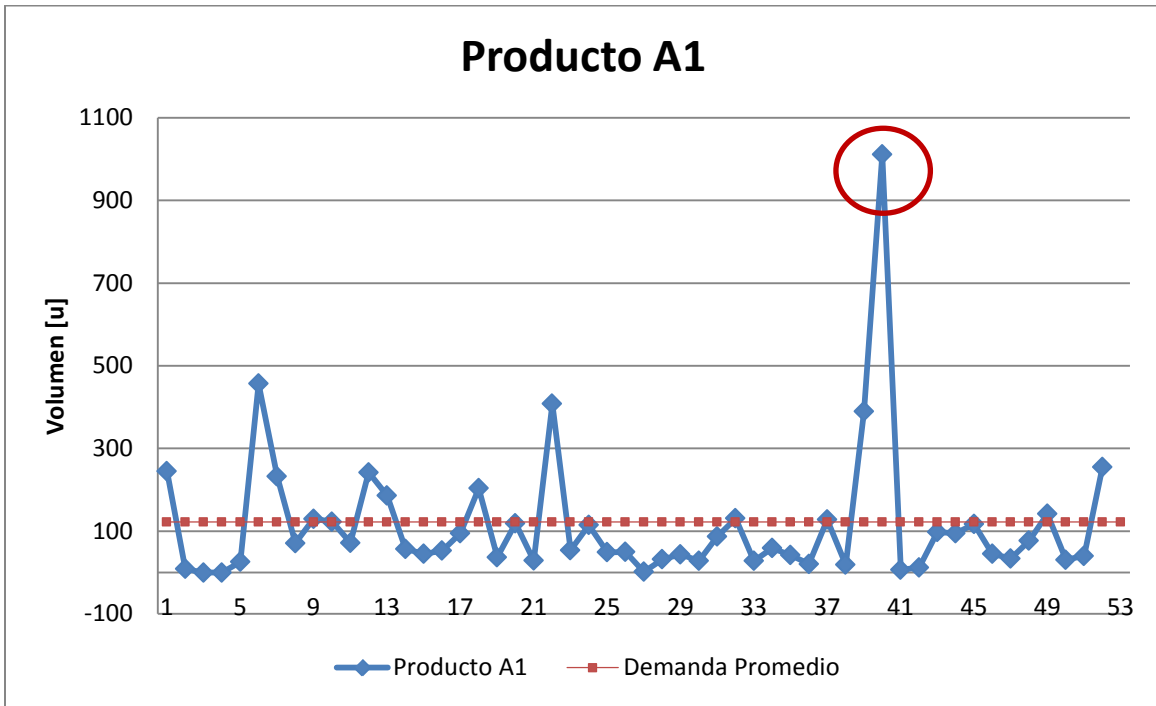


Figura 17. Históricos Producto A1
Fuente: Elaboración Propia (Excel)

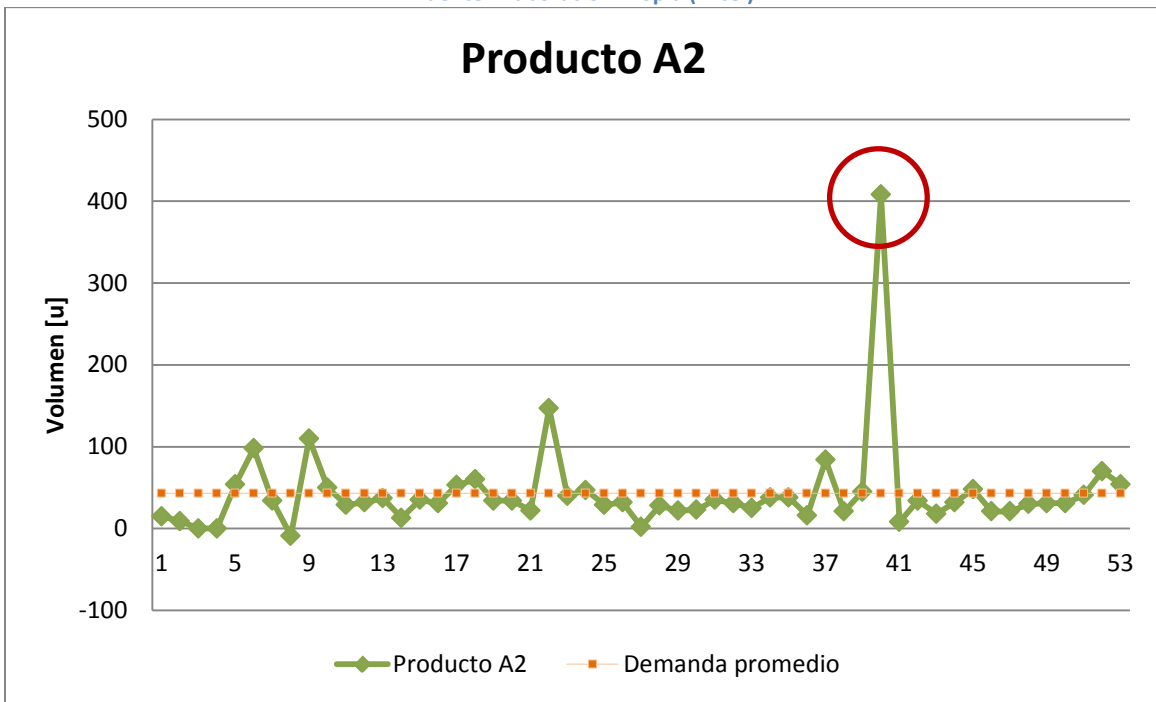


Figura 18. Históricos Producto A2
Fuente: Elaboración Propia (Excel)

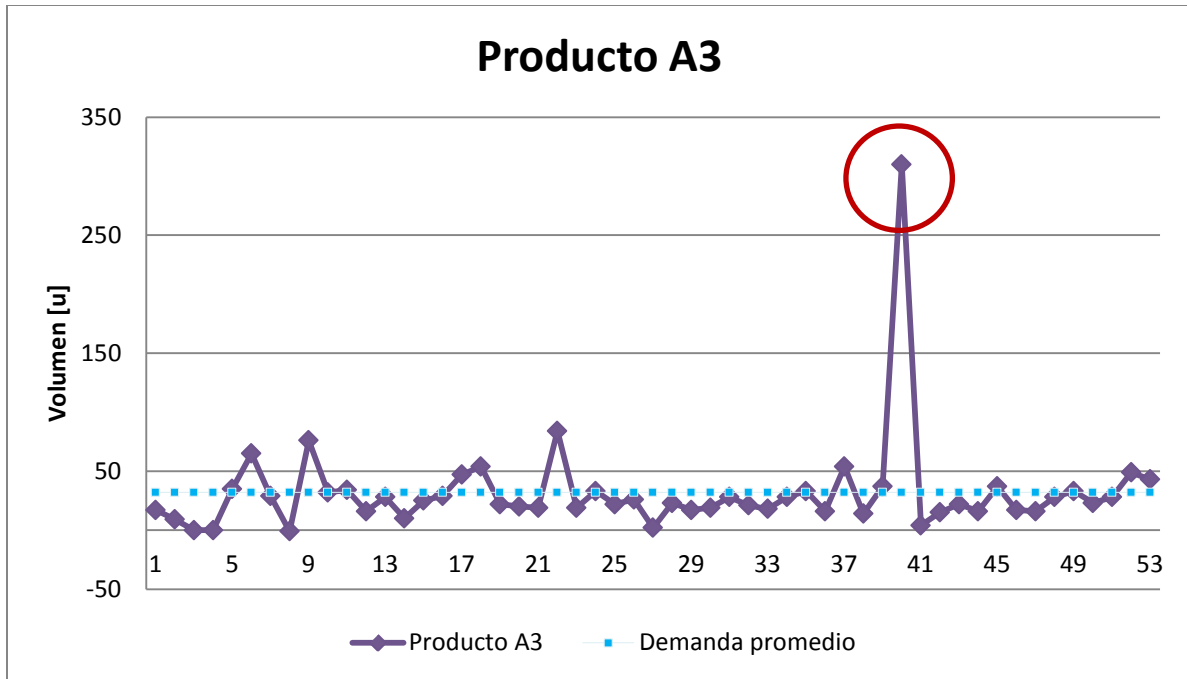


Figura 19. Históricos Producto A3
Fuente: Elaboración Propia (Excel)

Como se puede observar en las gráficas 17,18 y 19, todas tienen un cierto parecido en la serie de tiempo. El cuál refleja similitud pero en diferente proporción, esto indica que los productos están probablemente ligados en el consumo, esto es, que hay cierta dependencia en la venta de un producto con respecto al otro. Se analizó la posibilidad de que estos siempre fungieran como paquetes de productos pero las conclusiones sobre la proporción de la dependencia y correlación fueron rechazadas por los expertos en venta. La justificación para rechazar este argumento fue que no existe una dependencia estricta ya que cada proyecto y cliente decidirá el nivel de redundancia que desea en su sistema, el tamaño de la compañía, gustos y las recomendaciones del vendedor.

El punto (40, y) marcado en rojo es un dato interesante para analizar, ya que en ambas gráficas coincide este aumento atípico y bastante desproporcional de ventas en ese mismo periodo, investigando los datos coincide en un mismo proyecto que no se presenta con cotidianidad y que no tiene un evento similar 5 años hacia atrás, así que se ajustará para no desviar la media y no afectar los pronósticos. Como buenas prácticas de inventario se recomienda ajustar o descartar esos datos que pueden sesgar nuestro pronóstico y aumentar la magnitud de las desviaciones.

