

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018,
publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Economía, Administración y Mercadología
Especialidad en Gestión de la Cadena de Suministro



Implementación de control de inventarios por medio
de un sistema de máximos y mínimos en productos de
alta rotación en un escenario de alta incertidumbre.

**FORMACIÓN COMPLEMENTARIA Y PROYECTO DE IMPACTO
EN UN ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE GRADO
DE ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO**

Presentan: **ING. IND. JORGE ROMERO FLORES**

Asesor **DR. SALVADOR CERVANTES CERVANTES**

Guadalajara, Jalisco. 7 de julio de 2022

Índice

Introducción	3
Capítulo 1	4
Fundamentación del trabajo	
1.1 Contexto Organizacional	4
1.2 Descripción de la problemática	5
1.3 Situación actual	7
1.4 Justificación	8
1.5 Alcance	9
Capítulo 2	10
Marco conceptual	
2.1 Inventarios	10
2.2 Clasificación ABC	11
2.3 Método Máximos y Mínimos de Inventario	12
2.4 Punto de Re orden (ROP)	13
2.5 Pronóstico de la demanda	14
Capítulo 3	17
Marco metodológico	
3.1 Costo y rotación del inventario de PT	18
3.2 Pronóstico de la demanda	21
3.3 Reglas de abastecimiento	28
Capítulo 4	35
Resolución y hallazgos	
4.1 Pronóstico de la demanda	35
4.2 Reglas de abastecimiento	41
4.3 Costo y rotación de PT	47
Conclusiones.....	50
Bibliografía.....	51

Introducción

El propósito principal de este trabajo de obtención de grado (TOG) es documentar el contexto organizacional, la problemática identificada, la metodología desarrollada para la intervención, análisis de su efectividad y exposición de resultados obtenidos sobre una empresa mexicana dedicada a la fabricación y comercialización de desechables médicos y cosméticos.

El objetivo de la intervención sobre la empresa COHMEDIC SA DE CV es implementar directrices de abastecimiento para productos de alta rotación tipo “A” dentro de las diferentes familias de productos manufacturados, analizando el nivel actual de incertidumbre de la demanda generada, entre varios otros factores, por la disrupción mundial en cadenas de valor provocada por la pandemia de COVID-19

Con este trabajo se espera identificar el nivel ideal de inventario a mantener en el centro de distribución (CEDIS) con una metodología de mínimos, máximos y óptimos de inventario. Esta implementación buscará amortiguar el efecto que la alta incertidumbre y variabilidad en la demanda tienen en el nivel de servicio de la empresa, reducir costos por almacenaje de sobreproducción, reducir el número de ventas perdidas por stock out y dar mayor visibilidad al área financiera sobre el monto de inventario esperado durante cada mes.

La implementación de dicho sistema debe, por consecuencia, facilitar la emisión de planes maestros de fabricación que reflejen requerimientos puntuales a los proveedores a través del sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP) de la empresa y posteriormente permitir la implementación de inventarios manejados por el vendedor (VMI'S) con proveedores críticos.

Capítulo 1

Fundamentación del trabajo

1.1 Contexto Organizacional

COHMEDIC SA DE CV es una mediana empresa mexicana consolidada en el año 2004 dedicada a la fabricación y distribución de desechables médicos y cosméticos, contando con 4 diferentes líneas de proceso o sectores de manufactura dentro de su estructura:

- A) Ropa médica desechable.
- B) Toallas húmedas y quitaesmaltes.
- C) Inyección de plástico
- D) Guantes quirúrgicos de lates (Empresa hermana)

Consecuente de la diversificación en el catálogo de productos de la empresa, los canales de distribución son variados, contando con venta a través de distribuidores hospitalarios nacionales, venta directa al consumidor final a través de una plataforma en línea, venta a cadenas de retail y participación en licitaciones nacionales consolidadas por parte de la Secretaria de Salud Nacional; cada uno contando con diferentes comportamientos de demanda, términos comerciales, requisitos legales y regulatorios, lo que genera dificultad en homologar la planeación de la demanda y en establecer políticas de entrega y de servicio que satisfagan a cada uno de los diferentes canales.

Las materias primas necesarias para los múltiples procesos productivos de la empresa son productos de origen plástico y derivados, siendo los principales: Tela no tejida tipo Spunbond/Meltblown/Spunbond (SMS) 100% polipropileno, tela no tejida tipo Spunlace conformada por PET y Viscosa, películas plásticas base Polietileno, Polipropileno y Polietileno para inyección.

Derivado de la pandemia mundial de COVID-19 la empresa comenzó a percibir un incremento exponencial en la demanda de sus artículos por ser considerados de primera necesidad, requiriendo la adquisición de nuevas maquinarias, incremento proporcional en la compra de materias primas y la implementación de un centro de distribución en un corto periodo de tiempo, haciendo frente a la escasez internacional y a la volatilidad en el mercado.

1.2 Descripción de la problemática

Desde el 23 de enero de 2020, el nuevo brote de Coronavirus, que comenzó en la provincia de Wuhan, Hubei, un importante centro comercial e industrial de China, se ha extendido rápidamente a lo largo del mundo generando importantes disrupciones en las cadenas de suministro internacionales. Al menos 51,000 empresas en todo el mundo tienen uno o más proveedores directos o proveedores nivel 1 en China, y al menos cinco millones de empresas en el mundo (938 de las cuales están listadas en Fortune 1000) tienen uno o más proveedores nivel 2 en dicho país. (Cial dun & bradstreet, 2020)

El cierre de fronteras con China suscitado por la pandemia generó un incremento exponencial en la demanda de ropa médica desechable, principalmente los cubre bocas plisados o mascarillas, demanda que fue captada por los fabricantes nacionales, como la empresa en

cuestión. Dicho producto se volvió la prioridad número 1 de la empresa con la intención de captar la mayor cantidad de demanda posible.

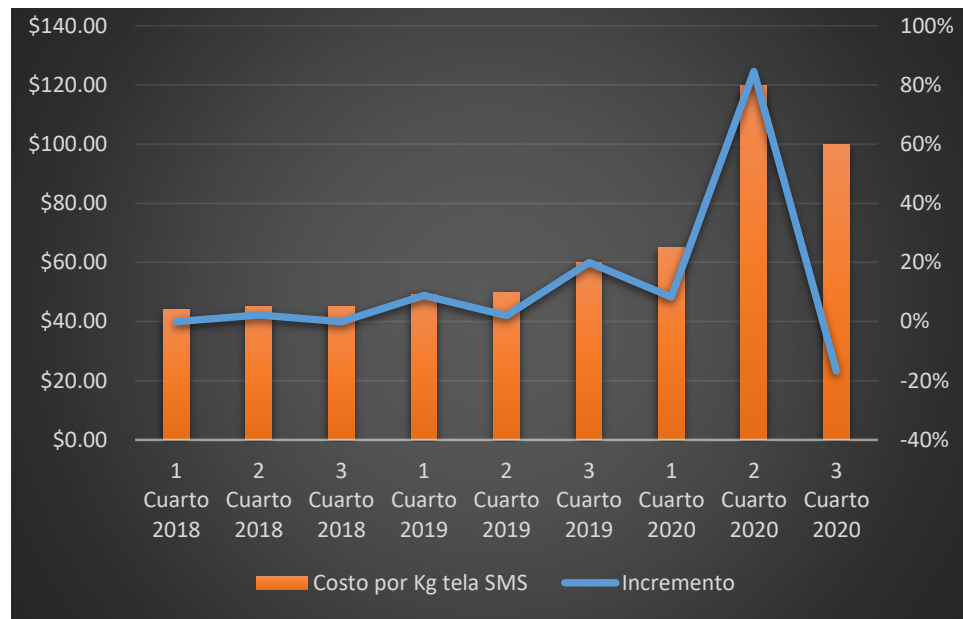
En conferencia virtual, Mónica Conde, directora general de Ambiente Plástico, dijo que en el año 2019 se consumieron 7.7 millones de toneladas de diversos materiales plásticos, pero por el surgimiento de la enfermedad, el consumo de plásticos en el país experimentó un crecimiento del 3% para el 2020. Las importaciones de este tipo de materiales se duplicaron en el mes de septiembre del 2020, destacando el incremento en la demanda de los sectores médicos, productos de envase y de consumo. La industria del plástico en territorio mexicano representa el 3.6% del producto interno bruto (PIB) y hasta 2019 existían 4 mil 100 empresas empleando a 300 mil personas. (Conde, 2020)

La Sociedad Nacional de Industrias (SNI) advirtió que los precios de los productos plásticos para material de protección contra el COVID-19 se elevarán debido a la escasez mundial de resinas (polietileno, poliestirenos y polipropilenos) y al incremento de los costos de transporte desde los países proveedores. Según datos de IMEX-Aduana el valor CIF (Cost, Insurance and Freight) de la tonelada de polipropileno pasó de costar \$0.92 USD en julio de 2020 a \$1.18 USD en diciembre del mismo año; es decir, el precio CIF de importación de dicho producto creció 28% en seis meses. (Redacción EC, 2021)

Como se mencionaba anteriormente, el insumo principal utilizado en este tipo de productos y en toda la familia de ropa médica desechable es la tela no tejida tipo SMS 100% polipropileno, la cual sufrió un incremento de costos sin precedentes. (Ver ilustración 1)

Ilustración 1.

Costo por Kg de tela SMS por cuatrimestre en México.



Fuente: Datos propios.

1.3 Situación Actual

Actualmente la demanda de artículos de este tipo y de muchos otros del catálogo de la empresa ha experimentado una baja considerable en los canales de venta de retail y por distribuidores médicos, lo cual refleja una contracción importante en el mercado.

El consumo privado en México registró una contracción de 11% a tasa anual 2020, su mayor caída desde que hay datos, informo el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). Es su primera caída después de 10 años consecutivos con incrementos. Dicho resultado superó la caída de 2009, cuando descendió 6%, y a la de 1995, cuando bajó 4.8%. El consumo de productos nacionales presentó un descenso de 10.5% a tasa anual durante el 2020. Lo anterior representó su caída más pronunciada desde que hay datos. (Téllez, 2021)

A pesar de la contracción mencionada, se continúa emitiendo forecasts de demanda que solicitan una cantidad de productos superior a la venta real, lo cual está generando una situación de sobre inventario en productos que tuvieron muy alta rotación durante el año pasado y sus correspondientes materias primas, generando alto costo de inventario el cual repercute directamente en el flujo de efectivo de la empresa.

Las materias primas continúan en un precio considerablemente superior a lo que se tenía como referencia en tiempos pre pandemia y varios de ellos continúan experimentando incrementos atípicos, pero la misma reducción en el consumo privado obliga a las cadenas de retail a ofrecer ofertas al consumidor que deben de ser absorbidas por los fabricantes, reduciendo drásticamente el margen de utilidad de dichos productos.

