

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PROYECTO DE MEJORA DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS DE LA
CATEGORÍA LAVAVAJILLAS EN UNA EMPRESA DE CONSUMO**

MASIVO

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de
Ingeniera Industrial**

AUTORA:

Mayra Paola Calderón Pazce

ASESOR:

Juan Carlos Chapilliquén Huiman

Lima, Noviembre, 2021

AGRADECIMIENTOS

A mi familia que siempre ha sido un soporte fundamental en mi vida. Mi mamá, la persona más valiente y luchadora que conozco, que me ha demostrado lo que significa amor de madre. Mis abuelos, los seres que deberían ser eternos; siempre llenos de amor y palabras sabias. A Miguel, el padre que me dio la vida y que me enseñó a verla siempre con los ojos más nobles y llenos de bondad.

A mi asesor, el Ing. Juan Carlos Chapilliquen, por su apoyo constante durante este proceso de titulación. A Paolo por acompañarme en mis amanecidas y su ayuda incondicional para crecer siempre como persona y profesional.



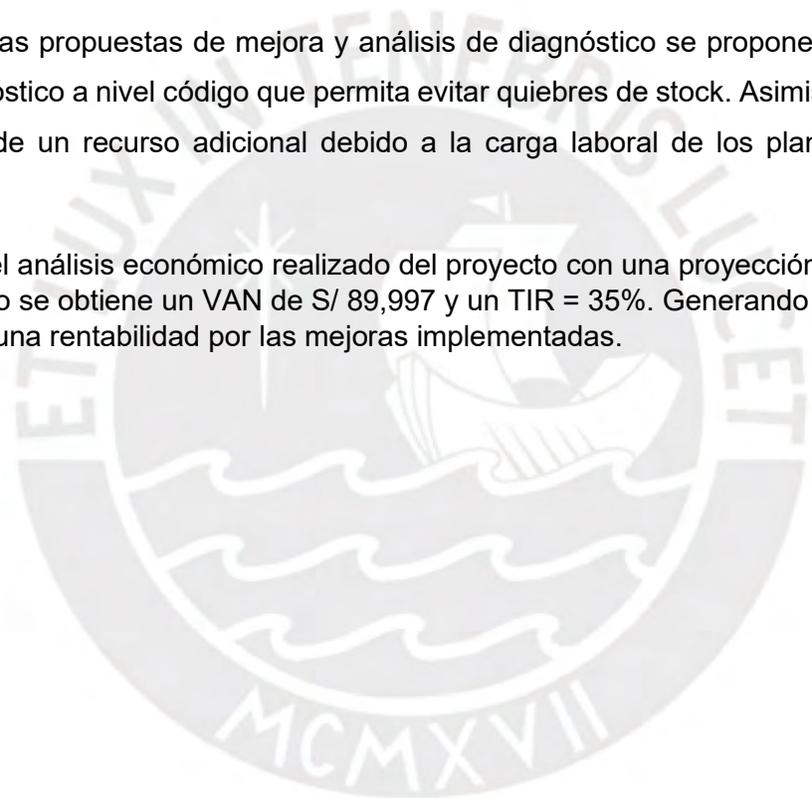
RESUMEN

En el presente trabajo tiene como principal objetivo realizar una mejora en el sistema de pronóstico de la categoría de lavavajillas en una empresa de consumo masivo y con presencia a nivel mundial.

En primer lugar, mediante las herramientas de diagnóstico de operaciones presentadas en el marco teórico se determinaron los principales problemas que se tienen actualmente y como ellos se relacionan directamente con el proceso de planeamiento de la demanda. A partir de esto se identificaron 5 principales causas de la venta perdida.

Como parte de las propuestas de mejora y análisis de diagnóstico se propone implementar un método de pronóstico a nivel código que permita evitar quiebres de stock. Asimismo, se propone la contratación de un recurso adicional debido a la carga laboral de los planificadores de la demanda.

Finalmente, en el análisis económico realizado del proyecto con una proyección de dos años. En línea con esto se obtiene un VAN de S/ 89,997 y un TIR = 35%. Generando ahorros en la venta perdida y una rentabilidad por las mejoras implementadas.



INDICE

RESUMEN	iii
Índice de Ilustraciones	vi
Índice de Tablas	vii
INTRODUCCIÓN	viii
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	1
1.1. Definición Cadena de Suministro	1
1.2. Clasificación de Productos ABC	1
1.3. Planificación de Inventarios	3
1.4. Planificación de la Demanda	3
1.4.1. Sistemas de pronóstico de la demanda	4
1.4.2. Herramientas de Pronóstico	5
1.4.3. Métodos Causales: Regresión Lineal	6
1.4.4. Métodos de Series de Tiempo	7
1.5. Medición de Errores	11
1.6. Planificación de Recursos Empresariales (ERP)	13
1.7. Herramientas de Análisis de Procesos	14
1.7.1. Diagrama Pareto	15
1.7.2. Diagrama de Causa-Efecto	15
CAPÍTULO 2: CASO DE ESTUDIO Y PLANTENAMIENTO DE PROBLEMA	16
2.1 Sector Económico	16
2.2 Descripción de la empresa, productos y clientes	16
2.4 Resultados Esperados	23
2.5 Alcance del Proyecto	23
2.6 Información Relevante	24
2.7 Planteamiento del problema	26
CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MEJORA	32
3.1 Descripción de la propuesta de mejora	32
3.1.1 Clasificación ABC de Códigos	32
3.1.2 Elaboración de Pronóstico	34
3.1.2.1 Regresión Lineal	36
3.1.2.2 Promedio Móvil	37
3.1.2.3 Suavización Exponencial	41

3.1.2.4	Suavización Exponencial Doble	45
3.1.3	Medición de Errores.....	50
3.3	Recursos e inversión necesarios	56
3.4	Plan de implementación	56
3.5	Resultados obtenidos.....	57
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA		60
4.1	Inversiones necesarias	60
4.2	Gastos y costos del proyecto	60
4.3	Flujo de Gastos / Ahorros generados.....	61
4.4	Flujo de caja efectivo proyectado e indicadores	64
5.1	Conclusiones	65
5.2	Recomendaciones.....	65
Bibliografía.....		67
ANEXOS.....		68



Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Clasificación ABC	2
Ilustración 2 Planeamiento de la demanda	4
Ilustración 3 Elementos de pronósticos	5
Ilustración 4 Regresión Lineal	7
Ilustración 5 Comparación promedio móvil tres y seis semanas.....	8
Ilustración 6 Suavización Exponencial y Diferentes Alfas	10
Ilustración 7 ERP: Integración de módulos	14
Ilustración 8 Flujograma del proceso de planificación.....	22
Ilustración 9 Presentaciones lavavajillas	24
Ilustración 10 Diagrama Ishikawa de la venta perdida.....	29
Ilustración 11 Pareto de lavavajillas en pastas y líquidos.....	33
Ilustración 12 Gráfico de demanda lavavajilla 800gr.....	36
Ilustración 13 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 800gr.....	38
Ilustración 14 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 300gr.....	38
Ilustración 15 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 300ml+esp.....	39
Ilustración 16 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 170gr.....	39
Ilustración 17 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 900ml	40
Ilustración 18 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 900gr.....	40
Ilustración 19 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 120gr.....	41
Ilustración 20 Suavización exponencial simple - 800gr	42
Ilustración 21 Suavización exponencial simple - 300gr	43
Ilustración 22 Suavización exponencial simple - 300ml+esp.....	43
Ilustración 23 Suavización exponencial simple - 170gr	44
Ilustración 24 Suavización exponencial simple - 900ml.....	44
Ilustración 25 Suavización exponencial simple - 900gr	45
Ilustración 26 Suavización exponencial simple - 120gr	45
Ilustración 27 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 800gr	47
Ilustración 28 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 300gr	47
Ilustración 29 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 300ml+esponja	48
Ilustración 30 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 170gr	48
Ilustración 31 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 900ml.....	49
Ilustración 32 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 900gr	49
Ilustración 33 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 120gr	50

Índice de Tablas

Tabla 1 Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado	6
Tabla 2 Ponderación Suavización Exponencial	9
Tabla 3 Milestones exportación e importación	25
Tabla 4 Familia de lavavajillas Company X	26
Tabla 5 Quiebres de Stock lavavajillas y cuidado del cabello.....	27
Tabla 6 Porcentaje de venta por categoría	28
Tabla 7 Puntaje de Impacto.....	29
Tabla 8 Puntaje de prioridad	30
Tabla 9 Priorización: Motivos de perdida de venta	30
Tabla 10 Clasificación ABC de lavavajillas	34
Tabla 11 Clasificación "A" lavavajillas.....	34
Tabla 12 Demanda y Quiebres de stock de códigos "A"	35
Tabla 13 Regresión lineal para códigos tipo "A"	36
Tabla 14 Coeficientes de correlación y determinación.....	37
Tabla 15 Valor de Alpha por cada producto	42
Tabla 16 Valor de Alpha y Beta por cada producto	46
Tabla 17 Error regresión lineal.....	51
Tabla 18 Error promedio móvil 2 periodos	51
Tabla 19 Error promedio móvil 3 periodos	52
Tabla 20 Error suavización exponencial.....	52
Tabla 21 Error suavización exponencial doble.....	52
Tabla 22 Errores MSE por código	53
Tabla 23 Errores CFE por código.....	53
Tabla 24 Errores MAD por código	54
Tabla 25 Errores MAPE por código.....	54
Tabla 26 Método de pronóstico final por código	55
Tabla 27 Ahorro venta pérdida anual y promedio.....	58
Tabla 28 Ahorro de demoras de entrega anual y promedio.....	58
Tabla 29 Ahorro inventario no productivo anual y promedio.....	58
Tabla 30 Ahorro anual y por periodo de evaluación.....	59
Tabla 31 Inversión para el proyecto	60
Tabla 32 Gastos y costos relacionados al proyecto	61
Tabla 33 Flujo de Gastos y ahorros generados	62
Tabla 34 Flujo de caja efectivo proyectado.....	63
Tabla 35 Indicadores económicos.....	64

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objetivo el análisis y la proposición de mejoras en el área de planeamiento de la demanda de una empresa global de consumo masivo.

La empresa Company X cuenta con presencia a nivel mundial y está dedicada a la venta de productos de limpieza, cuidado personal, salud, entre otros. En Perú cuenta con una planta de producción de lavavajillas en pasta, el resto de los productos comercializados son importados de varios países; siendo los principales Colombia y México. Asimismo, cuenta con un único centro de distribución a nivel nacional ubicado en el Callao.

Debido a la pandemia las costumbres de muchas personas han cambiado y la desinfección es mucho más rigurosa en todos los aspectos. Además, miles de personas hoy en día trabajan remotamente y suelen estar más tiempo en casa. Es por ello, que la demanda de los productos de limpieza ha crecido provocando que muchas empresas tengan que analizar si sus procesos hoy en día realizados pueden hacer frente a las crisis, Company X es una de ellas.

En base a lo anteriormente expuesto, la presente tesis analiza las principales causas de la pérdida de venta en la categoría de lavavajillas y presenta propuestas de mejora. En el capítulo uno se presenta todo el marco teórico el cual servirá de base para el desarrollo de la tesis.

En el capítulo dos se hará una presentación de la empresa y cuál es la estructura organizacional actual; además, se realiza el planteamiento del problema. Asimismo, se determinará el alcance del proyecto y se llevará a cabo el planteamiento del problema.

El tercer capítulo abarca todas las propuestas de mejora, recursos necesarios y plan de implementación. En cuanto al capítulo cuatro se brindan los resultados de los principales indicadores financieros en base a las propuestas planteadas. Finalmente, el último capítulo brinda recomendaciones y se establecen las conclusiones del trabajo analizado.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se desarrollará y explicarán las herramientas que fueron utilizadas como base para plantear la propuesta de mejora.

1.1. Definición Cadena de Suministro

La cadena de suministro hace referencia a una serie interrelacionada de procesos a través y dentro de empresas que ofrecen servicios o productos con el fin de satisfacer a sus clientes (Krajewski, 2013). La administración de la cadena de suministro consiste en la sincronización de todos los componentes involucrados en el abastecimiento y satisfacción del consumidor; desde la transformación de la materia prima hasta la llegada del producto terminado a los clientes. Este flujo no solamente implica a una empresa, sino que une a todas las compañías que directa o indirectamente se relacionan con el bien o servicio ofrecido.

Es muy común confundir el término de logística y cadena de suministro. Sin embargo, el *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) diferencia ambos conceptos. Por un lado, la cadena de suministro eslabona el flujo de dinero, información y materiales a través de las diferentes empresas involucradas en la manipulación de los productos y la satisfacción del cliente. Por otro lado, la logística implica el planeamiento, control, fabricación y distribución de una sola empresa. En otras palabras, el concepto de cadena de suministro es mucho más amplio y completo.