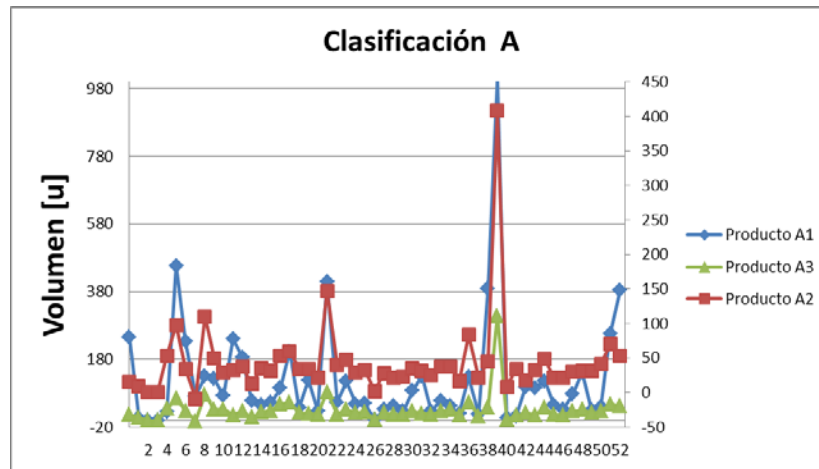


Figura 20. Clasificación A
Fuente: Elaboración Propia (Excel)

En la figura 21 podemos observar el ajuste de los datos históricos sin los eventos atípicos que desproporcionaban el nivel de la serie. Se procederá a evaluar el mejor método de pronósticos con base en el error absoluto medio (DAM) y la facilidad de aplicación.

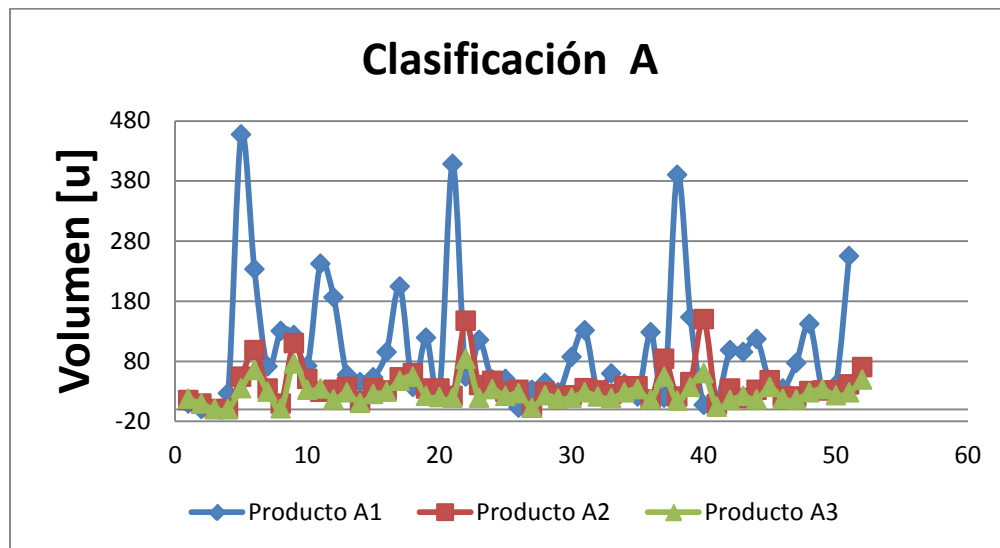


Figura 21. Clasificación A con valores de ajuste
Fuente: Elaboración Propia (Excel)

Como ayuda para la toma de decisión sobre el método más apropiado de pronóstico, se puede consultar la figura 12 y la figura 20. En la figura 20 podemos encontrar las políticas recomendadas para cada clasificación del inventario y el método recomendado. En la figura 20 podemos constatar mediante la métrica del error (DAM), las diferentes magnitudes que se obtuvieron de utilizar cada uno de los diferentes métodos de series de tiempo.

Análisis del patrón de demanda

$$\text{Coeficiente de Variación de la demanda} = \frac{\text{Desviación Estándar de la demanda}}{\text{Demanda Promedio}}$$

$$\text{Coeficiente de Variación de la demanda A1} = \frac{104}{101} = 1.0297 = 102.9\%$$

∴ el patrón de demanda es dinámico

4.4 Análisis de los experimentos de las series de tiempo

Con apoyo de la hoja de cálculo se programaron las series de tiempo más comunes y se obtuvieron los siguientes resultados del error de los pronósticos según el método empleado para cada uno de ellos. Ejemplo para el artículo A (consultar tabla 7).

Método	A1
Último Dato	99.60
Promedio Simple	74.88
Promedio Móvil (mejores K)	
K=3	57.85
K=43	49.52
Promedio móvil ponderado	88.61
Suavizado Exponencial	75.29
Suavizado Exponencial Doble	70.75
Método Winters	46.34

Tabla 7. Cálculo de errores para diferentes Métodos

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los métodos más apropiados para pronosticar es el Método Holt-Winters y el promedio Móvil con K=43 por obtener el indicador con menor magnitud de error entre todas las series de tiempo. Analizando además el acoplamiento de los datos con el pronóstico puedo inferir que el mejor método es Holt-Winters debido a la consideración de estacionalidad, tendencia y nivel (observar figura 22).

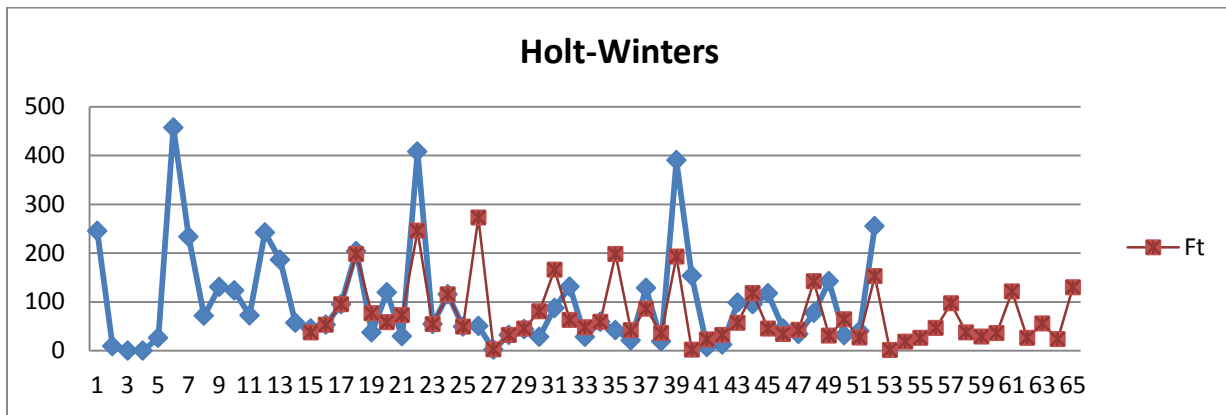
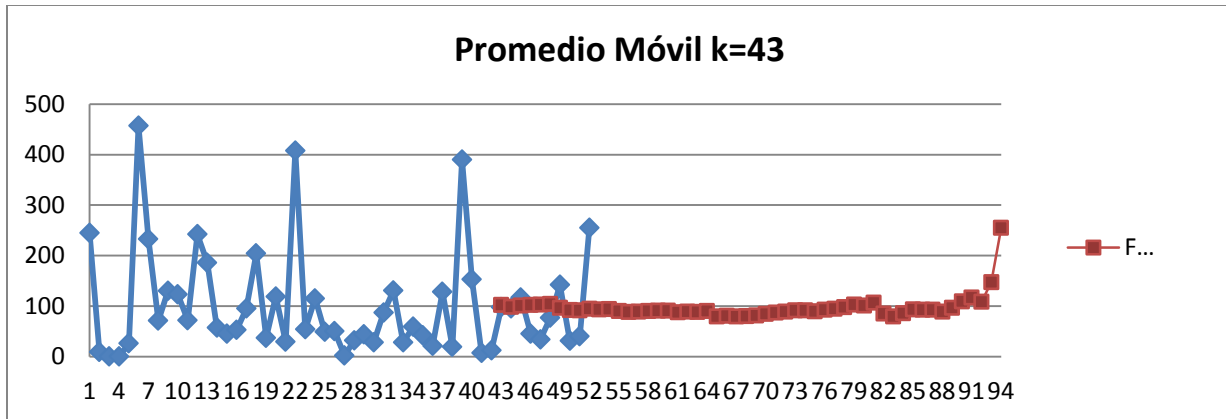


Figura 22 Acoplamiento de datos históricos A1
Fuente: Elaboración propia

La selección de K para la aplicación de los promedios móviles fue el criterio de menor DAM para todas las posibles elecciones desde k igual a dos hasta k igual a cincuenta y uno.

Es decir

$$1 < k \leq n - 1$$

$$n = 52 \text{ periodos} \quad k \in \mathbb{N}$$

Serán evaluados los artículos de la clasificación A y B con este mismo método. Utilizando la plantilla ya programada para el artículo A1.

Método	DAM A1	DAM A2	DAM A3	DAM B1	DAM B2	DAM B3
Último dato	99.6	29.71	19.4	107.17	11.1	7.52
Promedio Simple	74.88	20.52	13.34	77.81	7.66	5.45
<i>Promedio Móvil</i>						
K=3	86.27	27.11	17.21	100.19	10.05	6.29
K=43	49.52	24.79	15.39	93.15	9.22	6.4
Promedio móvil ponderado	88.61	27.67	17.81	103.47	10.37	7.16
Suavizado Exponencial	75.29	20.55	13.39	77.09	7.73	5.43
Suavizado Exponencial Doble	72.54	20.25	13.07	80.49	10.37	4.9
Método Holt-Winters	46.34	11.0737	7.17	23.55	4.36	3.57

Tabla 8. Comparación de Desviaciones Absolutas Medias para artículos A y B
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente sección se detallará el método de pronóstico utilizado.