No se cuenta con alguna política de niveles de inventarios para los artículos de alta rotación y se ofrece la misma política de entrega para todos los productos sin considerar su clasificación, el plan de fabricación se ve alineado a un forecast emitido sin una metodología estadística o analítica y los inventarios de materias primas se ven drásticamente elevados debido a los largos tiempos de entrega de los proveedores extranjeros.

1.4 Justificación

Durante el año 2020 la empresa experimento una variación en su demanda sin precedentes, afectando de manera positiva a ciertas familias de productos y de manera negativa a otras. Dichas variaciones han generado un sinnúmero de incrementos y decrementos en los niveles de inventario, fluctuando constantemente entre el desabasto y el sobre inventario. Dichas fluctuaciones deben de amortiguarse y la cadena de suministro debe de alinearse a reglas de

operación y abasto para disminuir el nivel de vulnerabilidad ante dicha incertidumbre. El control de los niveles de inventario es esencial para mantener un flujo de efectivo sano.

La intervención consiste en reducir el valor del inventario en el centro de distribución, incrementar la rotación de los artículos tipo A, alinear el proceso de compras y fabricación con las directrices de abastecimiento a implementar y poder visualizar el futuro de la demanda con un menor porcentaje de error.

1.5 Alcance

El proyecto recolectará información de demanda y rotación de inventarios a partir del mes de enero 2021 hasta marzo del mismo año como monitoreo, la cual será utilizada para implementar de forma preliminar los rangos mínimos y máximos en el centro de distribución, así como una propuesta de método de forecast, para el mes de abril 2021. Posteriormente, se evaluará de forma mensual la efectividad de dichas implementaciones a partir del índice de rotación de productos, valor del inventario y porcentaje de error del forecast. Se deberán de hacer ajustes pertinentes en las directrices de abastecimiento conforme se evalúen los primeros periodos de evaluación.

El enfoque será sobre 8 artículos de diferentes líneas de fabricación y canal de venta, considerados como tipo A por la utilidad neta que aportaron durante el año 2020:

Tabla 1.

Lista de artículos a intervenir.

SKU	Código
CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	1902
BOTA PARA CIRUJANO S/ PLANTILLA PEGADA	1311
TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	1442
VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	1828
GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	1077
TOALLITA HUMEDA KUDLY BABY SUPREME C/80	2006
TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	1446
GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	1076

Fuente: Datos propios.

Capítulo 2

Marco Conceptual

2.1 Inventarios

Todas las organizaciones mantienen y administran inventarios, es una parte esencial de la operación para cualquier empresa. Existen muchas definiciones de inventario:

“Los inventarios o stocks son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento dado”. (Díaz, 1999)

Los inventarios son recursos ociosos o incompletos que poseen valor económico y se encuentran a la espera de su uso o venta. Son bienes disponibles en cualquier momento dado. (Wee, 2011)

“Propiedad personal tangible que se mantiene para la venta en el curso ordinario de negocios, que está en proceso de producción para la venta, o bien, que se utiliza para consumirse en la producción actual”. (Esper, 2017)

Las definiciones pueden enfocarse desde las perspectivas operacionales, contables, financieras, etc. Y volverse más complejas conforme queremos abarcar todos los aspectos del término. Para el presente trabajo, consideraremos la siguiente definición:

“Todo aquello que se resguarda para la operación de la compañía. Incluye las materias primas, trabajos en proceso, insumos utilizados en las operaciones y productos terminados” (Muller, 2003).

2.2 Clasificación ABC

Los sistemas de clasificación ABC son ampliamente utilizados por organizaciones para dirigir la administración de los inventarios que consisten en grandes números de distintos artículos, referidos como SKUs (Stock-Keeping Units). (Ruud H. Teunter, 2010)

El principio del análisis ABC en la administración del inventario aplica para:

- 1) En la clasificación de los artículos inventariados basada en su relevancia relativa para la compañía.
- 2) Para la aplicación de distintos controles administrativos para diferentes clasificaciones de artículos y delimitar diferentes grados de control para los diferentes rangos de clasificación.

La clasificación ABC determina la importancia de un artículo en el inventario de la compañía. Para realizar esta clasificación, las empresas pueden utilizar algunos de estos criterios no limitativos:

- 1) El volumen de transacción anual del artículo (en valor monetario)
- 2) La escasez de algún material utilizado en la fabricación de un artículo determinado.
- 3) Tiempo de entrega
- 4) Requerimientos de almacenaje para algún artículo.
- 5) Riesgo de robo.
- 6) Vida útil
- 7) Costo de falta de inventario, entre otros criterios.

(Ignacio Alvarez-Placencia, 2020)

El criterio que se utiliza en este caso de estudio para la clasificación ABC es la utilidad operativa bruta, donde los productos A representan el 80% de dicha utilidad, los B el 15% y los C, el 5% restante.

2.3 Método Máximos y Mínimos de Inventario

El método de máximos y mínimos es un sistema de control de inventarios desarrollado para alcanzar control al día de almacenes y centros de distribución, logrando un nivel óptimo de inventario; determina los niveles máximos y mínimos de stock para cada producto, como se muestra a continuación:

Variables:

$\bar{X}$ = Venta promedio de los últimos 3 meses.

T_{info} = Tiempo en que la planta recibe la información del CEDIS.

T_{mfg} = Tiempo de manufactura del producto solicitado.

$T_{transit}$ = Tiempo de tránsito desde la planta hasta el CEDIS.

$Var. T_{transit}$ = Tiempo que el embarque de la planta al CEDIS puede retrasarse.

$Frec_{Emb}$ = Frecuencia de embarques entre planta y CEDIS.

Var_{Dem} = Variación de la demanda en días necesarios como cobertura adicional en el evento de una fluctuación en la demanda.

Ecuaciones:

El inventario mínimo se calcula con base en la demanda diaria promedio por el lead time de reposición. (J. Shook, 2009)

$$\mathbf{Min.Inventory} = \bar{X} * (T_{info} + T_{mfg} + T_{transit} + Var.T_{transit} + Frec_{Emb})$$

El inventario máximo se calcula con base en la demanda diaria promedio por el lead time de reposición más la variación de la demanda en días para tener cobertura adicional para cualquier fluctuación en la demanda. (J. Shook, 2009)

Max.Inventory

$$= \bar{X} * (T_{info} + T_{mfg} + T_{transit} + Var.T_{transit} + Frec_{Emb} + Var_{Dem})$$

$$\mathbf{Optimal Inventory} = \frac{(\mathbf{Min inventory} + \mathbf{Max inventory})}{2}$$

2.4 Punto de Re orden (ROP)

El punto de reorden es el punto en el que cuando el inventario baja a un cierto nivel, se coloca una orden (de compra o de producción según sea el caso) por una cantidad determinada para reponer el inventario dentro del tiempo de entrega del proveedor. Este tipo de sistema se puede utilizar efectivamente para artículos con demanda independiente. El punto de reorden se establece para cubrir el uso promedio dentro del tiempo de entrega más la variación en la demanda y la variación en el tiempo de entrega. (Ignacio Alvarez-Placencia, 2020).

Ecuación:

$$\mathbf{ROP} = \bar{X} * (T_{info} + T_{mfg} + T_{transit} + Var_{Dem})$$

2.5 Pronóstico de Demanda

Un pronóstico de demanda es la estimación de requerimiento de un producto o servicio determinado el cuál será solicitado en un periodo de tiempo determinado.

El sistema de pronóstico es fundamental para el cumplimiento de 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 ambos factores en forma simultanea cuando se cuenta con inventarios desbalanceados (Holguín, 2005).

Existen varios tipos de pronósticos, pero para efectos de este trabajo, utilizaremos métodos de pronóstico de series de tiempo

Series de tiempo: Métodos cuantitativos estadísticos basados en datos históricos de demanda.

La precisión de un pronóstico se mide con base en los errores de pronóstico, los cuales se calculan como la diferencia entre el valor real observado y su pronóstico. Obviamente, el cálculo del error del pronóstico solo puede hacerse después de conocerse el valor real observado de la variable que se está estimando. Las ecuaciones que utilizaremos para calcular el error de un pronóstico se presentan a continuación:

Variables:

e_t = Error del pronóstico de demanda para el período t

x_t = Valor real u observación de la demanda en el período t

$\hat{x}_t$ = Pronóstico de demanda para el período t, realizado algún tiempo antes.

n = Número de períodos.

Ecuaciones:

$$\textbf{Error Absoluto } |e_t| = |x_t - \hat{x}_t|$$

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

Cuando se tienen errores absolutos o cuadráticos acumulados para varios períodos, se puede obtener el promedio de esos errores sobre dichos períodos, convirtiéndose estos índices en la desviación absoluta media (“Mean Absolute Deviation”, MAD) y el error cuadrático medio (“Mean Square Error”, MSE).

La MAD se define como el promedio de los errores absolutos sobre un número determinado de períodos (Holguín, 2005).

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

El MSE se define como el promedio de los errores cuadráticos sobre un número determinado de períodos (Holguín, 2005).

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

Para este estudio se seleccionó el método de Suavización Exponencial Doble, también conocido como Método de Brown, el cual es utilizado para pronosticar series de tiempo que tienen una tendencia lineal. Este método utiliza una constante de suavización α que aplica un cierto peso o ponderación a la última observación de demanda y un menor peso al resto, ajustando automáticamente el error experimentado en el período actual (Hanke & Reitsch, 1996).

Variables:

α = Constante de suavización ($0 < \alpha < 1$)

A_t = Valor suavizado exponencialmente de x_t en el período t

A'_t = Valor doblemente suavizado exponencialmente de x_t en el período t

a_t = similar a la medición de la intersección de la ordenada con una recta que cambia durante la serie de tiempo

b_t = similar a la medición de la pendiente de una recta que cambia durante la serie de tiempo

Ecuaciones:

$$A_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)A_{t-1}$$

$$A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)A'_{t-1}$$

$$a_t = 2A_t - A'_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha}(A_t - A'_t)$$

$$\hat{x}_t = a_t + b_t n$$

Capítulo 3

Marco Metodológico

El proceso de intervención para dar una solución a la problemática de los niveles de inventario de la empresa tiene como primera etapa realizar el diagnóstico de la situación actual de costo de inventario de PT (Producto Terminado) en el Centro de Distribución utilizando el KPI (Key Performance Indicator) interno de Rotación de Inventarios, el cual considera el valor promedio del inventario a lo largo de un mes y el total de las ventas por SKU durante el mismo periodo de tiempo para determinar el número total de vueltas del inventario.