1.2. Clasificación de Productos ABC

De acuerdo con el libro *Administración de Operaciones* (Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008) el análisis y clasificación ABC es llevado a cabo por empresas que mantienen miles de artículos de inventario, pero solo una pequeña proporción de ellos requieren un control estricto y mayor atención por la administración. Es por ello por lo que este método permite separar los productos en tres grandes bloques o clases, de acuerdo con los criterios de importancia que establezca la organización. Esta clasificación tiene como referencia al gráfico de Pareto; cómo se puede observar en la Ilustración 1, la clase A representa cerca del 20% de los artículos, pero es responsable del 80% del valor de uso. Los artículos de la clase B representan el 30, pero con el 15% del valor de uso. Por último, los de la clase C significa el 50% de los artículos que representan solo el 5% del valor de uso.

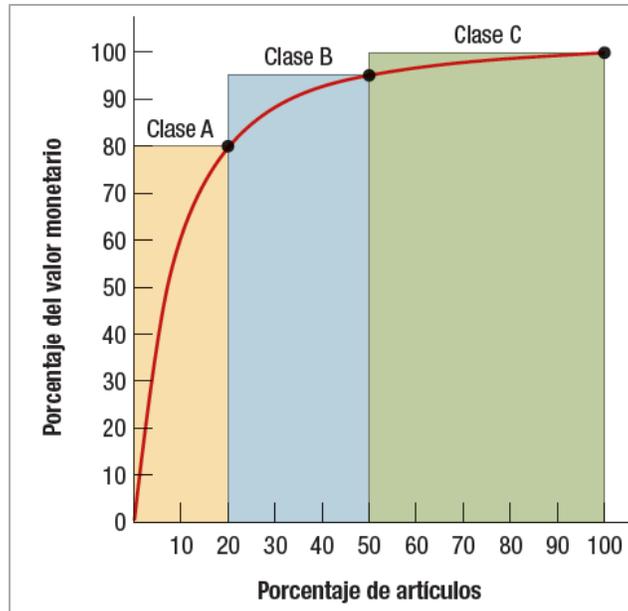


Ilustración 1 Clasificación ABC

Fuente: Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M. (2008)

Como se mencionó anteriormente, la clasificación depende del valor de uso; es decir, los criterios que establece la organización, por lo que es factible que se considere más de un criterio para definir que producto requiere de mayor atención. A continuación, se presenta la metodología a seguir de acuerdo con el artículo Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos (Castro, A., Vélez, M. & Castro, J., 2011)

- Primero, se definen los criterios para la clasificación; con ellos se establece una matriz de enfrentamiento para ponderarlos y calcular sus pesos.
- A continuación, se determina el puntaje para cada producto por cada criterio.
- Luego, se realiza la normalización de cada puntaje por criterio, debido a que los datos iniciales de cada criterio se encuentran en una escala diferente. Los valores deben encontrarse entre el 0 y el 1, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$yn_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del criterio j-ésimo para el i-ésimo ítem en inventario

Después, se obtiene el puntaje total mediante la siguiente fórmula:

$$PuntajeTotal = \sum_{i=1}^I w_j y n_{ij}$$

Donde yn_{ij} corresponde al valor normalizado del ítem i -ésimo de acuerdo con el criterio j -ésimo y w_j es el peso asignado al criterio j , bajo la siguiente restricción:

$$\sum_{j=i}^J w_j = 1$$

Finalmente, se aplica el principio de Pareto y se ordena el puntaje final de mayor a menor obteniendo de esta manera la clasificación ABC final de acuerdo con más de un criterio.

1.3. Planificación de Inventarios

La planificación de inventarios cumple un rol fundamental en el manejo de una empresa, este debe ser capaz de ayudar a la empresa a llegar a sus objetivos e indicadores establecidos. La falta de un buen sistema de control de inventarios genera una gran cantidad de pérdida de ventas, mermas, desperdicio, inclusive hasta robos al no tener un registro formal del producto disponible.

De acuerdo con Muñoz (2009), los inventarios tienen como principal función el poder atender la demanda del mercado y asegurar la continuidad de los procesos operativos de la empresa. En línea con ello se definen tres funciones:

- Si no se cuenta con inventario almacenado de un producto se pueden tener retrasos en la atención tanto de clientes internos como externos, por ello el inventario es necesario para poder satisfacer la demanda de manera eficiente.
- Dependiendo de la política de gestión de inventarios y pedidos, el manejo de inventarios puede favorecer a la empresa para acceder a descuentos por grandes lotes.
- Contar con el control y manejo de inventario de seguridad es una buena manera de prever futuros impactos negativos para la empresa.

1.4. Planificación de la Demanda

En la actualidad toda empresa cuenta con un área encargada de la planificación de la demanda, esto no solo les permite conocer mejor la futura necesidad por parte de sus clientes o consumidores; sino que también los ayuda a poder optimizar sus procesos, costos e inventarios. Es por ello que la planificación de la demanda es uno de los procesos principales de la cadena de suministro.

La planificación de la demanda debe tomar en cuenta muchos factores tanto externos como internos. Asimismo, requiere de una buena y precisa base de datos que le permita, en base a un histórico, crear pronósticos de requerimientos. Por otro lado, este debe estar siempre alineado con un proceso más grande llamado *Sales and Operations Planning* (S&OP) o Planificación de Ventas y Operaciones el cual involucra no solamente al área logística de la empresa sino también a ventas, marketing y finanzas; como se puede observar en la ilustración 2.