4.5 Aplicación del Modelo Holt-Winters.

Como primer paso se procedió a calcular el valor inicial de la tendencia mediante regresión lineal para los datos históricos.

$$B_{t-1} = m = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum(x^2) - (\sum x)^2} = \frac{52(6604) - (5226)(1378)}{52(48230) - 1898884} = -0.8808$$

$$S_{t-1} = b = \frac{(\sum y) - m(\sum x)}{n} = \frac{(5226) - (-0.88)(1378)}{52} = 123.8 \text{ ó } S_{t-1} = \frac{n+1}{2} = 26.5$$

También con apoyo de Excel se pudo insertar una línea de ajuste a la serie de datos históricos y solicitar los valores de la pendiente y de la intersección con el eje y utilizar esos valores. Como podemos observar en la siguiente figura, los valores obtenidos con Excel y las formulas son iguales.

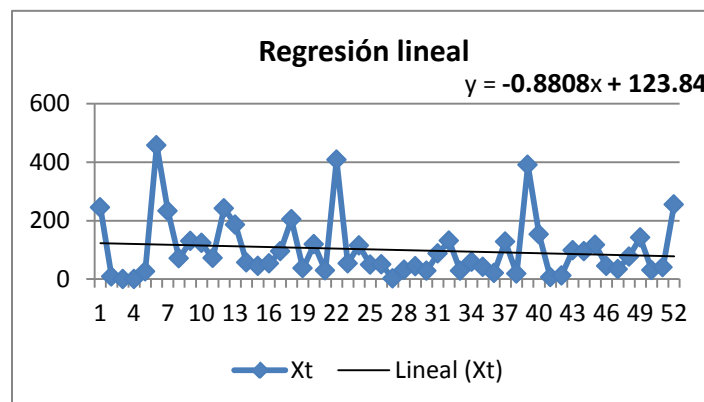


Figura 23 Regresión lineal
Fuente: Elaboración propia

El segundo paso es otorgarle valores a las constantes α , β y γ para poder calcular los suavizados de patrón constante, tendencial y los patrones estacionales.

Los valores iniciales serán $\alpha = 0.3, \beta = 0.4$ y $\gamma = 0.25$ seleccionados arbitrariamente para poder calcular los demás factores. Posteriormente se optimizan con la herramienta de Solver GRG Non linear para minimizar el DAM.

$$C_1 = \frac{\text{PROMEDIO } X \text{ sem } 1}{\text{PROMEDIO } X_t}, C_2 = \frac{\text{PROMEDIO } X \text{ sem } 2}{\text{PROMEDIO } X_t}, \dots, C_{13} = \frac{\text{PROMEDIO } X \text{ sem } 13}{\text{PROMEDIO } X_t},$$

Por lo tanto la estimación de los patrones comenzará en 13 ya en ese momento $(t - L)$ será positivo ya que: $1 \leq t \leq 52$ y $L = 13$

$$S_{13} = 0.3 \left(\frac{186}{2.076} \right) + (1 - 0.3)(26.5 - (-0.88)) = 46.044$$

$$B_{13} = 0.4(46.044 - 26.5) + (1 - 0.4)(-0.88) = 7.289$$

$$C_{14} = 0.25 \left(\frac{57}{46.044} \right) + (1 - 0.25)(2.076) = 0.698$$

$$k = 1, \quad L = 13, \quad t = 13$$

$$F_{15} = (46.044 + (1)7.289)0.689 = 36.74[u]$$

Después de aplicar estas fórmulas para toda la plantilla, se buscaron los valores óptimos mediante Solver.

Alfa	α	0.00381
Beta	β	0.99900
Gamma	γ	0.00100
Promedio	μ	100.50
St-1	$(n+1)/2$	26.5
Bt-1	m	-0.88082

DAM	47.04
α	104.16

t	Xt	St	Bt	Ct	Ft
1	245			0.0203	
2	9			0.33792	
3	0			0.48793	
4	0			0.88909	
5	26			1.84452	
6	457			0.7215	
7	233			0.55819	
8	71			0.71468	
9	130			2.45261	
10	123			0.54006	
11	72			1.16	
12	242			0.77335	
13	186	112.391	-0.88082	2.79801	

Parámetros de Solver

Establecer objetivo: \$B\$7

Para: Máx. Min Valor de: 0

Cambiando las celdas de variables: \$D\$5:\$D\$7, \$F\$14:\$F\$25

Sujeto a las restricciones:

\$D\$5:\$D\$7 <= 0.9999

\$D\$5:\$D\$7 >= 0.0000001

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: GRG Nonlinear

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Figura 24 Optimización de alfa, beta y gama
Fuente: Elaboración propia

Cte.	A1	A2	A3	B1	B2	B3
α	0.0036	0.01817	0.00599	0.001	0.001	0.0369
β	0.999	0.32546	0.999	0.999	0.001	0.001
γ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
DAM	46.34	11.0737	7.17	23.55	4.36	3.57

Figura 25 Resultados de alfa, beta y gama
Fuente: Elaboración propia

t	xt	Ct
1	245	2.006E-08
2	9	0.7398903
3	0	0.1677212
4	0	0.3407027
5	26	0.9394256
6	457	0.5307459
7	233	1.2236335
8	71	0.3599395
9	130	0.8901422
10	123	0.1708503
11	72	1.0785037
12	242	0.7382747
13	186	2.0762852

Tabla 9 Resultados de factores estacionales
Fuente: Elaboración propia

Observando los resultados de los factores estacionales y de las constantes de suavización podemos observar una particularidad en los valores de gama para todas las series y beta muy parecida para las primeras cuatro series y buenos comportamientos en los factores estacionales. ¿Qué significan estas magnitudes?

Cuando C es mayor que uno nos muestra que ese periodo es generalmente más grande que el promedio, cuando es menor que uno es que es más bajo que la demanda promedio y finalmente cuando es similar a uno es que es muy cercano a la demanda promedio. Si C se parece en todos los periodos se concluye que no tiene estacionalidad.

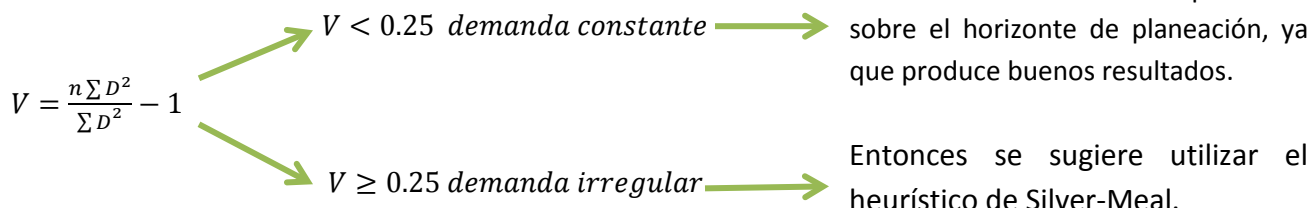
Con la figura 26 confirmamos los resultados de los análisis anteriores, afirmando que los métodos recomendados para las series que contienen estacionalidad son los métodos periódicos de Winters. Se ha pronosticado un ciclo para todos los artículos en análisis, es decir trece periodos estos pronósticos servirán para modelar el sistema de inventario.

PATRÓN DE DEMANDA	SISTEMA DE PRONÓSTICO RECOMENDADO
Perpetua o uniforme	Promedio móvil o suavización exponencial simple
Con tendencia creciente o decreciente	Suavización exponencial doble
Estacional o periódica	Modelos periódicos de Winters
Demandas altamente correlacionadas	Métodos integrados de promedios móviles auto-regresivos (ARIMA)
Errática (Ítems clase A de bajo movimiento)	Pronóstico combinado de tiempo entre la ocurrencia de demandas consecutivas y la magnitud de las transacciones individuales

Figura 26. Los sistemas de pronósticos y el patrón de la demanda
Fuente: Carlos Vidal (2006).

4.6 Control de Inventario para artículos A y B

Aplicando la regla Peterson Silver tenemos que:



Artículo	$\sum D^2$	$\sum D^2$	Regla de Peterson-Silver
A1	5226	1078508	1.053467831
A2	1979	125675	0.668632312
A3	1408	54684	0.434360473
B1	3937	672629	1.25656632
B2	672	28012	2.225588152
B3	332	7598	2.584482508

Tabla 10. Regla de Peterson-Silver para artículos A y B
Fuente: Elaboración Propia

Debido a que todos los artículos tuvieron como resultado un índice mayor igual que 0.25 se procede a utilizar el método de Silver-Meal, El modelo a utilizar nos dará muy buenos resultados y en algunas ocasiones hasta los óptimos, en contraste con un modelo EOQ donde la cantidad a ordenar es óptima pero ese modelo y sus derivaciones sólo son seguros cuando los datos de la demanda son constantes.

Se utilizará la herramienta de Excel para programar el algoritmo con la condición de que se evalúen los costos de mantener y ordenar para reducirlos.

condición: $k(m + 1) > k(m)$

$$\text{fórmula: } k(m) = \frac{1}{m} (A + hD_2 + 2hD_3 + \dots + (m - 1)hD_m)$$

Teniendo en cuenta que para el artículo A1:

D : demanda del periodo(pronóstico)

A : \$600

$c = \$ 2785$

$h := ic = \left(\left(\frac{0.18}{52}\right) * 2785\right)$ i : 18% % Anual / 52 semanas

Para $m=1$

$$k(1) = \frac{1}{1} (600 + (1 - 1) \left(\left(\frac{0.18}{52}\right) * 2785\right) (2) = 600$$

Como $k(2) < k(1)$, continua

$$k(2) = \frac{1}{2} (600 + (2 - 1) \left(\left(\frac{0.18}{52}\right) * 2785\right) (18) = 386.76$$

Como $k(3) < k(2)$, continua

$$k(3) = \frac{1}{3} (600 + (3 - 1) \left(\left(\frac{0.18}{52}\right) * 2785\right) (26) = 367.1$$

Como $k(4) > k(3)$, se detiene

$$k(4) = \frac{1}{4} (600 + (4 - 1) \left(\left(\frac{0.18}{52}\right) * 2785\right) (47) = 489.82$$

Para el periodo 1 se ordenará $Q1 = D_1 + D_2 + D_3 = 2 + 18 + 26 = 46[u]$

$$k(1) = \frac{1}{1} (600 + (1 - 1) \left(\left(\frac{0.18}{52}\right) * 2785\right) (47) = 600$$

Como $k(2) > k(1)$, se detiene

$$k(2) = \frac{1}{2} (600 + (2 - 1) \left(\left(\frac{0.18}{52}\right) * 2785\right) (97) = 767.6$$

Para el periodo 2 se ordenará $Q2 = D_4 = 47[u]$

Se continuará el proceso en una hoja de Excel.

m	Dm Pronosticada
1	2
2	18
3	26
4	47
5	97
6	38
7	29
8	36
9	122
10	27
11	56
12	24
13	130

Obteniendo la cantidad de pedido y, el periodo en el que se deberá ordenar.