Durante la segunda etapa se utilizará el método de Suavización Exponencial Doble para generar los pronósticos de demanda para los artículos intervenidos, siendo estos compartidos con el área comercial para su debida aprobación y modificación de ser necesario. El cálculo de dichos pronósticos pretende reducir la variación en la demanda estimada y así permitir que se generen planes maestros de fabricación que puedan mantener el nivel de servicio esperado con los clientes y cumplir con las políticas de inventarios implementadas.

Como tercera etapa se realizarán los cálculos de los niveles mínimos, ideales y máximos de inventario para los 8 SKU'S tipo A seleccionados y los resultados se implementarán como las reglas de inventario a utilizar para el mes posterior. Dicha metodología se actualizará de forma mensual modificando los valores de la demanda real del mes en curso, para así determinar el mes siguiente. Conforme a los cálculos de dicha metodología, se determinará el valor monetario máximo del inventario para los SKU'S intervenidos y dicha información será compartida al personal del Centro de Distribución y del departamento de

Finanzas para brindar visibilidad respecto al flujo de efectivo proyectado del mes. Esta metodología es la que nos indicará el valor meta de costo de inventario de PT.

Finalmente, se realizará un monitoreo mensual de las metodologías aplicadas para evaluar su desempeño. Se utilizará el costo del inventario de PT como indicador principal para evaluación de la intervención.

3.1 Costo y Rotación del Inventario de PT

El siguiente indicador determina el valor promedio del inventario de cada SKU y se cruza contra las ventas realizadas del artículo para determinar el número de vueltas al inventario durante el periodo; actualmente se tiene como meta 3 vueltas al inventario por mes.

Posteriormente utiliza el costo de fabricación del artículo, calculado previamente, para determinar el valor del inventario al cierre del mes. Idealmente este número debería de ser siempre menor al valor de las ventas mensuales consideradas a costo del artículo para facilitar a la empresa el tener un flujo de efectivo sano y no depender en gran parte de créditos bancarios.

A continuación, se muestran los resultados del indicador para los SKU'S a intervenir durante los meses de enero, febrero y marzo del año en curso:

Tabla 2.

Rotación y Costo de Inventario en CEDIS enero 2021.

Código	Descripción	Cantidad Inic	Cantidad 15 días	Cantidad Final	Prom Inv	Ventas	No. Vueltas	Costo	\$ Inicial	\$ 15 días	\$ final	Prom Inv	Ventas
1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	3244.00	343.00	46.00	1211.00	14024.70	11.58	\$ 46.50	\$ 150,846.00	\$ 15,949.50	\$ 2,139.00	\$ 56,311.50	\$ 652,148.55
1077	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	1510.00	5350.00	8952.00	5270.67	10426.10	1.98	\$ 42.00	\$ 63,420.00	\$ 224,700.00	\$ 375,984.00	\$ 221,368.00	\$ 437,896.20
1311	BOTA PARA CIRUJANO S/ PLANTILLA PEGADA	5128.00	4948.00	1766.00	3947.33	63660.00	16.13	\$ 34.70	\$ 177,941.60	\$ 171,695.60	\$ 61,280.20	\$ 136,972.47	\$ 2,209,002.00
1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	194400.00	232200.00	199800.00	208800.00	378000.00	1.81	\$ 8.36	\$ 1,625,184.00	\$ 1,941,192.00	\$ 1,670,328.00	\$ 1,745,568.00	\$ 3,160,080.00
1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	0.00	30720.00	55296.00	28672.00	70656.00	2.46	\$ 5.20	\$ -	\$ 159,744.00	\$ 287,539.20	\$ 149,094.40	\$ 367,411.20
1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	37350.00	118350.00	67950.00	74550.00	45000.00	0.60	\$ 1.57	\$ 58,639.50	\$ 185,809.50	\$ 106,681.50	\$ 117,043.50	\$ 70,650.00
1902	CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	0.00	5000.00	0.00	1666.67	110900.00	66.54	\$ 8.00	\$ -	\$ 40,000.00	\$ -	\$ 13,333.33	\$ 887,200.00
2006	TOALLITA HUMEDA KUDLY	24984.00	22104.00	4812.00	17300.00	53280.00	3.08	\$ 19.10	\$ 477,194.40	\$ 422,186.40	\$ 91,909.20	\$ 330,430.00	\$ 1,017,648.00
											\$ 2,595,861.10		\$ 8,802,035.95

Fuente: Datos propios.

Tabla 3.

Rotación y Costo de Inventario en CEDIS febrero 2021.

Código	Descripción	Cantidad Inic	15 días	Cantidad Fin	Prom Inv	Ventas	No. Vueltas	Costo	\$ Inicial	15 días	\$ final	Prom Inv	Ventas
1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	46.00	4182.00	5000.00	3076.00	11046.00	3.59	\$ 46.50	\$ 2,139.00	\$ 194,463.00	\$ 232,500.00	\$ 143,034.00	\$ 513,639.00
1077	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	8952.00	16512.00	19690.00	15051.33	12780.00	0.85	\$ 42.00	\$ 375,984.00	\$ 693,504.00	\$ 826,980.00	\$ 632,156.00	\$ 536,760.00
1311	BOTA PARA CIRUJANO S/ PLANTILLA PEGADA	1766.00	21216.00	30536.00	17839.33	47150.00	2.64	\$ 34.70	\$ 61,280.20	\$ 736,195.20	\$ 1,059,599.20	\$ 619,024.87	\$ 1,636,105.00
1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	199800.00	129600.00	108000.00	145800.00	369000.00	2.53	\$ 8.36	\$ 1,670,328.00	\$ 1,083,456.00	\$ 902,880.00	\$ 1,218,888.00	\$ 3,084,840.00
1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	55296.00	39936.00	24576.00	39936.00	70656.00	1.77	\$ 5.20	\$ 287,539.20	\$ 207,667.20	\$ 127,795.20	\$ 207,667.20	\$ 367,411.20
1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	67950.00	25650.00	6750.00	33450.00	131400.00	3.93	\$ 1.57	\$ 106,681.50	\$ 40,270.50	\$ 10,597.50	\$ 52,516.50	\$ 206,298.00
1902	CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	0.00	9100.00	18600.00	9233.33	184800.00	20.01	\$ 8.00	\$ -	\$ 72,800.00	\$ 148,800.00	\$ 73,866.67	\$ 1,478,400.00
2006	TOALLITA HUMEDA KUDLY	4812.00	8412.00	5760.00	6328.00	48168.00	7.61	\$ 19.10	\$ 91,909.20	\$ 160,669.20	\$ 110,016.00	\$ 120,864.80	\$ 920,008.80
											\$ 3,419,167.90		\$ 8,743,462.00

Fuente: Datos propios.

Tabla 4.

Rotación y Costo de Inventario en CEDIS marzo 2021.

Código	Y Descripción	Cantidad Inicial	15 días	Cantidad Final	Prom Inv	Ventas	No. Vuel	Costo	\$ Inicial	15 días	\$ final	Prom Inv	Ventas
1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	4200.00	4182.00	12700.00	8450.00	12350.00	1.46	\$ 48.40	\$ 203,280.00	\$ 202,408.80	\$ 614,680.00	\$ 408,980.00	\$ 597,740.00
1077	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	19690.00	16512.00	8710.00	14200.00	10980.00	0.77	\$ 46.25	\$ 910,662.50	\$ 763,680.00	\$ 402,837.50	\$ 656,750.00	\$ 507,825.00
1311	BOTA PARA CIRUJANO S/ PLANTILLA PEGADA	38216.00	21216.00	47636.00	42926.00	28440.00	0.66	\$ 39.80	\$ 1,520,996.80	\$ 844,396.80	\$ 1,895,912.80	\$ 1,708,454.80	\$ 1,131,912.00
1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	108000.00	129600.00	45000.00	76500.00	525600.00	6.87	\$ 8.55	\$ 923,400.00	\$ 1,108,080.00	\$ 384,750.00	\$ 654,075.00	\$ 4,493,880.00
1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	24576.00	39936.00	33792.00	29184.00	98304.00	3.37	\$ 5.60	\$ 137,625.60	\$ 223,641.60	\$ 189,235.20	\$ 163,430.40	\$ 550,502.40
1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	6750.00	25650.00	49500.00	28125.00	67950.00	2.42	\$ 1.80	\$ 12,150.00	\$ 46,170.00	\$ 89,100.00	\$ 50,625.00	\$ 122,310.00
1902	CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	24600.00	9100.00	79200.00	51900.00	0.00	0.00	\$ 6.90	\$ 169,740.00	\$ 62,790.00	\$ 546,480.00	\$ 358,110.00	\$ -
2006	TOALLITA HUMEDA KUDLY	5760.00	8412.00	8640.00	7200.00	78480.00	10.90	\$ 20.20	\$ 116,352.00	\$ 169,922.40	\$ 174,528.00	\$ 145,440.00	\$ 1,585,296.00
											\$ 4,297,523.50		\$ 8,989,465.40

Fuente: Datos propios.

Con la información anterior podemos observar que durante el primer trimestre del año se tiene una tendencia al alza en el valor del inventario de PT, mientras que el valor de ventas se ha mantenido prácticamente igual. Adicional, si observamos a detalle el valor de las ventas por artículo, encontraremos que la mayoría de ellos comienzan a mostrar un decremento, el cuál es amortiguado por uno o dos artículos que experimentan picos de demanda durante el periodo.

Dicho análisis preliminar confirma la incertidumbre e inestabilidad del mercado para los productos de la empresa durante la situación actual, lo cual confirma la necesidad de implementar reglas de abastecimiento y un control en los pronósticos en la demanda para contener dicho incremento en el costo y mantener el nivel de servicio esperado por los clientes.

Esta situación se ha presentado ya en periodos anteriores y es de aquí que surge la necesidad de la intervención.

3.2 Pronóstico de la demanda

La siguiente etapa de la implementación es el cálculo del pronóstico de la demanda para los 8 SKU'S del siguiente periodo. Actualmente quien realiza los pronósticos de la demanda es el área comercial, con la cual se discutió la propuesta de utilizar el método de suavización exponencial doble y se acordó su utilización y monitoreo para medir efectividad.