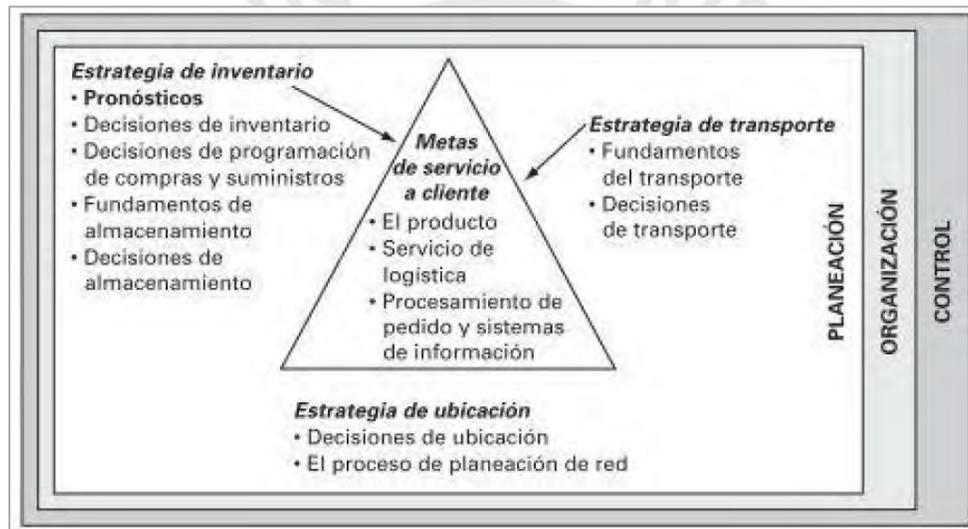


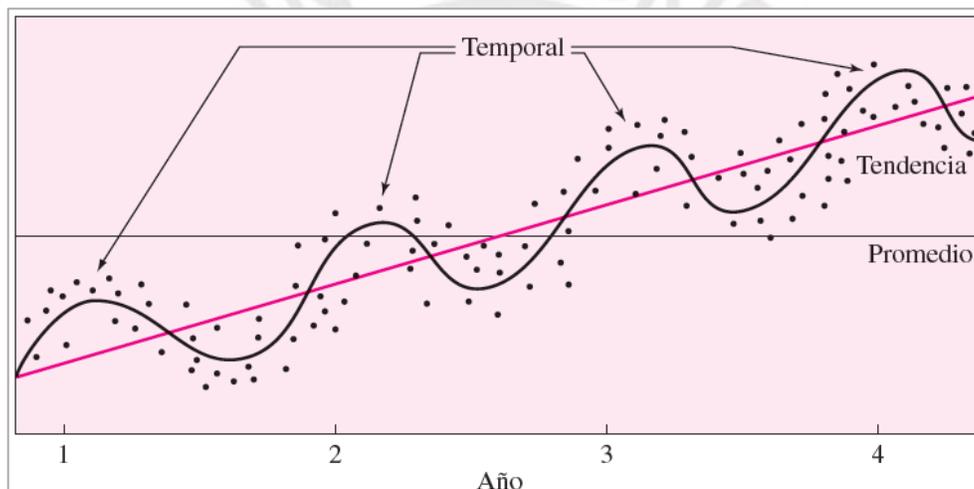
Ilustración 2 Planeamiento de la demanda
Fuente: Ballou, Ronald H. (2004)

1.4.1. Sistemas de pronóstico de la demanda

Como se mencionó anteriormente los pronósticos de la demanda involucran a varias áreas de una organización. Los pronósticos son aportes esenciales para la planificación de negocios, planes anuales y presupuestos elaborados por el área de finanzas. Este equipo requiere los pronósticos para realizar proyecciones de flujo de efectivo y las necesidades de capital. Por otro lado, recursos humanos hace uso de los pronósticos como medio de prevención de necesidades de contratación y capacitación de personal. Marketing por su lado, cumple un rol fundamental

para los pronósticos ya que sirve como fuente principal de información, debido a los planes comerciales planificados y a su cercanía y conocimiento del consumidor. Finalmente, operaciones requiere los pronósticos para elaborar un adecuado plan de producción y compras (Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008).

Para poder llevar a cabo un sistema de pronóstico es importante entender y conocer los siguientes conceptos: demanda promedio, tendencia, elementos estacionales, elementos cíclicos, variación aleatoria y autocorrelación. Estos son algunos de los elementos con los que se puede contar a la hora de elaborar un estimado de demanda. Como se puede observar en la siguiente imagen, la tendencia nos muestra un crecimiento de los valores con el paso del tiempo. Por otro lado, en la ilustración 3 se puede observar curvas constantes muy similares, estos son estacionales y cíclicos.



*Ilustración 3 Elementos de pronósticos
Fuente: Chase, R. & Jacobs, F., 2014*

1.4.2. Herramientas de Pronóstico

Existen diferentes maneras de pronosticar la demanda, el uso de cada una de ellas depende de varios factores. Algunos de ellos son demanda histórica, tiempo de entrega, campañas promocionales, descuentos a precio, stakeholders, etc. (Chopra, S. & Meindi, P., 2008).

Hoy en día se disponen de varios métodos de pronósticos estandarizados, clasificados en cuatro grupos: cualitativos, series de tiempo, causales y simulación. Cada uno cuenta con un nivel de exactitud diferente y es utilizado de acuerdo con los datos recolectados. La técnica cualitativa utiliza como base principal estimados y opiniones, es subjetivo. Por otro lado, las series de tiempo

tienen como referencia la demanda pasada o histórica, en base a ella se predice la futura. Asimismo, esta información suele incluir tendencias, influencia estacional o cíclicas. El pronóstico causal utiliza como herramienta la regresión lineal y afirma que la demanda depende de un factor subyacente. Finalmente, el modelo de simulación permite hacer uso de diferentes suposiciones para la elaboración del pronóstico, ver tabla 1.

Tabla 1 Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado

Método de pronóstico	Cantidad de datos históricos	Patrón de los datos	Horizonte de pronóstico
Regresión lineal	De 10 a 20 observaciones para la temporalidad, al menos cinco observaciones por temporada	Estacionarios, tendencias y temporalidad	Corto a mediano
Promedio móvil simple	6 a 12 meses; a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad)	Corto
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser estacionarios	Corto
Suavización exponencial con tendencia	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y tendencias	Corto

Fuente: Chase, R. & Jacobs, F. (2014)

1.4.3. Métodos Causales: Regresión Lineal

La regresión lineal es un método que evidencia la relación funcional entre dos o más variables. Se cuenta con una variable dependiente y múltiples independientes. Por lo general, se requiere tener información histórica y datos observados. Estos deben ser graficados de modo que se pueda evidenciar la aparición de líneas completas o parciales. A continuación, se muestra la fórmula de la regresión lineal y los componentes:

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y = variable dependiente

X = variable independiente

a = intersección de la recta con el eje Y

b = pendiente de la recta

La ilustración número 4 muestra la relación de la regresión lineal; es decir la línea que se halla a partir de la fórmula anteriormente mencionada y los valores reales obtenidos. El objetivo es poder

hallar valores que ayuden a disminuir la desviación entre el valor real y el valor “y” dado para el valor “x” de ese punto. Para ello, se debe hallar el coeficiente de correlación de la muestra o “r” el cual mide la dirección y fuerza entre ambas variables dependiente e independiente (Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008). Este coeficiente puede variar entre -1 y +1, cuando se tiene un valor igual a cero se evidencia una falta de relación lineal entre las variables. Mientras más cercano este el valor de r a +/- 1 los puntos estarán más cercanos a la línea de la regresión.