Donde

D_t: son los periodos pronosticados
Q: será la cantidad a ordenar en ese periodo

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
D _t	2	18	26	47	97	38	29	36	122	27	56	24	130
Q	46			47	164			36	149		80		130

Tabla 11. Modelo de Reabastecimiento producto A1
 Fuente: Elaboración propia

Se consideró como costo de mantener al inventario; los costos de almacenamiento, manejo, seguros y obsolescencia tomando como referencia los valores de la tabla 5. Dando un gran total del 18% del costo del artículo anualmente.

Ahora que se tienen los pronósticos y el modelo de reabastecimiento de los productos de mayor consumo e importancia, es fundamental estipular las condiciones y limitantes que se tendrán en cuenta para aplicar dicha metodología.

1. El Tiempo de reposición diferente de cero.

Este nos ayudará a comprender que el pedido Q_t tendrá que ser ordenada anticipadamente el número de periodos que tarda en ser entregado, en muchas compañías los proveedores pueden entregarlo con gran efectividad el mismo día que se ordena pero para hasta esos casos habrá una diferencia de tiempo en lo que el producto está agotado y llega el pedido, y esto trae consigo el riesgo de tener demanda cuando no tenemos el inventarios demando e incurrimos en el costo de oportunidad.

2. El Tiempo de reposición nunca es exacto

Esto significa que aunque se calcule y anticipe el arribo del producto, (el número de periodos establecidos), pueden existir factores que afecten a que este tiempo de reposición se demore: por accidentes en el transporte del producto, la importación de productos, lotes de productos con fallas o contratiempos en las plantas de producción y algunos factores externos e impredecibles que suelen presentarse. Por eso es valioso contar con un inventario de seguridad que nos permita enfrentar esas adversidades, una buena evaluación a los proveedores será una apreciada herramienta.

Para el caso en estudio el tiempo de reposición suele de ser de dos a tres periodos, esta variación depende del tipo de hardware que se ordene, contempla producción, consolidación, embarque y el traslado desde el país manufacturero hasta México.

4.7 Inventario de Seguridad

Los inventarios de seguridad para los artículos A se calcularán con un nivel de servicio al 95%, esto significa que permitirán un faltante de 5% anual y 90% para los B. El cálculo de estos inventarios se llevará a cabo con las desviaciones estándar de los datos históricos, que fungirán como la muestra y con la tabla de distribución Normal para encontrar el valor de Z . Ver Teorema del límite central en el Anexo.

$$z = 1 - .95 = .05$$

Buscando en la tabla de distribución normal tabla el valor .05 el número que arroja es -1.64 dado que buscamos el complemento, se utilizará 1.64.

$$S = Z\sigma_{\tau} = (103.52)(1.64) = 169.77 \approx 170[u]$$

Se realizará el mismo cálculo para los demás artículos, con el inventario de seguridad y la programación de órdenes se puede concluir la propuesta de una nueva metodología de inventarios.

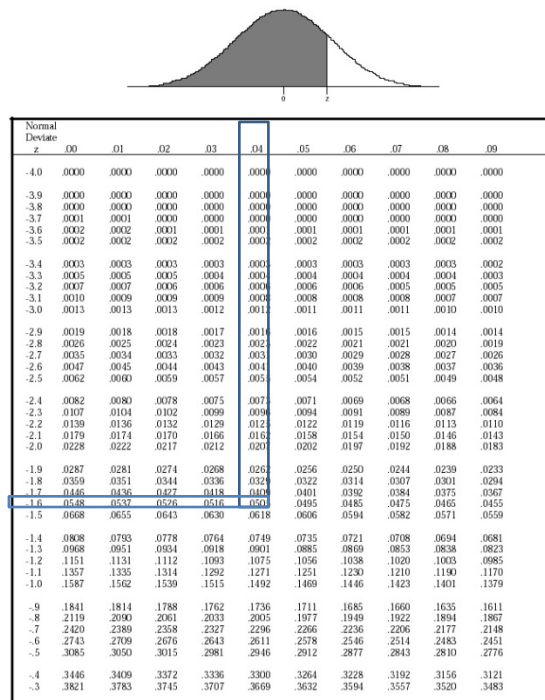


Figura 27 Tabla de Distribución Normal

Fuente: Elaboración propia

5 RESULTADOS

Se encontró un modelo de pronósticos que tuvo un buen acoplamiento con los datos históricos y que además conto con el menor indicador de error comparado con otros modelos de series de tiempo ver en la tabla 8.

El modelo presentado en los gráficos siguientes, son los pronósticos para trece periodos, utilizando el método Holt-Winters y optimizando las constantes de suavizamiento con Solver.