Se comienza recopilando la información de la demanda para los 8 SKU'S de los últimos 12 meses:

Tabla 5.*Demanda Mensual Abr 2020 a Mar 2021.*

Código	Descripción	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20
1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	3,650.0	7,400.0	8,360.0	8,000.0	8,000.0	13,450.0
1077	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	7,151.5	1,533.3	8,000.0	8,000.0	15,338.8	18,713.0
1311	BOTA PARA CIRUJANO S/P PRIVADO	10,278.0	32,059.0	34,190.0	52,108.0	78,040.0	67,953.0
1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	529,200.0	372,600.0	419,400.0	487,800.0	403,200.0	554,400.0
1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	135,518.0	64,512.0	52,032.0	73,728.0	55,296.0	79,872.0
1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	102,450.0	67,500.0	139,950.0	144,000.0	165,600.0	232,200.0
1902	CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	55,400.0	60,000.0	64,257.0	252,600.0	104,515.0	143,700.0
2006	TOALLITA HUMEDA KUDLY BABY SUPREME C/80	67,680.0	95,040.0	40,000.0	35,000.0	29,520.0	80,520.0

Código	Descripción	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	Total General
1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	8,900.0	6,730.0	9,600.0	14,024.7	11,046.0	12,350.0	111,510.7
1077	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	22,635.7	11,460.0	6,960.0	10,426.1	12,300.0	10,980.0	133,498.4
1311	BOTA PARA CIRUJANO S/P PRIVADO	46,480.0	62,520.0	59,128.0	63,660.0	47,510.0	28,440.0	582,366.0
1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	366,360.0	441,000.0	509,400.0	378,000.0	356,400.0	525,600.0	5,343,360.0
1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	82,944.0	86,016.0	92,160.0	70,656.0	67,584.0	98,304.0	958,622.0
1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	170,100.0	462,150.0	65,250.0	45,000.0	131,400.0	67,950.0	1,793,550.0
1902	CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	208,200.0	282,400.0	27,300.0	110,900.0	182,500.0	2,000.0	1,493,772.0
2006	TOALLITA HUMEDA KUDLY BABY SUPREME C/80	48,240.0	51,120.0	50,400.0	53,280.0	46,800.0	78,480.0	676,080.0

Fuente: Datos propios.

Se determinó que el horizonte del pronóstico serían 3 meses, el inmediato siguiente y dos adicionales basados en demanda histórica, esto con la intención de brindar a planeación visibilidad a mediano plazo para la generación de la planeación de compra de materias primas, ya que múltiples de los insumos utilizados en la fabricación son de importación y cuentan con un lead time promedio de dos meses.

Actualmente la realización del pronóstico de demanda es responsabilidad única del Gerente Comercial, el cual utiliza demanda histórica en combinación con intuición y conocimiento personal del mercado para determinar el estimado. La intención de utilizar el método de suavización exponencial doble es el dar una mayor formalidad estadística a dichos pronósticos.

Se ha señalado de manera interna que algunos productos, debido a la diversificación de canales de venta tales como venta a través de distribuidores, cadenas de retail y venta directa a Gobierno mediante licitaciones consignadas, no pueden interpretarse al 100% a través de metodologías estadísticas, por lo que durante la implementación se medirá la desviación media absoluta del pronóstico contra la venta real para ajustar el método de pronóstico acorde al comportamiento real del producto.

A continuación, se muestran los resultados de los pronósticos de demanda para el mes de abril 2021 utilizando la información de la demanda histórica y aplicando las fórmulas descritas en el capítulo anterior:

Tabla 6.

Pronóstico Abr 2021 Gorro para Paciente Azul C/100 Pza.

Código 1076										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\hat{x}_t$	e_t	e_t^2	Prom. Error	
abr-20	3,650	3650	3650	3650		0				
may-20	7,400	4587	3884	5291		234	3650	3750	14062500	50.68%
jun-20	8,360	5531	4296	6765		412	5525	2835	8037226	33.91%
jul-20	8,000	6148	4759	7537		463	7177	823	677535	10.29%
ago-20	8,000	6611	5222	8000		463	8000	0	0	0.00%
sep-20	13,450	8321	5997	10645		775	8463	4987	24870092	37.08%
oct-20	8,900	8466	6614	10317		617	11420	2520	6347938	28.31%
nov-20	6,730	8032	6968	9095		354	10934	4204	17677405	62.47%
dic-20	9,600	8424	7332	9515		364	9449	151	22665	1.57%
ene-21	14,025	9824	7955	11693		623	9879	4146	17185398	29.56%
feb-21	11,046	10129	8499	11760		544	12316	1270	1612373	11.50%
mar-21	12,350	10685	9045	12324		546	12304	46	2130	0.37%
abr-21	Pronóstico n=1					12871				
may-21	Pronóstico n=2					13417				
jun-21	Pronóstico n=3					13963				

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.25
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
2248.28	8226842	24.16%

Tabla 7.

Pronóstico Abr 2021 Gorro para Cirujano Azul C/100 Pza.

Código 1077										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\hat{x}_t$	e_t	e_t^2	Prom. Error	
abr-20	7,152	7151.5	7151.5	7152		0				
may-20	1,533	6815	7131	6499		-20	7152	5618	31564171	366.41%
jun-20	8,000	6886	7117	6656		-15	6479	1521	2312510	19.01%
jul-20	8,000	6953	7107	6799		-10	6641	1359	1846488	16.99%
ago-20	15,339	7455	7128	7781		21	6789	8550	73098024	55.74%
sep-20	18,713	8128	7188	9069		60	7802	10911	119045544	58.31%
oct-20	22,636	8996	7296	10696		108	9128	13507	182446398	59.67%
nov-20	11,460	9143	7406	10880		111	10804	656	429864	5.72%
dic-20	6,960	9013	7502	10523		96	10991	4031	16248861	57.92%
ene-21	10,426	9097	7598	10597		95	10619	193	37298	1.85%
feb-21	12,300	9289	7699	10879		101	10692	1608	2584944	13.07%
mar-21	10,980	9390	7800	10980		101	10980	0	0	0.00%
abr-21	Pronóstico n=1					11081				
may-21	Pronóstico n=2					11182				
jun-21	Pronóstico n=3					11283				

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.06
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
4359.37	39055828	59.52%

Tabla 8.

Pronóstico Abr 2021 Bota para Cirujano S/P Privado.

Código 1311										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\hat{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
abr-20	10,278	10278	10278	10278		0				
may-20	32,059	22234	16841	27627	6563	10278	21781	474411961	67.94%	
jun-20	34,190	28797	23404	34190	6563	34190	0	0	0.00%	
jul-20	52,108	41593	33388	49798	9984	40753	11355	128938937	21.79%	
ago-20	78,040	61599	48874	74325	15486	59782	18258	333360808	23.40%	
sep-20	67,953	65087	57774	72400	8900	89811	21858	477756373	32.17%	
oct-20	46,480	54873	56182	53565	-1592	81300	34820	1212447178	74.91%	
nov-20	62,520	59071	57767	60374	1586	51973	10547	111238713	16.87%	
dic-20	59,128	59102	58500	59704	733	61960	2832	8019622	4.79%	
ene-21	63,660	61604	60204	63004	1704	60437	3223	10388584	5.06%	
feb-21	47,510	53868	56726	51009	-3478	64708	17198	295770955	36.20%	
mar-21	28,440	39910	47495	32325	-9231	47531	19091	364474293	67.13%	
abr-21	Pronóstico n=1					23094				
may-21	Pronóstico n=2					13863				
jun-21	Pronóstico n=3					4633				

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.55
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
14633.03	310618857	31.84%

Tabla 9.

Pronóstico Abr 2021 Toallita Húmeda Ángel Dry.

Código 1442										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\hat{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
abr-20	529,200	529200	529200	529200		0				
may-20	372,600	509011	526597	491424	-2603	529200	156600	24523560000	42.03%	
jun-20	419,400	497458	522840	472075	-3757	488821	69421	4819332717	16.55%	
jul-20	487,800	496213	519408	473018	-3433	468319	19481	379526295	3.99%	
ago-20	403,200	484221	514871	453571	-4536	469585	66385	4406974577	16.46%	
sep-20	554,400	493269	512086	474452	-2785	449035	105365	11101771246	19.01%	
oct-20	366,360	476907	507551	446264	-4535	471667	105307	11089483624	28.74%	
nov-20	441,000	472278	503003	441553	-4547	441729	729	531101	0.17%	
dic-20	509,400	477064	499659	454469	-3344	437006	72394	5240960181	14.21%	
ene-21	378,000	464292	495100	433485	-4560	451125	73125	5347215643	19.35%	
feb-21	356,400	450383	489335	411431	-5765	428926	72526	5259966934	20.35%	
mar-21	525,600	460080	485563	434597	-3772	405666	119934	14384248732	22.82%	
abr-21	Pronóstico n=1					430825				
may-21	Pronóstico n=2					427054				
jun-21	Pronóstico n=3					423282				

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.13
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
78297	7868506459	18.52%

Tabla 10.

Pronóstico Abr 2021 Toallita Ecco Bella.

Código 1446										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
abr-20	135,518	135518	135518	135518	135518	0				
may-20	64,512	126643	134409	118876	-1109	135518	71006	5041852036	110.07%	
jun-20	52,032	117317	132272	102361	-2136	117767	65735	4321103016	126.34%	
jul-20	73,728	111868	129722	94015	-2550	100224	26496	702063550	35.94%	
ago-20	55,296	104797	126606	82988	-3116	91464	36168	1308134959	65.41%	
sep-20	79,872	101681	123491	79872	-3116	79872	0	0	0.00%	
oct-20	82,944	99339	120472	78207	-3019	76756	6188	38285216	7.46%	
nov-20	86,016	97674	117622	77726	-2850	75188	10828	117249601	12.59%	
dic-20	92,160	96985	115043	78927	-2580	74876	17284	298738791	18.75%	
ene-21	70,656	93694	112374	75013	-2669	76347	5691	32389254	8.05%	
feb-21	67,584	90430	109631	71229	-2743	72345	4761	22665287	7.04%	
mar-21	98,304	91414	107354	75474	-2277	68486	29818	889105967	30.33%	
abr-21	Pronóstico n=1					73197				
may-21	Pronóstico n=2					70920				
jun-21	Pronóstico n=3					68643				

Fuente: Datos propios.

Tabla 11.

Pronóstico Abr 2021 Vaso Clínico 100ml Curapack.

Código 1828										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
abr-20	102,450	102450	102450	102450	102450	0				
may-20	67,500	92625	99688	85562	-2762	102450	34950	1221502500	51.78%	
jun-20	139,950	105929	101442	110415	1754	82800	57150	3266119436	40.84%	
jul-20	144,000	116631	105712	127550	4270	112170	31830	1013177103	22.10%	
ago-20	165,600	130397	112652	148143	6939	131820	33780	1141088947	20.40%	
sep-20	232,200	159015	125685	192346	13034	155082	77118	5947191653	33.21%	
oct-20	170,100	162132	135931	188332	10246	205379	35279	1244636995	20.74%	
nov-20	462,150	246471	167005	325937	31075	198578	263572	69470274321	57.03%	
dic-20	65,250	195527	175023	216031	8018	357012	291762	85125018181	447.14%	
ene-21	45,000	153212	168892	137532	-6132	224049	179049	32058542090	397.89%	
feb-21	131,400	147080	162760	131400	-6132	131400	0	0	0.00%	
mar-21	67,950	124835	152099	97572	-10661	125268	57318	3285399677	84.35%	
abr-21	Pronóstico n=1					86911				
may-21	Pronóstico n=2					76249				
jun-21	Pronóstico n=3					65588				

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.12
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
24906.85	1161053425	38.36%

n	α
1	0.28
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
96528.12	18524813718	106.86%

Tabla 12.