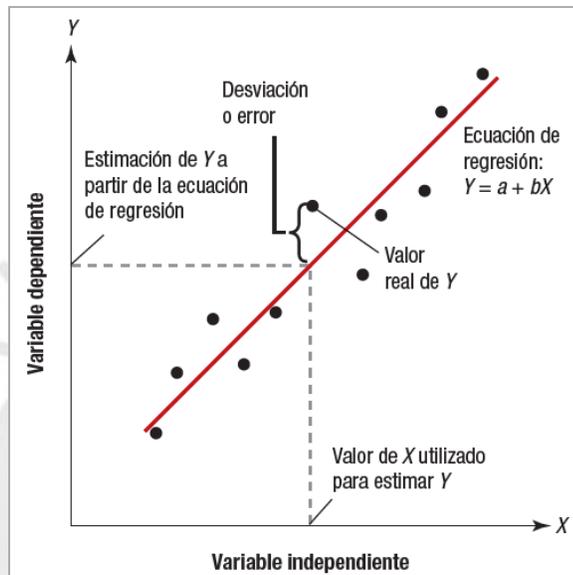


Ilustración 4 Regresión Lineal
Fuente: Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008

El coeficiente de determinación de la muestra, por otro lado, mide la cantidad de variación que hay entre el valor de un punto y su valor medio correspondiente a la línea de regresión. Este valor se halla elevando al cuadrado el coeficiente de correlación y oscila entre 0 y 1. Es deseable que el valor sea lo más cercano a 1, esto quiere decir que las variaciones entre la variable dependiente y el pronóstico hallado están relacionadas.

1.4.4. Métodos de Series de Tiempo

Este método a comparación del anterior, regresión lineal, en lugar de hacer uso de variables independientes para elaborar el pronóstico, usa información histórica que solo hace referencia a la variable dependiente. Se elaboran suposiciones de continuidad de compartimento de la variable dependiente en el futuro. A continuación, se explicarán dos modelos: promedio móvil y suavización exponencial

I. Promedio móvil

El método de promedio móvil simple es utilizado para poder pronosticar el promedio de una serie de tiempo de demanda, de esta manera se suprime el efecto que puedan causar fluctuaciones aleatorias. Cuando nuestra data histórica cuenta con tendencia pronunciada o influencias estacionales este método no resulta muy útil. Para hallar la estimación se debe hacer un cálculo de la demanda promedio para los n periodos más recientes, posteriormente una vez que la demanda real ya es conocida se moviliza el promedio al nuevo siguiente periodo. De esta manera se utilizan las n demandas más recientes.

$$F_{t+1} = \frac{\text{Suma de las últimas } n \text{ demandas}}{n} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

Donde:

D_t = Demanda real en el periodo t

n = número total de periodos incluidos en el promedio

F_{t+1} = pronóstico para el periodo $t+1$

Para el presente método es importante tener en cuenta que el número de periodos n que se considere impactará en la exactitud del pronóstico. Como se puede observar en la ilustración 5 el pronóstico de tres semanas reacciona con mayor rapidez frente a los cambios en la demanda que se puedan tener. Caso contrario en el promedio de seis semanas donde las fluctuaciones no son percibidas y se tiene un pronóstico mucho más estable.

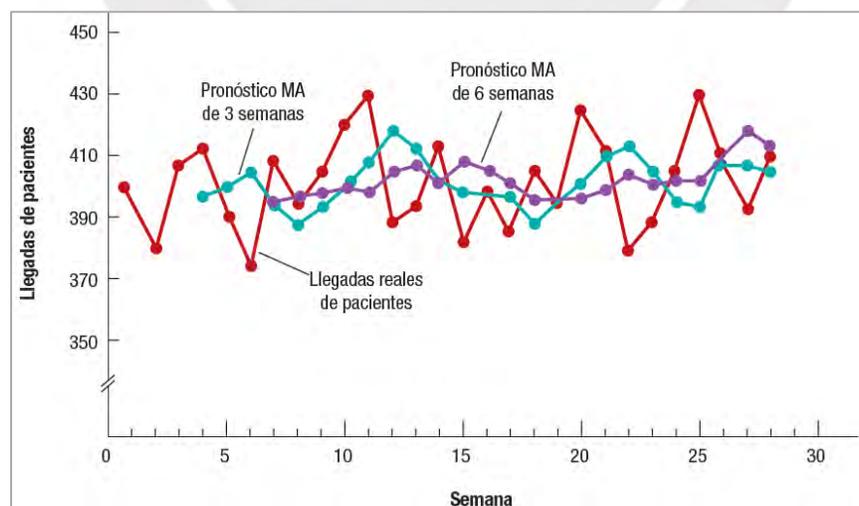


Ilustración 5 Comparación promedio móvil tres y seis semanas

Fuente: Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008

II. Suavización Exponencial Simple

El presente método afirma que los valores o hechos más recientes son más indicativos del pronóstico que los pasados; es decir, la importancia que adquieren los datos va disminuyendo con el paso del tiempo (Chase, R. & Jacobs, F., 2014). El peso a cada valor histórico se va por medio de la ponderación $(1 - \alpha)$, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 2 Ponderación Suavización Exponencial

Ponderación en $\alpha = 0.05$

Ponderación más reciente = $\alpha(1 - \alpha)^0$	0.0500
Datos de un periodo anterior = $\alpha(1 - \alpha)^1$	0.0475
Datos de dos periodos anteriores = $\alpha(1 - \alpha)^2$	0.0451
Datos de tres periodos anteriores = $\alpha(1 - \alpha)^3$	0.0429

Fuente: Chase, R. & Jacobs, F., 2014

Para el presente modelo requiere de tres datos fundamentales para pronosticar el futuro: constante de suavización alfa (α), pronóstico más reciente y demanda real histórica. La constante (α) determina que tan rápido puede reaccionar el modelo frente a diferencias en el pronóstico y el nivel de uniformidad. Por ejemplo, si se cuenta con una demanda muy poco variable se puede asignar un valor a α entre 5 o 10 puntos porcentuales; sin embargo, si se el producto a estimar presenta un crecimiento se debe tomar un valor mayor que puede estar entre 15 o 30 puntos porcentuales. Mientras más rápido se esté dando el crecimiento mayor deberá ser el valor por utilizar. Por otro lado, también es posible hallar el valor de alfa dividiendo $2 \div (n + 1)$ donde n es el número de periodos.