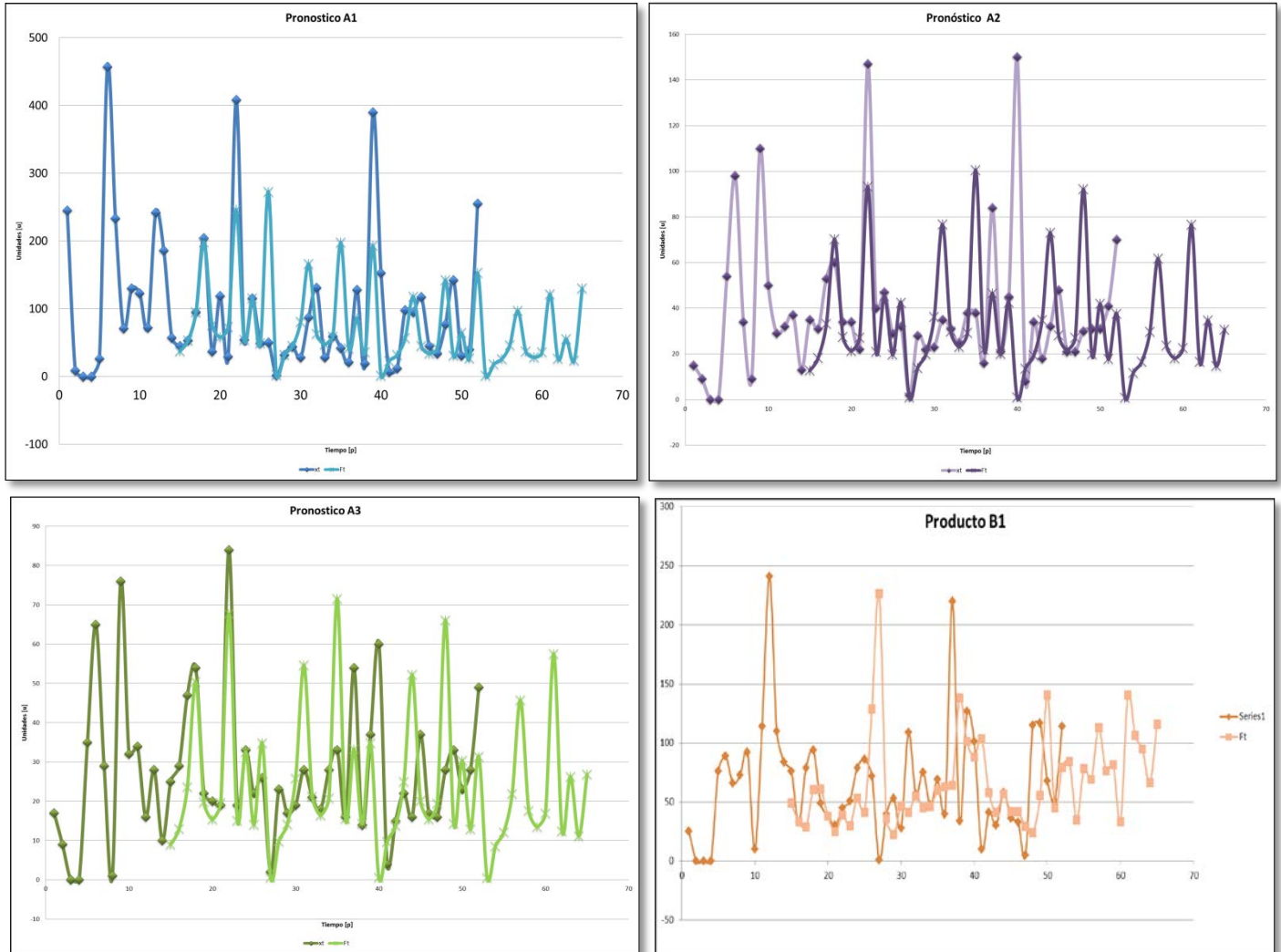


Figura 28. Resultados del Método Holt-Winters
Fuente: Elaboración propia

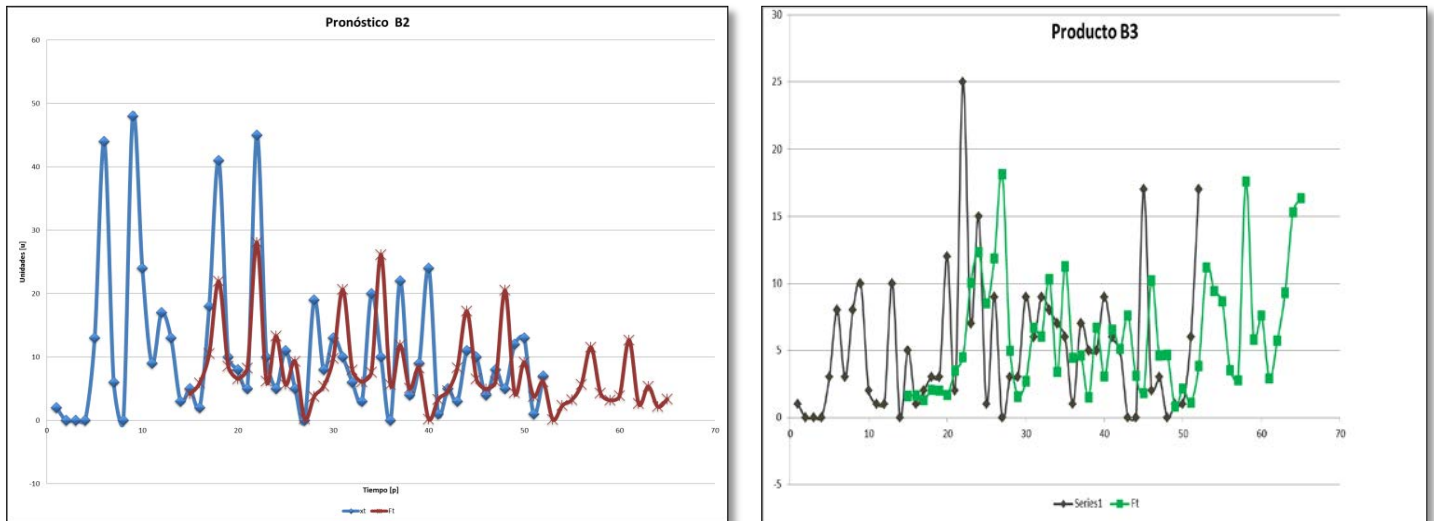


Figura 29. Resultado del Método Holt-Winters
Fuente: Elaboración propia

Se consiguió un buen modelo utilizando Holt-Winters ya que tomo en cuenta la estacionalidad, esa la podemos observar en el aumento y disminución de demanda repitiéndose en cierto número de periodos, la tendencia que en este caso es el valor de la pendiente de nuestra serie de tiempo ya sea positivo o negativos, y por último el nivel de los datos que es representada por la constante de nuestros datos eliminando el ruido.

Para fines de un mejor resultado con la magnitud de los errores y un mejor análisis de los datos históricos, ajusté los datos que estuvieran cinco veces por arriba del promedio de la serie finalmente ajusté de uno a tres valores por serie. El criterio de selección de este número lo obtuve colocando como límite superior múltiplos del promedio de la serie y analizando cuantos y cuales datos quedaban fuera del análisis para cada uno de ellos, así que el número seleccionado ayudaría a minimizar el riesgo de borrar los sucesos estacionales.

Una de las ventajas de este análisis de datos, fue que se han programado en Excel los métodos de las series de tiempo descritas en la tabla 8, es decir para este momento el modelo fue Holt-Winters pero si se analizarán en otro momento, o para nuevas adquisiciones de productos, se tendrían las herramientas suficientes para elegir otro modelo basado en mínimo error y tomar una decisión con apoyo de la experiencia de un analista.

Después de obtener los pronósticos se llevó a cabo la prueba de Peterson-Silver, que sirve para conocer qué método de abastecimiento sería el más conveniente. Como resultado se obtuvo que la demanda es irregular y por tanto un modelo de Lote por Lote o Silver-Meal sería más eficiente para esos datos.

Con la metodología Silver-Meal descrita en el capítulo 4 se consiguieron los resultados para los artículos restantes.

A1

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dt	2	18	26	47	97	38	29	36	122	27	56	24	130
Q	46			47	164			36	149		80		130

A2

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dt	1	12	17	30	62	24	18	23	77	17	35	15	31
Q	30			30	104			23	94		50		31

A3

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dt	1	9	13	22	46	18	14	17	58	13	27	12	27
Q	23			22	95				71		39		27

B1

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dt	2	23	32	58	122	47	37	47	159	35	74	32	102
Q	115				253				300				102

B2

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dt	1	3	4	6	12	5	4	4	13	3	6	3	4
Q	14				25				29				

B3

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dt	1	3	4	7	14	6	4	6	18	4	9	4	9
Q	15				30				35				9

Tabla 12. Resultados del método Silver-Meal
Fuente: Elaboración propia

Para culminar con el sistema fue necesario calcular un inventario de seguridad. Para los artículos **A** se definió con un nivel de servicio del 95% y para los artículos **B** el 90%. El resultado nos brindará certeza de que aunque haya demoras en el tiempo de entrega o que nuestro pronóstico de la demanda sea menor que la demanda real, estaremos dando un nivel de servicio del 95% y 90% respectivamente para esos productos.

Artículo	μ	σ	z	α	p	$S=\sigma*z$
A1	100.5	104.2	1.64	0.05	0.95	171
A2	38.4	31.0	1.64	0.05	0.95	51
A3	27.1	18.0	1.64	0.05	0.95	29
B1	69.9	61.7	1.28	0.10	0.90	79
B2	11.0	11.6	1.28	0.10	0.90	15
B3	5.2	5.4	1.28	0.10	0.90	7

Tabla 13. Inventarios de Seguridad Clasificación A y B
Fuente: Elaboración propia

Tanto la plantilla de pronósticos como la de inventario Meal-Silver se podrá encontrar en el apartado de los Anexos. Es importante mencionar que no se tiene los resultados reales del desempeño de esta metodología ya que todavía no ha sido aplicada y por lo tanto no se tienen las cifras de las mejoras.

Aunque no se tuvo acceso a los costos reales de mantenimiento del almacén de los mayoristas, sí se tiene una muy buena aproximación del costo de mantenimiento por periodo de los artículos seleccionados, que contribuyen al 80% de las ventas, es decir, una valiosa parte de todo el sistema.

En la tabla 15 se tienen los costos por mantener y ordenar para los seis artículos de alto valor y en la tabla 16 los costos por mantener el inventario de seguridad para estos mismos.

Periodo\ Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Suma Artículo	Periodo\ Artículo
A1	\$ 367.1			\$ 600.0	\$ 386.4			\$ 600.0	\$ 430.1		\$ 415.7		\$ 600.0	\$ 3,399	A1
A2	\$ 352.8			\$ 600.0	\$ 361.8			\$ 600.0	\$ 414.6		\$ 401.1		\$ 600.0	\$ 3,330	A2
A3	\$ 316.9			\$ 600.0	\$ 325.8				\$ 387.6		\$ 380.9		\$ 600.0	\$ 2,611	A3
B1	\$ 245.0				\$ 227.0				\$ 202.4				\$ 600.0	\$ 1,274	B1
B2	\$ 186.8				\$ 174.6				\$ 127.3					\$ 489	B2
B3	\$ 200.6				\$ 193.4				\$ 178.9				\$ 600.0	\$ 1,173	B3
Suma Periodo	\$ 1,669	\$ -	\$ -	\$ 1,800	\$ 1,669	\$ -	\$ -	\$ 1,200	\$ 1,741	\$ -	\$ 1,198	\$ -	\$ 3,000	promedio por artículo	\$ 2,046
														Total	\$ 12,277
														Promedio por periodo	\$ 944

Tabla 14. Costos de ordenar y mantener productos A y B
Fuente: Elaboración Propia

Artículo	S	Costo por mantener unitario [\\$]	Costo por mantener S en un periodo [\\$]	Costo por mantener S en un ciclo [\\$]
A1	171	\$ 9.64	\$ 1,648.51	\$ 21,430.58
A2	51	\$ 13.48	\$ 687.62	\$ 8,939.03
A3	29	\$ 9.64	\$ 279.57	\$ 3,634.43
B1	79	\$ 2.18	\$ 172.55	\$ 2,243.21
B2	15	\$ 8.19	\$ 122.80	\$ 1,596.38
B3	7	\$ 9.64	\$ 67.48	\$ 877.28
Suma			\$ 2,978.53	\$ 38,720.88
Promedio			\$ 496.42	\$ 6,453.48

Tabla 15. Costos por mantener Inventario de Seguridad
Fuente: Elaboración propia

Con estos análisis podemos justificar el uso del método sugerido, ya que se está considerando un gasto de \$ 944 unidades monetarias promedio por ordenar y mantener las cantidades pronosticadas para la demanda esperada, más \$ 497 unidades monetarias por tener un inventario de seguridad del 95% y 90% respectivamente para los artículos A y B, en total \$1,500 unidades monetarias promedio por tener un inventario más saludable, ni siquiera el costo de propiedad del artículos A (ver figura 16).

Es complicado cuantificar con exactitud las oportunidades pérdidas por falta del inventario y la satisfacción del cliente, pero si suponemos que tenemos quince faltantes del artículo A1 en todo el ciclo (13 periodos) se estaría perdiendo teóricamente el 84% del total valor del artículo:

$$\$2,785 * 0.84 * 5 = \$39,091$$

Comparando esta cifra con el costo total de mantener el inventario pronosticado más el de seguridad podemos observar que, permitir esos pocos faltantes sería como estar pagando el 70% del costo de mantener un inventario saludable (ver en la tabla 17).