Pronóstico Abr 2021 Cubre bocas Plisado C/10 Pza Azul Curapack.

Código 1902										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
abr-20	55,400	55400	55400	55400	55400	0				
may-20	60,000	55944	55464	56424	64	55400	4600	21160000	7.67%	
jun-20	64,257	56928	55637	58218	173	56488	7769	60351346	12.09%	
jul-20	252,600	80076	58529	101624	2891	58391	194209	37717187527	76.88%	
ago-20	104,515	82967	61420	104515	2891	104515	0	0	0.00%	
sep-20	143,700	90152	64819	115486	3399	107406	36294	1317241582	25.26%	
oct-20	208,200	104118	69468	138767	4649	118885	89315	7977225147	42.90%	
nov-20	282,400	125209	76062	174356	6594	143416	138984	19316455588	49.22%	
dic-20	27,300	113626	80506	146746	4444	180950	153650	23608276774	562.82%	
ene-21	110,900	113304	84386	142221	3880	151190	40290	1623259783	36.33%	
feb-21	182,500	121490	88776	154204	4389	146101	36399	1324901283	19.94%	
mar-21	2,000	107354	90974	123734	2198	158593	156593	24521393128	7829.65%	
abr-21	Pronóstico n=1					125932				
may-21	Pronóstico n=2					128129				
jun-21	Pronóstico n=3					130327				

Fuente: Datos propios.

Tabla 13.

Pronóstico Abr 2021 Toallita Húmeda Kudly Baby Supreme C/80.

Código 2006										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
abr-20	67,680	67680	67680	67680	67680	0				
may-20	95,040	72534	68541	76526	861	67680	27360	748569600	28.79%	
jun-20	40,000	66762	68225	65299	-316	77387	37387	1397795267	93.47%	
jul-20	35,000	61128	66966	55289	-1259	64983	29983	899008346	85.67%	
ago-20	29,520	55521	64936	46105	-2030	54030	24510	600741932	83.03%	
sep-20	80,520	59955	64052	55858	-884	44075	36445	1328239760	45.26%	
oct-20	48,240	57877	62957	52797	-1095	54975	6735	45359553	13.96%	
nov-20	51,120	56678	61843	51514	-1114	51702	582	338640	1.14%	
dic-20	50,400	55565	60729	50400	-1114	50400	0	0	0.00%	
ene-21	53,280	55159	59741	50578	-988	49286	3994	15950232	7.50%	
feb-21	46,800	53676	58665	48688	-1076	49589	2789	7780799	5.96%	
mar-21	78,480	58077	58561	57592	-104	47612	30868	952854706	39.33%	
abr-21	Pronóstico n=1					57488				
may-21	Pronóstico n=2					57383				
jun-21	Pronóstico n=3					57279				

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.12
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
78009.31	10680677469	787.52%

n	α
1	0.18
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
18241.28	545148985	36.74%

Cabe mencionar que este método utiliza una constante de suavización α que aplica un cierto peso o ponderación a la última observación de demanda y un menor peso al resto, ajustando automáticamente el error experimentado en el período actual.

En esta aplicación, la constante α fue determinada utilizando la función Solver de Excel, tomando como variable objetivo el MAD (Mean Absolute Deviation) solicitando su minimización y colocando como reglas para la constante que la misma debe de encontrarse entre los valores de 0 y 1.

Aunado a la metodología estadística seleccionada para generar los pronósticos, se ha decidido tomar como punto de referencia las recomendaciones realizadas por el IBF (Institute of Business Forecasting and Planning) para combatir la volatilidad provocada por el COVID-19:

- 1) Conoce tus datos
- 2) Entiende el impacto generado en los diferentes canales de venta
- 3) Encuentra el mejor modelo histórico para el 2021
- 4) Usa dicho modelo histórico para el plan inicial del año 2021
- 5) Comparte los planes iniciales con el área comercial y de marketing para llegar a acuerdos conjuntos

(Fitzpatrick, 2021)

3.3 Reglas de Abastecimiento.

La siguiente etapa de la implementación es el cálculo de los niveles mínimos, máximos e ideales de inventario para cada uno de los 8 SKU'S a conservar en el centro de distribución.

Tabla 14.

Reglas Abastecimiento Abr 2021 Gorro para Paciente Azul C/100 Pza.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00062500
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	1.67

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1076	12,477	891	2024	12,700	758	1,547	2,336

Fuente: Datos propios.

Tabla 15.

Reglas Abastecimiento Abr 2021 Gorro para Cirujano Azul C/100 Pza.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00062500
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	3.83

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1077	9,895	707	3,134	8,710	601	1,991	3,381

Fuente: Datos propios.

Tabla 16.

Reglas Abastecimiento Abr 2021 Bota para Cirujano S/P Privado.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00024510
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	5.30

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1311	46,537	3,324	19,625	47,636	2,826	11,808	20,789

Fuente: Datos propios.

Tabla 17.

Reglas Abastecimiento Abr 2021 Toallita Húmeda Ángel Dry.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00004167
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	4.82

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1442	420,000	19,091	103,543	45,000	16,228	63,227	110,225

Fuente: Datos propios.

Tabla 18.

Reglas Abastecimiento Abr 2021 Toallita Ecco Bella.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00013889
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	3.43

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1446	78,848	4,928	19,877	33,792	4,189	12,896	21,602

Fuente: Datos propios.

Tabla 19.

Reglas Abastecimiento Abr 2021 Vaso Clínico 100ml Curapack.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00001667
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
486Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	6.59

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1828	81,450	6,788	48,827	49,500	5,769	28,486	51,202

Fuente: Datos propios.

Tabla 20.

Reglas Abastecimiento Abr 2021 Cubre bocas Plisado C/10 Pza Azul Curapack.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00004167
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	13.16

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1902	97,800	6,986	96,144	79,200	5,938	52,264	98,589

Fuente: Datos propios.

Tabla 21.

Reglas Abastecimiento Abr 2021 Toallita Húmeda Kudly Baby Supreme C/80.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00008333
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	3.37

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
2006	59,520	4,960	19,713	8,640	4,216	12,833	21,449

Fuente: Datos propios.

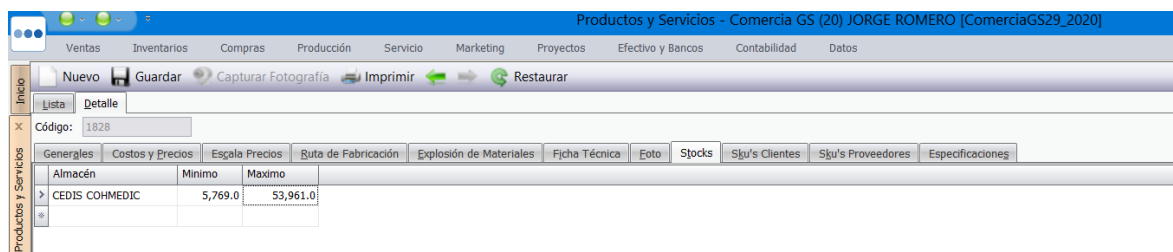
Los resultados calculados para las reglas de abastecimiento son acordadas entre los departamentos de almacén del CEDIS, el área comercial, planeación de la producción y finanzas. Dichas reglas serán sometidas a revisión mensual y actualizadas de manera bimestral para mantener los resultados alineados con la demanda actual.

Adicionalmente, se acuerda que el CEDIS deberá de enviar una orden de reabastecimiento a la planta de manufactura para cada SKU que llegue al punto de re orden (ROP) calculado dentro de las mismas reglas.

De forma que la información quede integrada y sea consultable para los involucrados, los resultados de los niveles mínimos y máximos de inventario, son cargados en el ERP (Enterprise Resource Planning) utilizado por la empresa, el cual cuenta con la modalidad de cargar mínimos y máximos de inventario en un almacén determinado.

Tabla 22.

Alta de reglas de abastecimiento en sistema ERP para Vaso Clínico 100ml Curapack.



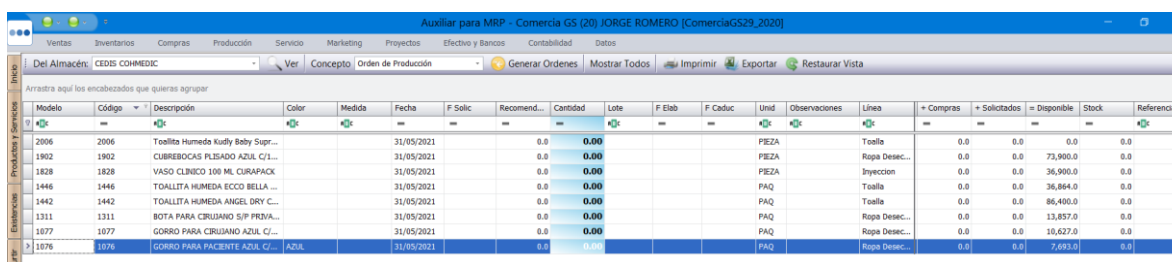
Almacén	Minimo	Maximo
CEDIS COHMEDIC	5,769.0	53,961.0

Fuente: Datos propios.

Una vez cargadas las reglas de abastecimiento, el sistema ERP permite gestionarlas utilizando un sistema de alertas para la planta de fabricación a través del módulo de MRP Producción.

Tabla 23.

Gestión de las reglas de abastecimiento a través del módulo MRP Producción.



Modelo	Código	Descripción	Color	Medida	Fecha	F Solic	Recomend...	Cantidad	Lote	F Elab	F Caduc	Unid	Observaciones	Línea	= Compras	+ Solicitados	= Disponible	Stock	Referencia
2006	2006	Toallita Humeda Kutly Baby Supr...			31/05/2021			0.0	0.00				PIEZA		0.0	0.0	0.0	0.0	
1902	1902	CUBREBOCAS PLUS-90 AZUL C/...			31/05/2021			0.0	0.00				PIEZA		0.0	0.0	73,960.0	0.0	
1828	1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK			31/05/2021			0.0	0.00				PIEZA		0.0	0.0	36,900.0	0.0	
1446	1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA ...			31/05/2021			0.0	0.00				PAQ		0.0	0.0	36,964.0	0.0	
1442	1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C...			31/05/2021			0.0	0.00				PAQ		0.0	0.0	86,400.0	0.0	
1311	1311	BOTA PARA CIRUJANO S/P PREVA...			31/05/2021			0.0	0.00				PAQ		0.0	0.0	13,857.0	0.0	
1877	1877	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/...			31/05/2021			0.0	0.00				PAQ		0.0	0.0	10,627.0	0.0	
1076	1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/...	AZUL		31/05/2021			0.0	0.00				PAQ		0.0	0.0	7,693.0	0.0	

Fuente: Datos propios.