La ecuación exponencial es la siguiente:

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

Donde

F_t = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

F_{t-1} = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

A_{t-1} = Demanda real en el periodo anterior

α = Índice de respuesta deseado, o constante de suavización

De esta manera, la ecuación muestra que el pronóstico del siguiente periodo es igual al del anterior actual más un porcentaje del error perteneciente al pronóstico del periodo actual. Al igual que en el método anterior de promedio móvil simple el número de n periodos considerados para el pronóstico genera un estimado mucho más rápido para percibir cambios en la demanda. Como se puede observar en la ilustración 6 mientras mayor es el valor de α el pronóstico se vuelve más cercano a la realidad.

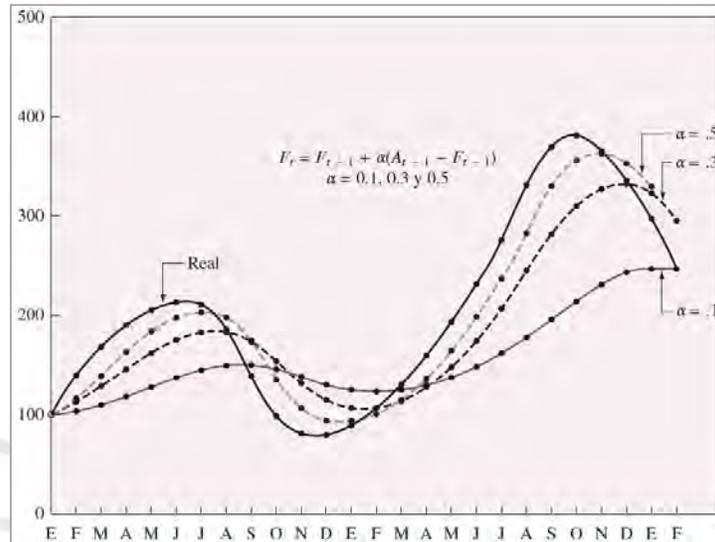


Ilustración 6 Suavización Exponencial y Diferentes Alfas
Fuente: Chase, R. & Jacobs, F., 2014

III. Suavización Exponencial Doble

En una serie de tiempo una tendencia representa a un incremento o decremento sistemático en la demanda. El método de suavización exponencial simple no es suficiente para pronosticar este tipo de variaciones. Para mejorar la calidad del estimado es necesario hacer un uso del método de suavización exponencial doble. Este método también es conocido como suavización exponencial ajustado a la tendencia. Inicialmente, se debe calcular la estimación actual el cual es la diferencia entre el promedio de la serie en el periodo actual y el promedio del último periodo.

$A_t = \alpha$ (Demanda en este periodo) + $(1 - \alpha)$ (Promedio + Estimación de la tendencia en el último periodo)

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

$T_t = \beta$ (Promedio de este periodo – Promedio del último periodo) + $(1 - \beta)$ (Estimación de la tendencia en el último periodo)

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

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Donde

A_t = promedio suavizado exponencialmente de la serie en el periodo t

T_t = promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el periodo t

α = parámetro de suavizamiento para el promedio, con un valor entre 0 y 1

β = parámetro de suavizamiento para la tendencia, con un valor entre 0 y 1

F_{t+1} = pronóstico para el periodo $t + 1$

Como se puede observar en la ecuación anterior, se sigue contando con el coeficiente de suavización α ; sin embargo, se agrega una constante de suavización Beta (β). Este reduce el impacto del error entre el valor real y el pronóstico. Ambos coeficientes deben contar con un valor mayor a cero y menor a 1.

1.5. Medición de Errores

Según Chopra, S. & Meindi P. (2008) toda demanda cuenta con dos componentes uno aleatorio y otro sistémico o también conocido como sesgo. El método de pronóstico debe tener la posibilidad de capturar el segundo, el primero se manifiesta por medio del error de pronóstico. Este contiene información valiosa y debe analizarse por dos motivos: ayuda a identificar el método de pronóstico más adecuado y los planes de contingencia deben elaborarse teniendo en cuenta este error.

El error del pronóstico para el periodo t esta dado por la siguiente ecuación:

$$E_t = F_t - D_t$$

Donde:

E_t = Error en el periodo t

F_t = Pronóstico del periodo t

D_t = Demanda real del periodo t

Existen cuatro medidas de errores: suma acumulada de errores (CFE), error cuadrático medio (MSE), desviación media absoluta (MAD) y error porcentual medio absoluto (MAPE). En primer lugar, el CFE del inglés *cumulative forecast error* se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$CFE = \sum E_t$$

Este error calcula el sesgo del pronóstico, si un error sale negativo tiende a compensarse con errores positivos y viceversa. En caso se cuente con un error de magnitud creciente se demuestra que existe una deficiencia sistémica en el método de pronóstico. La ecuación para hallar el error de pronóstico promedio es la siguiente:

$$\bar{E} = \frac{CFE}{n}$$

El error cuadrático medio o MSE por sus siglas en ingles *mean square error* se calcula a través de la suma de todos los errores al cuadrado entre el número total de periodos evaluados. Por otro lado, la desviación media absoluta o MAD (*mean absolute deviation*) se halla por medio de la suma de los errores, pero en valor absoluto entre el número de periodos evaluados

$$MSE = \frac{\sum E_t^2}{n}$$

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n}$$

La desviación estándar (σ) puede ser calculada de dos maneras, ya sea por medio de la multiplicación de 1.25 por el MAD o por la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (E_t - \bar{E})^2}{n-1}}$$

Los tres últimos valores hallados miden la dispersión de los errores de pronóstico, mientras más pequeño sea el valor más cercano será el pronóstico a la demanda real. El MAD a comparación de las otras dos medidas, mide únicamente el promedio de errores ya sea por exceso o defecto de cada uno de los pronósticos. Es decir, no considera si dichos errores fueron causados por estimaciones subestimación o exceso. El MSE y la desviación dan un mayor peso a aquellos valores que cuentan con un error más grande debido a que son elevados al cuadrado.

Finalmente, el MAPE proveniente de las siglas en ingles *mean absolute percent error* representa el error absoluto promedio, expresado por medio del porcentaje de la demanda. Es considerado un buen indicador para medir el desempeño del modelo de pronóstico.

$$\text{MAPE} = \frac{(\sum |E_t| / D_t)(100)}{n}$$

El error es una medida que debe ser analizada constantemente por la empresa ya que con el paso del tiempo puede que un método de pronóstico ya no sea el adecuado y deba analizarse otro más exacto.