Costo por ciclo por mantener (As y Bs)	\$ 50,997.76	100%
Costo por oportunidad de 15 artículos A1	\$ 35,091.00	69%

Tabla 16. Comparación de costos
Fuente: Elaboración propia

6 CONCLUSIONES

Uno de los propósitos principales de este trabajo fue identificar los métodos estadísticos que ayuden a mejorar la gestión del inventario y el nivel de servicio al cliente de la empresa en estudio. Y con base en los resultados obtenidos se comprobó que el mejor método de pronósticos no es el promedio simple utilizado actualmente, y que el más adecuado será utilizar el método Holt-Winters por sus consideraciones de estacionalidad, nivel y tendencia que son relevantes para los datos de ventas analizados, además de que el error que arrojo comparado con otros modelos fue bastante considerable para justificar el uso de este método.

Se pudo analizar que se cometía un desbalanceo de inventario por ordenar con base al promedio simple ya que el comportamiento de los productos no es constante y para los grandes aumentos de demanda, se queda limitada la venta, y cuando disminuye radicalmente la venta se invierte capital en inventario innecesariamente. Además de no minimizar los costos (ordenar y mantener) con algún sistema de abastecimiento.

Se logró obtener un método de abastecimiento utilizando el sistema Silver-Meal, fue una muy buena herramienta para aproximarnos a optimizar el resultado, es importante mencionar que se tiene que tener cuidado en el uso y análisis de los resultados y pudiera no ser amigable con cualquier usuario. Como mejora continua, después de implementar esta metodología y verificar sus resultados se podría justificar la compra de una paquetería que ayude a minimizar el tiempo de operación y/o análisis del personal a cargo.

Desde mi punto de vista uno de los métodos más sencillos dentro de la propuesta fue el análisis ABC, pero no echando de menos que es uno de los más importantes, ya que tener identificados los productos de mayor valor para la compañía y para sus clientes es una pieza fundamental en el modelo. Servirá para aumentar el enfoque de la compañía a un par de artículos versus cientos.

La decisión de utilizar el mismo tipo de control para artículos clase A y B lo he justificado con el costo adicional de tener un sistema de control más complejo o dedicado para esta clasificación. Este costo del sistema de control está representado en el costo de recolección de datos, procesamiento de la información, manejo de modelos matemáticos más complejos y generación de reportes especializados.

Aunque se consideren futuros cambios en la clasificación ABC debido a los cambios bruscos en el mercado de la tecnología, se tendrá la oportunidad de seleccionar en la plantilla programada el método más apropiado con base al error, el ajuste del pronóstico y los comentarios de los expertos y seguir los pasos para ajustar ese nuevo método.

7 ANEXOS

7.1 Participación e importancia de la PyME en México

Según Secretaría de Economía las micro, pequeñas y medianas empresas (PYMES), constituyen la columna vertebral de la economía nacional por los acuerdos comerciales que ha tenido México en los últimos años y asimismo por su alto impacto en la generación de empleos y en la producción nacional. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en México existen aproximadamente 4 millones 15 mil unidades empresariales, de las cuales 99.8% son PYMES que generan 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo en el país.

Podemos mencionar algunas de las ventajas de las Pymes:

Son un importante motor de desarrollo del país.

- **Tienen una gran movilidad**, permitiéndoles ampliar o disminuir el tamaño de la planta, así como cambiar los procesos técnicos necesarios.
- Por su **dinamismo** tienen **posibilidad de crecimiento** y de llegar a convertirse en una empresa grande.
- Absorben una porción importante de la **población económicamente activa**, debido a su gran capacidad de generar empleos.
- **Asimilan y adaptan nuevas tecnologías con relativa facilidad.**
- Se establecen en diversas regiones del país y contribuyen al desarrollo local y regional por sus efectos multiplicadores.
- Cuentan con una buena administración, aunque en muchos casos influenciada por la opinión personal del o los dueños del negocio.

Algunas desventajas de las PYMES:

- No **se reinvierten las utilidades** para mejorar el equipo y las técnicas de producción.
- Es difícil contratar **personal especializado y capacitado** por no poder pagar salarios competitivos.
- La calidad de la producción cuenta con algunas deficiencias porque los controles de calidad son mínimos o no existen.
- No pueden absorber los gastos **de capacitación y actualización del personal**, pero cuando lo hacen, enfrentan el problema de la fuga de personal capacitado.
- Algunos otros problemas derivados de la falta de organización como: ventas insuficientes, **debilidad competitiva**, mal servicio, **mala atención al público**, precios altos o calidad mala, activos fijos excesivos, mala ubicación, **descontrol de inventarios**, problemas de impuestos y falta de financiamiento adecuado y oportuno.

7.2 Solver

Con la herramienta de Solver de Excel podemos encontrar valores óptimos o óptimos locales a las variables de estudio, existen diferentes métodos según los requerimientos del problema, el método seleccionado para esta propuesta fue el Gradiente Reducido Generalizado.

Gradiente Reducido Generalizado GRG

El algoritmo intenta moverse a partir de datos iniciales, en una dirección a través de la región factible, de tal forma que el valor de la función objetivo mejore. Tomando un salto o movimiento determinado en dicha dirección factible, se pasa a una nueva solución factible mejorada. De nuevo, el algoritmo identifica una nueva dirección factible, si existe, y un salto determinado avanzando hacia una nueva solución factible mejorada. El proceso continúa hasta que el algoritmo alcanza un punto en el cual no existe una dirección factible para moverse que mejore el valor de la función objetivo. Cuando no hay posibilidad de mejorar, o el potencial para tal mejora es arbitrariamente pequeño, el algoritmo finaliza.

Evolutionary

Los algoritmos evolutivos son métodos de optimización y búsqueda de soluciones basados en los postulados de la evolución biológica. En ellos se mantiene un conjunto de entidades que representan posibles soluciones, las cuales se mezclan, y compiten entre sí, de tal manera que las más aptas son capaces de prevalecer a lo largo del tiempo, evolucionando hacia mejores soluciones cada vez.

Los algoritmos evolutivos, y la computación evolutiva, son una rama de la inteligencia artificial. Son utilizados principalmente en problemas con espacios de búsqueda extensos y no lineales, en donde otros métodos no son capaces de encontrar soluciones en un tiempo razonable

Programación lineal

Un problema se define de programación lineal si se busca calcular el máximo o el mínimo de una función lineal, la relación entre las variables es solamente lineal.

Las funciones lineales no están acotadas, no tienen máximos ni mínimos numéricos. En un problema de programación lineal las variables no suelen ser libres sino que deben cumplir una serie de restricciones. Estas restricciones acotan los posibles valores de la solución.

7.3 Plantillas de Pronósticos

Método Holt-Winters

Alfa	α	0.00480					
Beta	β	0.85532					
Gamma	γ	0.00100			DAM	46.25	
Promedio	μ	100.50			σ	104.16	
St-1	(n+1)/2	26.5					
Bt-1	m	-88.082%					
k	t	Xt	St	Bt	Ct	Ft	Et
	1	245			0.0209		
	2	9			0.33913		
	3	0			0.48866		
	4	0			0.89082		
	5	26			1.88716		
	6	457			0.73176		
	7	233			0.56629		
	8	71			0.72103		
	9	130			2.48624		
	10	123			0.54142		
	11	72			1.16207		
	12	242			0.49698		
	13	186	112.391	-0.880816	2.79801		
	14	57	111.2486	-1.104544	0.02139		
	15	45	109.8315	-1.371916	0.3392	37.3528	7.647166017
	16	53	108.1934	-1.59954	0.48866	53.0001	0.000101732
	17	95	106.5383	-1.647125	0.89082	94.9555	0.044511503
	18	204	105.3667	-1.240351	1.8872	197.946	6.054037117
	19	37	103.8043	-1.515859	0.73138	76.195	39.19504757
	20	119	102.3686	-1.447269	0.56689	57.9252	61.07481096
	21	29	100.5762	-1.742458	0.7206	72.7672	43.76718212
	22	408	100.3173	-0.473539	2.48782	245.725	162.2752537
	23	54	99.62378	-0.661697	0.54142	54.0576	0.057622757
	24	115	99.03905	-0.595872	1.16207	115.001	0.00128653
	25	49	98.20592	-0.798803	0.49698	48.9238	0.076178795
	26	50	97.17963	-0.993377	2.79573	272.546	222.5460781
	27	2	95.73429	-1.379948	0.02139	2.05713	0.057132995
	28	32	94.05513	-1.63587	0.3392	32.0048	0.004766733
	29	44	92.18692	-1.834599	0.48865	45.1619	1.161918603
	30	28	90.05312	-2.090513	0.89024	80.4873	52.48731536
	31	87	87.95799	-2.094464	1.88631	166.003	79.00347197
	32	131	86.08012	-1.909209	0.73217	62.7989	68.20112038
	33	28	83.90137	-2.139753	0.56666	47.7156	19.71555872
	34	59	81.65239	-2.233174	0.7206	58.9171	0.082901875
	35	42	79.23966	-2.386754	2.48587	197.581	155.5810377
	36	21	76.58489	-2.615993	0.54116	41.6099	20.60990859
	37	128	74.22817	-2.394232	1.16264	85.9573	42.04272062
	38	19	71.58041	-2.611079	0.49675	35.6998	16.69983163
	39	390	70.50982	-1.293465	2.79846	192.819	197.1806124
	40	153	68.9178	-1.548821	0.02147	1.48029	5.51970589
	41	7	67.10329	-1.776074	0.33904	22.8515	10.8514659
	42	12	65.484	-1.641974	0.48966	31.9223	66.07771785
	43	98	63.99154	-1.514091	0.89083	56.8345	38.16550817
	44	95	62.73908	-1.290313	1.88629	117.852	0.851640532
	45	117	61.36983	-1.357824	0.73217	44.991	0.009019302
	46	45	59.88719	-1.464586	0.56666	34.0062	0.006154189
	47	34	58.51175	-1.388338	0.72119	42.0992	34.90078543
	48	77	57.5307	-1.039977	2.48585	142.001	0.001157426
	49	142	56.3684	-1.144599	0.54116	30.5703	0.429736872
	50	31	55.15075	-1.207083	1.1622	64.2052	24.20515653
	51	40	54.90845	-0.381883	0.50089	26.7963	228.2037171
	52	255	54.26491	-0.605677	2.79566	152.591	152.5905106
1	53					1.15188	
2	54					17.9872	
3	55					25.6816	
4	56					46.1826	
5	57					96.6467	
6	58					37.0705	
7	59					28.3471	
8	60					35.641	
9	61					121.344	
10	62					26.0885	
11	63					55.3235	
12	64					23.5404	
13	65					129.694	