Las metodologías descritas anteriormente comprenden la intervención como tal; posteriormente, el trabajo describirá el monitoreo de los niveles de inventario de PT en el CEDIS y el desempeño de la metodología de pronóstico de demanda implementada para medir la eficiencia general de la intervención. El resultado esperado es la reducción del costo de inventario de PT en relación con las ventas durante el periodo, teniendo como meta cerrar cada mes con un valor máximo de 35% de costo de inventario sobre valor de ventas solicitado por Dirección General (indicador de rotación de inventario) manteniendo el nivel de servicio esperado para los 8 SKU'S seleccionados.

Capítulo 4

Resolución y Hallazgos

En el siguiente capítulo se describirán los resultados obtenidos durante el periodo de tiempo designado para la intervención en COHMEDIC S.A. DE C.V.

4.1 Pronóstico de la demanda

A continuación, los resultados de utilizar el método de suavización exponencial doble para el pronóstico de la demanda de los 8 SKU'S sujetos de la intervención hasta el mes de septiembre de 2021:

Tabla 24.

Pronóstico Sep 2021 Gorro para Paciente Azul C/100 Pza.

Código 1076										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
sep-20	13,450	13450	13450	13450	0					
oct-20	8,900	12859	13373	12344	-77	13450	4550	20702500	51.12%	
nov-20	6,730	12062	13203	10921	-170	12267	5537	30658369	82.27%	
dic-20	9,600	11742	13013	10471	-190	10750	1150	1323616	11.98%	
ene-21	14,025	12039	12886	11191	-127	10281	3744	14016124	26.69%	
feb-21	11,046	11910	12759	11060	-127	11064	18	337	0.17%	
mar-21	12,350	11967	12656	11277	-103	10933	1417	2008037	11.47%	
abr-21	6,530	11260	12475	10045	-181	11174	4644	21570711	71.12%	
may-21	10,697	11187	12307	10066	-167	9864	833	694103	7.79%	
jun-21	11,204	11189	12162	10216	-145	9899	1305	1703055	11.65%	
jul-21	6,278	10551	11952	9149	-209	10071	3793	14385904	60.42%	
ago-21	9,037	10354	11745	8963	-208	8939	98	9532	1.08%	
sep-21	Pronóstico n=1					8755				
oct-21	Pronóstico n=2					8547				
nov-21	Pronóstico n=3					8340				

Fuente: Datos propios.

Tabla 25.

Pronóstico Sep 2021 Gorro para Cirujano Azul C/100 Pza.

Código 1077										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
sep-20	18,713	18713	18713	18713	0					
oct-20	22,636	19811	19021	20602	308	18713	3923	15387575	17.33%	
nov-20	11,460	17473	18587	16359	-433	20910	9450	89297057	82.46%	
dic-20	6,960	14529	17451	11608	-1136	15925	8965	80378630	128.81%	
ene-21	10,426	13380	16311	10450	-1140	10471	45	2058	0.44%	
feb-21	12,300	13078	15406	10750	-905	9310	2990	8940973	24.31%	
mar-21	10,980	12490	14590	10391	-816	9845	1135	1289194	10.34%	
abr-21	3,840	10068	13324	6813	-1266	9575	5735	32891108	149.35%	
may-21	5,222	8711	12032	5391	-1291	5547	325	105700	6.23%	
jun-21	4,180	7443	10747	4138	-1285	4099	81	6544	1.94%	
jul-21	5,613	6930	9678	4182	-1069	2853	2760	7617773	49.17%	
ago-21	2,716	5750	8579	2922	-1100	3113	397	158000	14.64%	
sep-21	Pronóstico n=1					1822				
oct-21	Pronóstico n=2					722				
nov-21	Pronóstico n=3					-378				

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.13
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
2462.71	9733844	30.52%

Historia	Forecast	D.Real	MAD
abr-21	11,174	6,530	71.12%
may-21	9,864	10,697	7.79%
jun-21	9,899	11,204	11.65%
jul-21	10,071	6,278	60.42%
ago-21	8,939	9,037	1.08%

30.41%

n	α
1	0.28
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
3255.22	21461328	44.09%

Historia	Forecast	D.Real	MAD
abr-21	9,575	3,840	149.35%
may-21	5,547	5,222	6.23%
jun-21	4,099	4,180	1.94%
jul-21	2,853	5,613	49.17%
ago-21	3,113	2,716	14.64%

44.26%

Tabla 26.

Pronóstico Sep 2021 Bota para Cirujano S/P Privado.

Código 1311									
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\hat{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error
sep-20	67,953	67953	67953	67953	67953	0			
oct-20	46,480	64088	67257	60918	60918	-696	67953	21473	46.20%
nov-20	62,520	63806	66636	60975	60975	-621	60223	2297	3.67%
dic-20	59,128	62964	65975	59952	59952	-661	60354	1226	2.07%
ene-21	63,660	63089	65455	60723	60723	-519	59291	4369	6.86%
feb-21	47,510	60285	64525	56045	56045	-931	60203	12693	26.72%
mar-21	28,440	54553	62730	46376	46376	-1795	55114	26674	93.79%
abr-21	44,150	52680	60921	44440	44440	-1809	44581	431	0.98%
may-21	54,674	53039	59502	46576	46576	-1419	42631	12043	22.03%
jun-21	45,191	51626	58085	45168	45168	-1418	45157	34	0.07%
jul-21	62,400	53566	57271	49860	49860	-813	43751	18649	29.89%
ago-21	45,923	52190	56357	48023	48023	-915	49047	3124	6.80%
sep-21	Pronóstico n=1					47109			
oct-21	Pronóstico n=2					46194			
nov-21	Pronóstico n=3					45280			

Fuente: Datos propios.

Tabla 27.

Pronóstico Sep 2021 Toallita Húmeda Ángel Dry.

Código 1442									
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\hat{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error
sep-20	554,400	554400	554400	554400	554400	0			
oct-20	366,360	497988	537476	458500	458500	-16924	554400	188040	51.33%
nov-20	441,000	480892	520501	441282	441282	-16975	441576	576	0.13%
dic-20	509,400	489444	511184	467704	467704	-9317	424307	85093	16.70%
ene-21	378,000	456011	494632	417390	417390	-16552	458387	80387	21.27%
feb-21	356,400	426128	474081	378175	378175	-20551	400838	44438	12.47%
mar-21	525,600	455969	468647	443291	443291	-5433	357623	167977	31.96%
abr-21	448,200	453639	464145	443132	443132	-4503	437858	10342	2.31%
may-21	457,200	454707	461313	448101	448101	-2831	438630	18570	4.06%
jun-21	441,000	450595	458098	443092	443092	-3216	445269	4269	0.97%
jul-21	347,400	419636	446559	392713	392713	-11538	439876	92476	26.62%
ago-21	421,200	420105	438623	401588	401588	-7936	381175	40025	9.50%
sep-21	Pronóstico n=1					393652			
oct-21	Pronóstico n=2					385715			
nov-21	Pronóstico n=3					377779			

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.18
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
9364.80	169305191	21.73%

Historia	Forecast	D.Real	MAD
abr-21	44,581	44,150	0.98%
may-21	42,631	54,674	22.03%
jun-21	45,157	45,191	0.07%
jul-21	43,751	62,400	29.89%
ago-21	49,047	45,923	6.80%
			11.95%

n	α
1	0.30
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
66563	8170652697	16.12%

Historia	Forecast	D.Real	MAD
abr-21	437,858	448,200	2.31%
may-21	438,630	457,200	4.06%
jun-21	445,269	441,000	0.97%
jul-21	439,876	347,400	26.62%
ago-21	381,175	421,200	9.50%
			8.69%

Tabla 28.

Pronóstico Sep 2021 Toallita Ecco Bella.

Código 1446										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
sep-20	79,872	79872	79872	79872	79872	0				
oct-20	82,944	79903	79872	79933		0	79872	3072	9437184	3.70%
nov-20	86,016	79964	79873	80054		1	79933	6083	36997536	7.07%
dic-20	92,160	80086	79875	80296		2	80055	12105	146521380	13.13%
ene-21	70,656	79992	79877	80107		1	80298	9642	92975991	13.65%
feb-21	67,584	79867	79876	79858		0	80108	12524	156842653	18.53%
mar-21	98,304	80052	79878	80225		2	79858	18446	340241204	18.76%
abr-21	76,800	80019	79880	80159		1	80227	3427	11745656	4.46%
may-21	86,016	80079	79882	80277		2	80160	5856	34288010	6.81%
jun-21	110,592	80384	79887	80882		5	80279	30313	918882417	27.41%
jul-21	211,968	81700	79905	83496		18	80887	131081	17182180109	61.84%
ago-21	67,584	81559	79921	83197		17	83514	15930	253759456	23.57%
sep-21	Pronóstico n=1						83213			
oct-21	Pronóstico n=2						83230			
nov-21	Pronóstico n=3						83246			

Fuente: Datos propios.

Tabla 29.

Pronóstico Sep 2021 Vaso Clínico 100ml Curapack.

Código 1828										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
sep-20	232,200	232200	232200	232200	232200	0				
oct-20	170,100	217917	228915	206919		-3285	232200	62100	3856410000	36.51%
nov-20	462,150	274091	239305	308876		10390	203634	258516	66830522256	55.94%
dic-20	65,250	226057	236258	215856		-3047	319266	254016	64524265425	389.30%
ene-21	45,000	184414	224334	144494		-11924	212809	167809	28159924987	372.91%
feb-21	131,400	172221	212348	132094		-11986	132570	1170	1368688	0.89%
mar-21	67,950	148239	197603	98874		-14745	120108	52158	2720414255	76.76%
abr-21	193,050	158545	188620	128471		-8983	84129	108921	11863773316	56.42%
may-21	374,850	208295	193145	223446		4525	119488	255362	65210005499	68.12%
jun-21	189,450	203961	195633	212289		2488	227971	38521	1483866201	20.33%
jul-21	235,800	211284	199232	223335		3600	214777	21023	441977444	8.92%
ago-21	169,650	201708	199802	203614		569	226935	57285	3281581407	33.77%
sep-21	Pronóstico n=1						204184			
oct-21	Pronóstico n=2						204753			
nov-21	Pronóstico n=3						205323			

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.01
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
22588.85	1743988327	18.09%

Historia	Forecast	D.Real	MAD
abr-21	80,227	76,800	4.46%
may-21	80,160	86,016	6.81%
jun-21	80,279	110,592	27.41%
jul-21	80,887	211,968	61.84%
ago-21	83,514	67,584	23.57%
			24.82%

n	α
1	0.23
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
116080.16	22579464498	101.81%

Historia	Forecast	D.Real	MAD
abr-21	84,129	193,050	56.42%
may-21	119,488	374,850	68.12%
jun-21	227,971	189,450	20.33%
jul-21	214,777	235,800	8.92%
ago-21	226,935	169,650	33.77%
			37.51%

Tabla 30.