1.6. Planificación de Recursos Empresariales (ERP)

La gestión de la cadena de suministro se encuentra estrechamente relacionada con otras áreas funcionales de la empresa, unidades de negocio, entre otros. El sistema ERP (por sus siglas en ingles *Enterprise Resource Planning*) es un sistema de información grande e integrado que dan soporte a varios procesos empresariales y satisfacen la necesidad de almacenamiento de datos (Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008)

Este software ayuda a la empresa a organizar el uso del día a día de las actividades de negocio tales como compras, ventas, gestión de proyectos, contabilidad, entre otros. El sistema del ERP une una serie de procesos comerciales y permite el flujo de datos entre ellos. Al recopilar los datos transaccionales compartidos de una organización de múltiples fuentes, los sistemas ERP eliminan la duplicación de datos y brindan integridad con una única fuente de verdad. Hoy en día, los sistemas ERP son fundamentales para gestionar miles de empresas de todos los tamaños y en todas las industrias, ver ilustración 7.

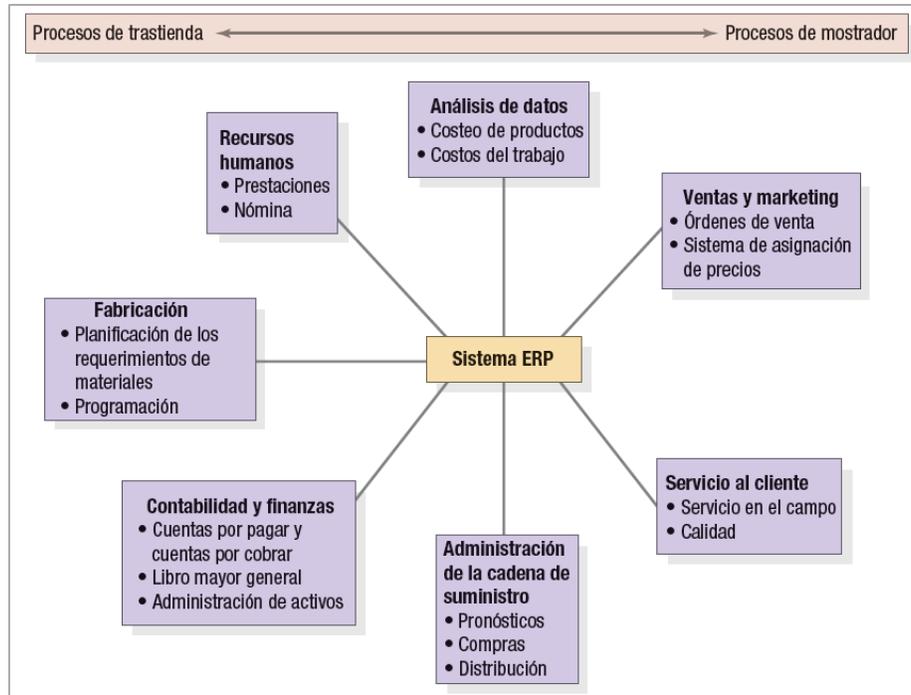


Ilustración 7 ERP: Integración de módulos
Fuente: Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008

1.7. Herramientas de Análisis de Procesos

Para elegir el método ideal que brinde un mayor impacto en el sistema actual es fundamental examinar y realizar un diagnóstico de los procesos. Con ese fin se utilizan herramientas que permiten identificar los principales problemas que enfrenta la empresa, entender sus causas y proponer contramedidas.

Un mapeo de procesos se explica como una etapa dentro de un análisis empresarial en el que se busca conocer a detalle cada proceso, incluyendo a todos los elementos que intervienen directa e indirectamente en él. Un riguroso control de indicadores permite posicionar el rendimiento actual de la empresa dentro de los parámetros esperados y con ello seleccionar aquellos con la situación más crítica.

Determinar la secuencia de las operaciones que resultan relevantes en un sistema nos brinda una visión más amplia de qué se hace, quién lo hace y cómo se hace, sin conocer aquello resulta muy difícil saber por dónde comenzar.

1.7.1. Diagrama Pareto

El diagrama de Pareto según Schroeder (2012) forma parte de una de las siete herramientas de control de calidad que pueden ser utilizadas dentro de la mejora continua. Es un práctico y simple método gráfico de análisis que permite identificar entre las causas de cierto problema a aquellas que son de mayor relevancia. En el año 1906, Vilfredo Pareto observó y determinó que únicamente unos cuantos elementos constituyen un efecto significativo de la totalidad de un grupo. Durante un estudio de la distribución de la riqueza en Milán descubrió que la totalidad de la población el 20% controlaba el 80% de la riqueza (Chase, R. & Jacobs, F., 2014).

Es por ello por lo que hoy en día también es conocido como el análisis 80/20 de datos. Esto es muy utilizado hoy en día en las empresas para poder diferenciar entre los generadores de pérdida y productos con mayor impacto.

1.7.2. Diagrama de Causa-Efecto

Los procesos y sus características están sujetos a variaciones las cuales son consecuencia de múltiples causas que aparecen en diferentes aspectos de la empresa. Dicho esto, al observar alguna deficiencia en el proceso es necesario precisar las causas que afectan el sistema y detallar su procedencia. Los diagramas de Causa – Efecto son una herramienta que permite clasificar las causas aparentes que afectan a un determinado problema dentro de entre 4 a 7 factores causales. La versión más extendida de este método es el de las 7 Ms, correspondiente a las categorías de Materia Prima, Mano de Obra, Métodos, Máquinas, Medio Ambiente, Medición y Managing (Chopra, S. & Meindi, P., 2008)

Estrictamente, la cadena de suministro no es una cadena de negocios de persona a persona, ni de relaciones entre una empresa y otra, sino que es una red de unidades de negocio con relaciones múltiples. Ofreciendo la oportunidad de capturar la sinergia de la integración administrativa intra e interempresarial. En ese sentido, consiste en procesos de excelencia y representa una nueva manera de manejar las transacciones comerciales y relaciones con otras unidades de negocio (Chase, 2009).

CAPÍTULO 2: CASO DE ESTUDIO Y PLANTENAMIENTO DE PROBLEMA

En el presente capítulo se describirá a la empresa y se compartirá la situación actual de los principales procesos de planificación de la demanda. Luego de ello se realizará un diagnóstico para proceder con el planteamiento del problema.

2.1 Sector Económico

Company X es una empresa estadounidense multinacional de consumo masivo que ofrece productos de calidad a clientes y consumidores de alrededor de 180 países. Además, Company X es una de las compañías de bienes de consumo más grandes y respetadas del Perú. Sus productos se utilizan en más del 98% de los hogares peruanos.

De acuerdo con la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), la empresa se ubica dentro del rubro de “Venta al mayor y menor de productos”.

- Sección: G – Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos
- División: 51 – Comercio al por mayor y en comisión, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas.
- Grupo: 519 - Venta al por mayor de otros productos.
- Clase: 5190 – Venta al por mayor de otros productos.