Plantilla Silver-Meal

C costo del articulo	\$	2,785
A costo por ordenar	\$	600
i porcentaje del almacenar		18%
h costo unitario por almace	\$	9.64
p Periodos de semana en t		52
h* Costo de mantenerlo p		0.346%

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dt	1	3	4	7	14	6	4	6	18	4	9	4	9
Q	15				30				35				9
k(m)	200.6				193.4				178.9				600.0

n	Dt Prono:	m	Dt	1/m	(m-1)*h*Dt	K(m)=(1/m)(A+((m-1)*h*Dt))	k(m+1)>k(m)	Iteracion	Q	dt2
1	1	1	1	1	0	600				1
2	3	2	3	0.5	\$ 28.92	314.5	ok	0	0	3
3	4	3	4	0.33333	77.12307692	225.7	ok	0	0	4
4	7	4	7	0.25	202.4480769	200.6	ok	0	0	7
5	14	5	14	0.2	539.8615385	228.0	stop	1	15	14
6	6	6	6	0.16667	289.2115385	148.2	ok	0	29	6
7	4	7	4	0.14286	231.3692308	118.8	ok	0	0	4
8	6	8	6	0.125	404.8961538	125.6	stop	1	39	6
9	18	9	18	0.11111	1388.215385	220.9	stop	1	0	18
10	4	10	4	0.1	347.0538462	94.7	ok	0	63	4
11	9	11	9	0.09091	867.6346154	133.4	stop	1	67	9
12	4	12	4	0.08333	424.1769231	85.3	ok	0	76	4
13	9	13	9	0.07692	1041.161538	126.2	stop	1	80	9

n	Column2	m	dt	1/M	(m-1)*h*Dt	K(m)=(1/m)(A+((m-1)*h*Dt))	k(m+1)>k(m)	Iteracion	Q2	dt2
1		1	14	1	0	600.0				14
2		2	6	0.5	\$ 57.84	328.9	ok	0	0	6
3		3	4	0.33333	\$ 77.12	225.7	ok	0	0	4
4		4	6	0.25	\$ 173.53	193.4	ok	0	0	6
5		5	18	0.2	\$ 694.11	258.8	stop	1	30	18
6		6	4	0.16667	\$ 192.81	132.1	ok	0	48	4
7		7	9	0.14286	\$ 520.58	160.1	stop	1	52	9
8		8	4	0.125	\$ 269.93	108.7	ok	0	61	4
9		9	9	0.11111	\$ 694.11	143.8	stop	1	65	9
10		10	0	0.1	\$ -	60.0	ok	0	74	0
11		11		0.09091	\$ -	54.5	ok	0	0	0
12				0	\$ -	0.0	ok	0	0	0
				0	\$ -	0.0	ok	0	0	0

Plantilla Series de Tiempo

Periodo (t)	Valor observado (Xt)	Pronostico Error		Pronostico Promedio Simple	Error Absoluto (Et)	Error Promedio		Error Absoluto (Et)	Error Promedio	Error Absoluto (Et)	Error Promedio	Error Absoluto (Et)	Promedio		Suavizado Exponencial (Ft)		St	Bt	Suavizado Exponencial		Error Absoluto (Et)	Alfa α	Beta β	0.999	
		o Ultimo Dato F(t)	Absoluto (Et)			Movil K=3	Absoluto (Et)						Movil K=2	Absoluto (Et)	Movil K=13	Absoluto (Et)			Movil	Error Absoluto (Et)					Exponencial
1	25				98											98									
2	0	25	25		98	98.29										97.91099656	97.91099656	57.6562793	1.658456						
3	0	0	0		98	98.29			12.5	12.5						97.40671565	97.40671565	0.05931474	0.928178	0.987493097	0.987493097				
4	0	0	0		98	98.29	8.33333333	8.333333	0	0			2.17	2.174482992	96.90503198	96.90503198	0.00098749	0.91602	0.917007922	0.917007922					
46	33	36	3		98	65.29	41.33333333	8.333333	47	14	147	133	39.40	6.404227029	98.5483711	65.5483711	33.0034794	0.413828	33.41730769	0.41730769					
47	5	33	28		98	93.29	42.33333333	37.33333	34.5	29.5	143.7692308	114.2692308	35.71	30.70986067	98.21077069	93.21077069	5.02841731	0.063957	5.092374113	0.092374113					
48	115	5	110		98	16.71	24.66666667	90.33333	19	96	140.5384615	44.53846154	12.69	102.3067828	97.73069783	17.26930217	114.890092	1.41713	116.3072227	1.307222655					
49	117	115	2		98	18.71	51	66	60	57	144.0769231	87.07692308	88.24	28.76281895	97.81964166	19.18035834	116.999307	1.42566	118.4249669	1.424966921					
50	68	117	49		98	30.29	79	11	116	48	150	102	106.90	38.90139775	97.9184282	29.9184282	68.050425	0.804832	68.8552567	0.855256699					
51	51	68	17		98	47.29	100	49	92.5	41.5	129.6923077	88.19230769	80.83	29.83253004	97.7643363	46.7643363	51.0178553	0.584999	51.60285457	0.602854565					
52	333	51	282		98	234.71	78.66666667	254.3333	59.5	273.5	131	142.5	59.77	273.225581	97.5234812	235.4765188	332.718603	4.049537	336.7681402	3.768140228					
1	114	333	219		98	15.71	150.6666667	36.66667	192	78	146.8461538	68.84615385	259.62	145.6249789	98.73627974	15.26372026	114.222768	1.306835	115.5296028	1.529602846					
2															98.81489403		0.1155296	-0.115556	-2.6477E-05	2.64767E-05					
3	Suma de Errores Abso		5573			4046.08		4844		5210	4892.307692		5173.408833		4008.815494				-0.11558256	84.77435621					
4	MAD		107.1731			77.81		93.15385		100.1923	94.08284024		103.4681767		77.09260566				-0.23113864	1.630276081					
5																			-0.34669472						
6																			-0.46225079						
7																			-0.57780687						
8																			-0.69336295						
9																			-0.80891903						
10																			-0.92447511						
11																			-1.04003119						
12																			-1.15558727						
13																			-1.27114335						

7.4 Teorema del límite central

El teorema del límite central dice que si una muestra es lo bastante grande ($n > 30$), sea cual sea la distribución de la variable de interés, la distribución de la media muestral será aproximadamente una normal. Además, la media será la misma que la de la variable de interés, y la desviación típica de la media muestral será aproximadamente el error estándar.

Dada cualquier variable aleatoria con esperanza μ y para n lo bastante grande, la distribución de la variable es una normal estándar.

Recordemos que si la variable tiene una desviación típica conocida σ , el error estándar se puede calcular como $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$. Si μ es la esperanza de la variable de interés, σ la desviación típica y consideramos una muestra de esta variable de tamaño n , los límites de control vendrán dados por $\mu + 3\sigma/\sqrt{n}$ y $\mu - 3\sigma/\sqrt{n}$. Es decir, se calcula tres veces el error estándar a lado y lado de la media. Por tanto, la longitud del intervalo es dos veces el triple del error estándar.

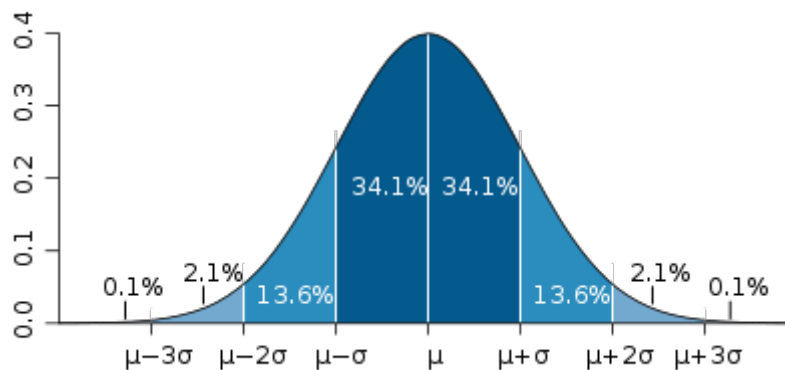
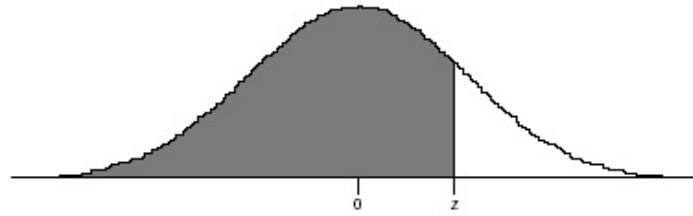


Figure 30 Teorema del límite Central

No es preciso que partamos ni de distribuciones normales ni de distribuciones de Bernoulli, ya que para muestras de tamaños lo bastante grandes, la distribución de la media muestral es normal sea cual sea la distribución original. Este resultado fundamental de la estadística tiene un nombre propio: el teorema del límite central.

Tabla de Distribución Normal



Normal Deviate z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-4.0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
-3.9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
-3.8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
-3.7	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
-3.6	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
-3.5	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483

GLOSARIO

Análisis ABC: Es una clasificación de artículos del inventario, de acuerdo con la importancia que se define en términos de criterios, como el volumen de ventas y volumen de compra.