Pronóstico Sep 2021 Cubre bocas Plisado C/10 Pza Azul Curapack.

Código 1902										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
sep-20	143,700	143700	143700	143700	143700	0				
oct-20	208,200	161760	148757	174763	5057	143700	64500	4160250000	30.98%	
nov-20	282,400	195539	161856	229223	13099	179820	102580	10522656400	36.32%	
dic-20	27,300	148432	158097	138767	-3759	242322	215022	46234288467	787.62%	
ene-21	110,900	137923	152449	123398	-5649	135009	24109	581223437	21.74%	
feb-21	182,500	150405	151876	148933	-572	117749	64751	4192672317	35.48%	
mar-21	2,000	108851	139829	77873	-12047	148361	146361	21421511024	7318.04%	
abr-21	55,140	93812	126945	60680	-12885	65827	10687	114201830	19.38%	
may-21	44,820	80094	113826	46362	-13118	47795	2975	8851279	6.64%	
jun-21	39,200	68644	101175	36113	-12651	33244	5956	35470798	15.19%	
jul-21	38,200	60120	89680	30560	-11496	23461	14739	217225082	38.58%	
ago-21	39,450	54332	79782	28882	-9897	19064	20386	415591817	51.68%	
sep-21	Pronóstico n=1					18985				
oct-21	Pronóstico n=2					9087				
nov-21	Pronóstico n=3					-810				

Fuente: Datos propios.

Tabla 31.

Pronóstico Sep 2021 Toallita Húmeda Kudly Baby Supreme C/80.

Código 2006										
Mes	x_t	A_t	A'_t	a_t	b_t	$\bar{x}_t$	$ e_t $	e_t^2	Prom. Error	
sep-20	80,520	80520	80520	80520	80520	0				
oct-20	48,240	65994	73983	58005	-6537	80520	32280	1041998400	66.92%	
nov-20	51,120	59301	67376	51225	-6607	51468	348	121104	0.68%	
dic-20	50,400	55295	61940	48651	-5436	44618	5782	33430368	11.47%	
ene-21	53,280	54388	58542	50235	-3398	43215	10065	101311472	18.89%	
feb-21	46,800	50974	55136	46811	-3406	46837	37	1379	0.08%	
mar-21	78,480	63352	58833	67870	3697	43406	35074	1230212622	44.69%	
abr-21	73,440	67891	62909	72873	4076	71567	1873	3508343	2.55%	
may-21	77,040	72008	67004	77013	4095	76950	90	8165	0.12%	
jun-21	83,520	77189	71587	82790	4583	81107	2413	5821590	2.89%	
jul-21	51,120	65458	68829	62087	-2758	87373	36253	1314298669	70.92%	
ago-21	68,400	66782	67908	65656	-921	59328	9072	82292943	13.26%	
sep-21	Pronóstico n=1					64735				
oct-21	Pronóstico n=2					63814				
nov-21	Pronóstico n=3					62892				

Fuente: Datos propios.

n	α
1	0.28
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
61096.72	7991267495	760.15%

Historia	Forecast	D.Real	MAD
abr-21	65,827	55,140	19.38%
may-21	47,795	44,820	6.64%
jun-21	33,244	39,200	15.19%
jul-21	23,461	38,200	38.58%
ago-21	19,064	39,450	51.68%
			26.29%

n	α
1	0.45
2	
3	

MAD	ECM	MAD %
12117.07	346636823	21.13%

Historia	Forecast	D.Real	MAD
abr-21	71,567	73,440	2.55%
may-21	76,950	77,040	0.12%
jun-21	81,107	83,520	2.89%
jul-21	87,373	51,120	70.92%
ago-21	59,328	68,400	13.26%
			17.95%

Dichas tablas nos llevan a realizar las siguientes observaciones:

- Al utilizar un histórico móvil de 12 meses se observa que el 50% de los SKU'S analizados presenta un MAD (Mean Absoulte Deviation) por debajo del 25%, lo cual puede concluirse en que su demanda es relativamente estable y se ve poco afectada por temporalidad o promociones en punto de venta.
- El 50% restante de los artículos presenta un MAD (Mean Absolute Deviation) superior al 25% al ser ponderado por los 12 meses históricos, pero cabe recalcar que, al evaluar únicamente los periodos de abril a agosto del 2021, periodo de inicio de la intervención y de introducción de la metodología en las operaciones de la empresa, se observa que el MAD de dicho periodo es considerablemente menor que al resultado de los 12 meses históricos (esquina inferior derecha de cada tabla). Esto nos indica que la demanda presentada en los meses más recientes tiene un mayor peso o relevancia que la información histórica lejana.
- Al concluir que los periodos más recientes tienen un mayor peso en la generación de un pronóstico de la demanda, se opta por la posibilidad de utilizar un modelo de series de tiempo para pronóstico que utilice o pondere de forma mayor dichos periodos, como el método de promedio móvil ponderado.
- Esta metodología de pronóstico es introducida en la empresa como herramienta estadística de análisis de demanda; sin embargo, debido a que la mayoría de los SKU'S analizados se comercializan a través de cadenas de retail, se incorpora de forma periódica un pronóstico generado por el cliente y se realiza un cotejo entre ambos para de forma conjunta entre los departamentos comerciales y de operaciones, determinar el número final que será utilizado en el plan maestro de fabricación.

4.2 Reglas de abastecimiento

A continuación, los resultados de la implementación de un sistema de máximos y mínimos de inventario a mantener en el centro de distribución, así como la determinación del punto de re orden en el que se deberá de emitir una orden de reposición a la planta de fabricación:

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00062500
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	3.9

Tabla 32.

Reglas Abastecimiento Sep. 2021 Gorro para Paciente Azul C/100 Pza.

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1076	8,840	631	2,848	2,860	537	1,803	3,069

Fuente: Datos propios.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00062500
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	4.86

Tabla 33.

Reglas Abastecimiento Sep. 2021 Gorro para Cirujano Azul C/100 Pza.

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1077	4,170	298	1,627	2,540	253	992	1,732

Fuente: Datos propios.

Tabla 34.

Reglas Abastecimiento Sep. 2021 Bota para Cirujano S/P Privado.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00024510
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	2.66

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1311	51,171	3,655	11,925	12,000	3,108	8,156	13,204

Fuente: Datos propios.

Tabla 35.

Reglas Abastecimiento Sep. 2021 Vaso Clínico 100ml Curapack.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00004167
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	2.69

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1442	403,200	18,327	60,325	88,200	15,579	41,159	66,740

Fuente: Datos propios.

Tabla 36.

Reglas Abastecimiento Sep. 2021 Toallita Ecco Bella.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00013889
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	9.12

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1446	130,048	8,128	79,010	62,500	6,910	44,382	81,855

Fuente: Datos propios.

Tabla 37.

Reglas Abastecimiento Sep. 2021 Vaso Clínico 100ml Curapack.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00001667
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	2.05

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1828	198,300	16,525	43,867	35,780	14,047	31,848	49,650

Fuente: Datos propios.

Tabla 38.

Reglas Abastecimiento Sep. 2021 Cubre bocas Plisado C/10 Pza Azul Curapack.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00004167
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	0.24

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
1902	38,950	2,782	2,331	8,000	2,365	2,835	3,305

Fuente: Datos propios.

Tabla 39.

Reglas Abastecimiento Sep. 2021 Toallita Húmeda Kudly Baby Supreme C/80.

Componentes del Lead Time	Días
Lead Time Información	0.5
Lead Time Fabricación	0.00008333
Lead Time Tránsito	0.1
Variación en Tránsito	0.1
Frecuencia de Embarques	0.25
Variación en la Demanda	2.87

Código	Demanda 3 meses	Demanda diaria	ROP	Inventario	Min	Ideal	Max
2006	67,680	5,640	19,596	20,200	4,794	13,182	21,570

Fuente: Datos propios.

La implementación de las reglas de abastecimiento para productos de alta rotación generó lo siguiente:

- La información respecto a los nuevos niveles de inventario se actualizaba de manera bimestral entre la planta y el centro de distribución, actualizando la información de la demanda real reciente y, por ende, de su variación para el cálculo del punto de re orden.
- Al momento de actualizarse las reglas de inventario, se convocaba una junta entre los departamentos de almacén de producto terminado, área comercial, logística, planeación y operaciones. La información era presentada de manera ejecutiva, cotejada contra el pronóstico de la demanda emitida para el periodo correspondiente y finalmente firmada de conformidad entre todos los responsables.
- Los nuevos niveles de inventario determinados para los artículos eran actualizados únicamente por el Director de Operaciones en el sistema MRP, con la intención de actualizar el sistema MRP a utilizar en los siguientes dos meses.
- De detectarse algún incremento atípico en la demanda dentro del periodo de duración determinado para las reglas de abastecimiento, se mencionaba durante la junta semanal de S&OP (Sales and Operations Planning) y si se concluía que era necesario incrementar los niveles de inventario establecidos debido a un periodo atípico de demanda, se generaba una desviación al proceso dentro del sistema ISO-9001:2015 de la empresa y se notificaba a los involucrados el incremento en los niveles de inventario de los artículos afectados. Dicha situación se presentó únicamente en dos ocasiones desde la implementación de la metodología y la fecha presente.

- De manera general, la implementación de dichas reglas generó una reducción considerable en los niveles finales de inventario (véase resultados de indicador clave en capítulo 4.3) en el centro de distribución, generando una mejor comunicación entre los sitios de centro de distribución y planta respecto a las necesidades de reabastecimiento para dichos artículos.
- El punto de re orden fue de los elementos más significativos de la implementación ya que al determinar un número preciso como guía para generar las órdenes de reabastecimiento, brindó un panorama más claro para la planta de fabricación sobre los momentos y cantidades necesarias a fabricar, permitiendo reducir el número de cambios generados en el plan maestro de fabricación.

4.3 Costo y Rotación del Inventario de PT

A continuación, los resultados del indicador clave utilizado para la medición de la eficacia de la implementación, a través del costo acumulado del inventario al cierre de cada mes y la rotación del mismo contra las ventas generadas por periodo, recordando que la dirección general de la empresa busca un resultado promedio de 35% de costo de inventario restante sobre el costo de los productos vendidos:

Tabla 40.

Rotación y Costo de Inventario en CEDIS Acumulado a septiembre 2021.

Código	Descripción	Inv. Abril	Ventas Abril	Inv. Mayo	Ventas Mayo	Inv. Junio	Ventas Junio	Inv. Julio	Ventas Julio
1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	12750.00	6500.00	7703.00	10697.00	10144.00	11204.00	3816.00	6278.00
1077	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	15910.00	3840.00	10687.00	5222.00	6927.00	4180.00	4434.00	5613.00
1311	BOTA PARA CIRUJANO S/ PLANTILLA PEGADA	28375.00	44150.00	23017.00	54674.00	19454.00	45183.00	2231.00	62400.00
1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	85400.00	448200.00	88200.00	457200.00	57600.00	441000.00	54600.00	347400.00
1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	43008.00	76800.00	52224.00	86016.00	67584.00	110952.00	29408.00	211968.00
1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	57600.00	193050.00	36900.00	415350.00	75150.00	186750.00	27200.00	235800.00
1902	CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	79200.00	0.00	32900.00	5300.00	26700.00	2000.00	25500.00	38200.00
2006	TOALLITA HUMEDA KUDLY	6480.00	73440.00	6480.00	77040.00	22320.00	83520.00	26800.00	51120.00

Código	Descripción	Inv. Agosto	Ventas Agos	Inv. Septiem	Ventas Sept	Prom Inv	Prom Venta	No. Vueltas	Costo
1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	1978.00	9037.00	1376.00	10702.00	6294.50	9069.67	1.44	\$ 48.50
1077	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	5558.00	2716.00	300.00	6218.00	7302.67	4631.50	0.63	\$ 46.50
1311	BOTA PARA CIRUJANO S/ PLANTILLA PEGADA	3768.00	45923.00	3386.00	11542.00	13371.83	43978.67	3.29	\$ 38.25
1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	58450.00	421200.00	104424.00	504000.00	74779.00	436500.00	5.84	\$ 8.60
1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	36800.00	67584.00	70656.00	58368.00	49946.67	101948.00	2.04	\$ 5.55
1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	46600.00	169650.00	81000.00	207000.00	54075.00	234600.00	4.34	\$ 2.17
1902	CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	17500.00	18000.00	4600.00	89900.00	31066.67	25566.67	0.82	\$ 6.90
2006	TOALLITA HUMEDA KUDLY	42480.00	68400.00	54012.00	70560.00	26428.67	70680.00	2.67	\$ 20.20

Código	Descripción	\$ Inicial	\$ final	Prom Inv	Prom Ventas	No. Vueltas
1076	GORRO PARA PACIENTE AZUL C/100 PZAS	\$ 618,375.00	\$ 66,736.00	\$ 305,283.25	\$ 439,878.83	1.44
1077	GORRO PARA CIRUJANO AZUL C/100 PZAS	\$ 739,815.00	\$ 13,950.00	\$ 339,574.00	\$ 215,364.75	0.63
1311	BOTA PARA CIRUJANO S/ PLANTILLA PEGADA	\$ 1,085,343.75	\$ 129,514.50	\$ 511,472.63	\$ 1,682,184.00	3.29
1442	TOALLITA HUMEDA ANGEL DRY C/80	\$ 734,440.00	\$ 898,046.40	\$ 643,099.40	\$ 3,753,900.00	5.84
1446	TOALLITA HUMEDA ECCO BELLA C/30 PZA	\$ 238,694.40	\$ 392,140.80	\$ 277,204.00	\$ 565,811.40	2.04
1828	VASO CLINICO 100 ML CURAPACK	\$ 124,992.00	\$ 175,770.00	\$ 117,342.75	\$ 509,082.00	4.34
1902	CUBREBOCAS PLISADO AZUL C/10 PZAS CURAPACK	\$ 546,480.00	\$ 31,740.00	\$ 214,360.00	\$ 176,410.00	0.82
2006	TOALLITA HUMEDA KUDLY	\$ 130,896.00	\$ 1,091,042.40	\$ 533,859.07	\$ 1,427,736.00	2.67
				\$ 2,942,195.09	\$ 8,770,366.98	
					33.55%	

Fuente: Datos propios.

La medición a través del indicador de costo y rotación de inventario de PT generó lo siguiente:

- El indicador se utiliza de forma acumulada a partir del mes de abril y concluyendo en el mes de septiembre 2021, periodo de la implementación descrita en este trabajo.
- Para las existencias de cada SKU, se utiliza un valor promedio acumulado calculado a partir de la existencia al cierre de cada mes durante el periodo descrito anteriormente.
- Para las ventas de cada SKU, se utiliza un valor promedio acumulado calculado a partir de las ventas finales de cada mes durante el periodo descrito anteriormente.
- El monto calculado para las ventas se determina utilizando el mismo costo de los productos, no el precio de venta, para así determinar un porcentaje que utilice las mismas condiciones tanto en el inventario restante (existencias) y las salidas de productos (ventas)
- Durante los primeros 3 meses del año, periodo en el que aún no se comenzaba con la implementación, el porcentaje entre el costo del inventario y las ventas era de **38.80%**
- Al cierre del mes de septiembre, el indicador arroja un resultado de **33.55%** lo que representa una disminución en el cociente de **5.25%** y demuestra el cumplimiento de la meta indicada por Dirección General para la implementación.

Conclusiones

El trabajo de intervención para la empresa COHMEDIC SA DE CV abarca problemas de abastecimiento, proyección de la demanda, manejo de la incertidumbre y medición objetiva a través de KPI'S, dentro de una industria cuya demanda se volvió completamente errática a raíz de la pandemia generada por el COVID-19.

Uno de los mayores retos que se tuvo durante la implementación fue el convencimiento a las diferentes áreas involucradas en la misma, ya que, por la naturaleza de la empresa, se presenta una resistencia al cambio ante modificaciones a las metodologías conocidas y aceptadas a lo largo del tiempo. Fue necesario el trabajar de primera mano con cada una de dichas áreas para así poder transmitir la relevancia y ventajas de las políticas de inventario a establecer.

La intervención fue dividida en 3 etapas principales: el análisis del nivel actual de rotación del inventario, la selección e implementación de un modelo de pronóstico de demanda para los SKU'S seleccionados y finalmente, la implementación de reglas de abastecimiento a través de la metodología de máximos y mínimos. Finalmente, se utilizó de nueva cuenta el primer indicador mencionado para medir la efectividad de la metodología.

Siguiendo la metodología descrita se encontró en el diagnóstico inicial un porcentaje entre el costo del inventario inicial y las ventas por periodo del 38.80%, de la cual dirección marcó como meta para la implementación un resultado de 35%. Posteriormente, se seleccionó el modelo de suavización exponencial doble para pronosticar la demanda de los artículos involucrados en periodos futuros; el método reveló la tendencia de la mayoría de los artículos y probó la ventaja de tener una visión anticipada de la demanda de los artículos a fabricar durante la vigencia del plan maestro de fabricación de la empresa; si bien el modeló resultó

no tan preciso para algunos SKU'S y existen diferentes modelos que podrían aplicarse para mejor anticipar la demanda de dichos artículos, el objetivo de obtener un mayor panorama de planeación fue alcanzado. Finalmente, la implementación de las reglas de abastecimiento a través de máximos y mínimos logró proporcionar una clara guía entre los sitios de CEDIS y planta de fabricación para las cantidades esperadas a almacenar y por fabricar de cada SKU. Esto permite alinear la demanda esperada y las capacidades de la empresa de manera anticipada y mitigar el impacto de stock out's así como de sobre inventarios.

Al cierre del periodo de implementación, se logra obtener un resultado en la relación entre costo de inventario y ventas del 33.55%, alcanzando el objetivo planteado por Dirección General. La implementación nos brinda como aprendizaje la importancia del uso de metodologías de control en los principales productos de cualquier empresa, ya que con ellas se logran establecer objetivos interdepartamentales comunes para las diferentes áreas de una organización, dando claridad en los objetivos de la misma y delimitando el proceder de cada departamento para alcanzar dichos objetivos.

Bibliografía

- Cial dun & bradstreet. (07 de Mayo de 2020). *Cial dun & bradsreet*. Obtenido de Cial dun & bradsreet: https://www.cialdnb.com/wp-content/uploads/2020/05/200305_Coronavirus-Analytics-Impact-Report_CIAL_ES.pdf
- Conde, M. (24 de diciembre de 2020). Demanda de Plásticos en México ha crecido por Covid-19. (A. Alegría, Entrevistador)
- Díaz, A. (1999). *Gerencia de inventarios*. Venezuela: Ediciones IESA.
- Esper, T. L. (2017). *Administración de inventarios*. Ciudad de México : Pearson Educación
- Fitzpatrick, D. (2021). 5 Demand Planning Tips for 2021: Combating Covid-19 Volatility. *Journal of Business Forecasting*, 39(4), 10 - 15.

- Hanke, J. E., & Reith, A. G. (1996). *Pronósticos en los Negocios*. Estado de México: PEARSON Educación.
- Holguín, C. J. (2005). *Fundamentos de Gestión de Inventarios*. Santiago de Cali, COLOMBIA: Universidad del Valle - Facultad de Ingeniería.
- Ignacio Alvarez-Placencia, D. S.-P.-O.-F. (2020). Inventory Management Practices during COVID 19 Pandemic to Maintain Liquidity Increasing Customer Service level in an Industrial Products Company in Mexico. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5(6), 613-626.
- J. Shook, T. N. (2009). *Kaizen express: Fundamentals for your Lean Journey*. The Lean Enterprise Institute.
- Muller, M. (2003). *Essentials of Inventory Management*. New York: AMACOM.
- Redacción EC. (02 de febrero de 2021). SNI: El precio de los productos plásticos se elevará desde este mes tras la escasez mundial de resinas. *El Comercio*, págs. 01-01.
- Ruud H. Teunter, M. Z. (2010). ABC Classification: Service Levels and Inventory Costs. *Production and Operations Management*, 19(3), 343-352.
- Téllez, C. (05 de 03 de 2021). Consumo Privado en México cae 11% en 2020; es su mayor descenso en la historia. *El Financiero*, págs. 01-01.
- Wee, H.-M. (2011). *Inventory Systems: Modeling and Research Methods*. New York: Nova Science Publishers, Inc. .