Clasificación ABC: Esta matriz se divide en tres clases, denominadas A, B, y C. El grupo A representa el 10 a 20% en número de Artículos, y de 50 a 70% en volumen de venta proyectada. El siguiente grupo, B, representa aproximadamente el 20% de los Artículos 20 y% del volumen de venta. La clase C contiene 60 a 70% de la Artículos, y representa aproximadamente 10 a 30% del volumen de dólar.

Control de Inventario ABC: Un enfoque de control de inventario basado en el volumen ABC o los ingresos por ventas clasificación de los productos.

Proveedor Certificado: Un estatus otorgado a un proveedor que cumple consistentemente con la calidad predeterminada, costo, entrega y requisitos financieros.

Canal: Método por el cual una empresa distribuye su producto, tal como un canal de distribución al por menor o, centro de llamadas, o un escaparate electrónico basado en web.

Socios del Canal: Miembros de una cadena de suministro (es decir, proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas, etc.) que trabajan en conjunto con los otros de fabricar, distribuir y vender un producto específico.

Canales de Distribución: Cualquier serie de empresas o individuos que participa en el flujo de bienes y servicios del proveedor de la materia prima y el productor hasta el consumidor o usuario final.

Nivel de crédito: El importe de la compra de crédito de un cliente tiene a su disposición. Por lo general, definida por el departamento de crédito interno y reducido por cualquier facturas pendientes de pago existentes o pedidos abiertos.

Customer Relationship Management (CRM): Se refiere a los sistemas de información que ayudan a las funciones de ventas y marketing.

Cliente: Una serie de interacciones de los clientes con una organización a través del proceso de la orden de llenado, incluyendo el producto / servicio de diseño, producción y entrega, y las estadísticas de pedidos de informes

Segmentación de clientes: La división de los clientes en grupos sobre la base de criterios específicos, como los productos comprados, los clientes ubicación geográfica, etc.

Dead on Arrival (DOA): Un término usado para describir los productos que no son funcionales cuando se entrega. Sinónimo: defectuoso.

Segmentación demográfica: En la comercialización, la división de mercados potenciales por las características de los clientes potenciales, como la edad, el sexo, los ingresos, y la educación.

Canal Directo: Es cuando tu propia fuerza de ventas vende al cliente. Su empresa puede enviar a por el cliente o un tercero puede manejar el envío, pero en cualquier caso, su compañía posee el contrato de venta y conserva los derechos sobre el cobro por parte del cliente. Su cliente final puede ser un punto de venta. El movimiento para el cliente puede ser directo de la fábrica, o el producto puede moverse a través de una red de distribución propiedad de su empresa. Informaciones de pedido en este canal puede ser transmitida por medios electrónicos.

Gestión de canales de distribución: La estrategia de la organización y la manera para conseguir productos a los clientes. Canales directos implican fuerzas de ventas de la compañía, las instalaciones y/o envíos directos a los clientes; canales indirectos implican el uso de mayoristas, distribuidores, y/u otras partes para suministrar los productos a los clientes. Muchas empresas utilizan ambas estrategias, en función de los mercados y la eficacia.

Planificación de distribución: Las actividades de planificación relacionadas con el transporte, el almacenamiento, los niveles de inventario, manejo de materiales, administración de pedidos, el sitio y la planificación de la ubicación, embalaje industrial, procesamiento de datos y redes de comunicaciones para apoyar la distribución.

Almacén de distribución: Un almacén de productos terminados a partir del cual una empresa ensambla pedidos de los clientes.

Distribuidor: Un negocio que no fabrica sus propios productos, pero las compras y revende estos productos. Tal negocio por lo general mantiene un inventario. Sinónimo de productos terminados: Mayorista.

Cantidad Económica a Ordenar (EOQ): Un modelo de inventario que determina la cantidad de la orden mediante la determinación de la cantidad que va a cumplir con los niveles de servicio al cliente y reducir al mínimo orden total y la celebración de los costos.

First In First Out (FIFO): En el control de inventario y la contabilidad financiera, esto se refiere a la práctica de utilizar valores de inventario sobre la base de lo que fue recibido primero y se consume primero. Antónimo: Last In First Out.

Pronóstico: Una estimación de la demanda futura. Un pronóstico puede construirse utilizando los métodos cuantitativos, los métodos cualitativos, o una combinación de métodos, y se puede basar en extrínseca

(externa) o factores intrínsecos (internos). Diversas técnicas de predicción tratan de predecir uno o más de los cuatro componentes de la demanda: cíclico, al azar, estacional y de tendencia.

Costo de Inventario: El costo de mantener los bienes, generalmente se expresa como un porcentaje del valor de inventario; incluye el costo del capital, almacenaje, impuestos, seguros, depreciación y obsolescencia.

Días de Inventario: El número de días de inventario disponible en un momento dado.

Inventario en tránsito: Inventario en posesión de un vehículo, siendo transportado al comprador.

Gestión de Inventario: El proceso de asegurar la disponibilidad de productos a través de la administración de inventario.

Sistemas de Planificación de Inventario: Los sistemas que ayudan a equilibrar estratégicamente la política de inventario y niveles de servicio al cliente en toda la cadena de suministro. Estos sistemas suelen calcular cantidades de fase temporal y stock de seguridad utilizando estrategias de inventario seleccionados. Algunos sistemas de planificación de inventario realizan análisis, y comparar la política de inventario actual con escenarios simulados de inventario para mejorar el ROI de inventario.

Factura: Una declaración detallada que muestra los productos vendidos o embarcados y entidades para cada uno. La factura se prepara por el vendedor y actúa como el documento que el comprador va a utilizar para realizar el pago.

Artículo: Cualquier único fabricado o comprado parte, el material, intermedio, subconjunto, o producto.

Just In Time (JIT): Un sistema de control de inventario que controla el flujo de material en las plantas de ensamblaje y de fabricación mediante la coordinación de la oferta y demanda hasta el punto donde los materiales deseados llegan justo a tiempo para su uso. Una estrategia de reducción de inventario que alimenta las líneas de producción con productos entregados justo a tiempo. Desarrollado por la industria automotriz, se refiere al envío de mercancías en, porciones más pequeñas y frecuentes.

Indicador clave de rendimiento (KPI): Una medida que es de importancia estratégica para una empresa o departamento. Por ejemplo, una flexibilidad métrica cadena de suministro es Proveedor rendimiento en tiempo de entrega que indica el porcentaje de pedidos que cumplió en o antes de la fecha solicitada originales. Ver también: Cuadro de Mando.

Tiempo de Entrega “lead time”: El tiempo total que transcurre entre la colocación de un pedido y su recepción. Incluye el tiempo necesario para su transmisión orden, procesamiento de pedidos, preparación de pedidos, y el tránsito.

La demanda de mercado: En la comercialización, la demanda total que existiría dentro de un grupo de clientes definido en una zona geográfica determinada durante un período de tiempo determinado dado un programa de marketing conocida.

Segmento de mercado: Un grupo de clientes potenciales que comparten algunas características medibles basadas en datos demográficos estilo de vida, geografía, prestaciones, etc.

Pareto: Un análisis que compara los porcentajes acumulativos de la fila ordenamiento de los costos, los conductores de costos, beneficios, u otros atributos para determinar si una minoría de los elementos tienen un impacto desproporcionado: la identificación de que el 20% de un conjunto de variables independientes es responsable del 80% del efecto.

Unidad Stock-Keeping (SKU): Una categoría de unidad con una combinación única de forma, el ajuste y la función (es decir, los componentes exclusivos celebradas en stock). Para ilustrar: Si dos Artículos son indistinguibles para el cliente, o si cualquier característica distintiva visible para el cliente no son importantes para el cliente para que el cliente cree que los dos Artículos para ser el mismo, estos dos Artículos son parte de la misma SKU.

BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, J. S. (1994). *Forecasting by extrapolation: conclusions from 25 years of research interfaces*.
- Axsater, S. (2006). *Inventory Control*, (2nd ed.). Springer.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística, Administración de la cadena de suministro* (5th ed.). México: Pearson.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y Control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Chase, R. (2009). *Administración de Operaciones producción y cadena de suministros*. Mc Graw-Hill.
- Covey, S. R. (1989). *Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva* (Paidós Ibérica ed.). Estados Unidos de America.
- Goodwin, P. (2009). The Holt-Winters Approach to smoothing: 50 years old and going strong. *University of Bath*.
- Gu J, G. M. (2010). *Research on warehouse design and performance evaluation: a comprehensive review*. Eur J Oper Res .
- Gunn, T. G. (1987). *Manufacturing for competitive Advantage: Becoming a World- Class Manufacture*. Cambridge: Mass Ballinger.
- Harrison, A. (1990). *Issues in setting up JIT supply* (Vol. X). International Journal of Operations & Production Management.
- INEGI. (2011). *INEGI*. Recuperado el 05 de 08 de 2015, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825003382>
- Julio, C. V. (2006). *Fundamentos de Gestión de Inventarios*. Bogota: Universidad del Valle Facultad de Ingeniería.
- Kloter, P., & Armstrong, G. (2008). *Fundamentos de Marketing* (8 ed.). Pearson.
- Makridakis, S., & Wheelwright, S. C. (1998). *Métodos de pronósticos*. Fondo de Cultura Económica.
- Manzizni, R. (2012). *Warehousing in the Global Supply Chain*. Springer.
- Narasimhan, S. a. (1996). *Production Planning and Inventory Control* (2nd ed.).
- Silver, E. (1998). *Inventory management, production planning and scheduling*. John Wiley and Sons.
- Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. Mc Graw-Hill.
- Proméxico <http://www.promexico.gob.mx/negocios-internacionales/pymes-eslabon-fundamental-para-el-crecimiento-en-mexico.html>