2.2 Descripción de la empresa, productos y clientes

Company X cuenta con más de 39 años en el mercado peruano. La casa matriz se encuentra en Cincinnati (Ohio), desde ahí se comparte la cultura organizacional para el resto de los países. El equipo de Recursos Humanos se encarga de compartir cuales son los objetivos anuales (año fiscal) y sobre que valores, principio, propósito, misión y visión, estos deben basarse. Al ser una empresa americana el año fiscal tiene una duración de 12 meses y comienza en julio y termina en junio.

Misión

Proveedor productos de marca y servicios de calidad y valor superior, que mejoren la calidad de vida de los consumidores de hoy y de las próximas generaciones.

Visión

Ser reconocido como la mejor compañía de productos de consumo y servicios en el mundo.

Propósito

Proporcionaremos productos y servicios de marca de calidad superior y valor que mejoran la vida de los consumidores de todo el mundo, ahora y para las generaciones venideras. Como resultado, los consumidores nos recompensarán con liderazgo en las ventas, ganancias y valor permitiendo que nuestra gente, nuestros accionistas y las comunidades en las que vivimos y trabajamos prosperen.

Valores

- Integridad. - Enfocado en hacer siempre lo correcto, actuar con honestidad y siempre dentro del marco legal.
- Liderazgo. - Los trabajadores de Company X son líderes en su área de responsabilidad, ofreciendo resultados de éxito. Enfoque claro a donde van y llevan a los grupos de trabajo.
- Sentido de propiedad. - Aceptan la responsabilidad personal para satisfacer nuestras necesidades empresariales, mejorar nuestros sistemas y ayudar a otros a mejorar su eficacia.
- Pasión por ganar. - Decididos a ser los mejores en lo que hacemos, deseo imperioso de mejorar y ganar en el mercado.
- Confianza. - Se tratan a las personas como se quiere ser tratado, se confía en las capacidades e intenciones de los colegas, clientes y consumidores de Company X.

Portafolio de productos

Company X al ser una empresa de consumo masivo cuenta con una gran gama de categorías, desde cuidado de la salud hasta cuidado del hogar. Algunas de ellas son:

- Cuidado del bebé
- Cuidado femenino
- Cuidado en el hogar
- Cuidado del cabello
- Cuidado personal y de la piel

- Cuidado Oral
- Cuidado de la ropa
- Cuidado de la salud personal

Las operaciones de venta y marketing se encargan de desarrollar y ejecutar planes de lanzamiento al mercado a nivel local, esto incluye equipos específicos por país, canal comercial y consumidores minoristas. Se centran en garantizar la eficacia y eficiencia en las ventas, distribución, disposición de estanterías, fijación de precios y marketing para los consumidores, canales, clientes y mercados en seis regiones:

- Asia Pacífico
- Europa
- China
- India, Oriente Medio y África (IMEA)
- América Latina
- Norteamérica

Los servicios comerciales globales (*Global Business Service - GBS*) operan y soportan la infraestructura, operaciones, sistemas y servicios compartidos ejecutados por Company X. Los *GBS* también descubren, desarrollan e implementan tecnologías para acelerar y avanzar en el trabajo de las marcas de Company X.

Las funciones corporativas ofrecen una estrategia a nivel de empresa y un análisis de la cartera, contabilidad corporativa, tesorería, servicios tributarios, gobierno, recursos humanos, tecnología de la información y asesoría legal.

Redes de Distribución

Actualmente, Company X cuenta con un solo Centro de Distribución (CD) destinado a abastecer a todo el país. Este está ubicado en la provincia constitucional del Callao, casi el 90% de los productos son importados de diversos países, principalmente Colombia y México. Company X solo cuenta con producción local de lavavajillas en pasta bajo la marca de Patitos, la versión líquida es importada de México.

Por medio de este único CD se realiza la distribución de los productos a todas las zonas del país, el equipo de transportes se encarga de cubicar los camiones e incrementar el porcentaje de

llenado del camión (*VFR - Vehicle Fill Rate*) ya que esto favorece a la reducción de costos. Asimismo, bajo la consolidación de carga se rutea los diferentes destinos; para ello el quipo cuenta con un Sistema de Gestión de Transporte (*TMS - Transport Management System*).

Asimismo, la empresa cuenta con el sistema de Cross Dock. El cual se encuentra basado en importar productos desde la misma planta de origen hasta los clientes finales. Para ello es importante asegurarse que la demanda pueda cubrir un contenedor completo y que se mantenga sano el inventario del cliente. Por medidas de calidad y restricciones del país, los contenedores pasan por una inspección breve en el centro de distribución. Si el destino es dentro de Lima son enviados bajo en mismo contenedor, en caso sea provincia el destino final se debe descargar el producto y volverlo a cargar en otro camión para evitar demoras en la devolución del contenedor vacío.

Clientes

Company X al ser una empresa de consumo masivo cuenta con varios clientes a nivel nacional. Estos clientes pueden ser llamados intermediarios debido a que no son los consumidores finales de los productos. Ellos se encargan de repartirlo a diferentes zonas y personas.

Canal Tradicional

- **Distribuidores.**- Cuenta con quince distribuidores a nivel nacional, cada uno de ellos se encuentra dentro de un grupo de zona geográfica y de acuerdo con ello se realizan los planes comerciales. Lo distribuidores se encargan de comprar producto de la empresa no solamente para venta mayorista sino también para proteger sus días de inventario de su centro de distribución.
- **Mayoristas.**- Estos clientes realizan compras puntuales durante el año y al igual que los distribuidores se encuentran en distintas zonas geográficas del país. Cuentan con una demanda muy variada.

Canal Moderno

- **Supermercados.**- Plaza Veá, Metro, Tottus y Vivanda son los principales y más conocidos supermercados a nivel nacional. Cuentan con venta directa al consumidor y tienen una comunicación horizontal con la compañía para la activación de planes comerciales.

Otros canales

- Cash & Carry.- Este canal se dedica a la venta a minoristas, restaurantes, cafeterías, hoteles y otros proveedores de este tipo. Un ejemplo de ello es Makro, donde el ticket de compra es mucho más alto que el de un super mercado y cuenta con clientes y/o consumidores.
- Discounters. - Se encargan de brindar los mejores precios en el mercado para los clientes y no una experiencia al entrar en sus establecimientos.
- Farmacias.- Este segmento de clientes no solamente cuenta con productos de salud en sus tiendas, sino que también es bastante común encontrar también productos de otras categorías de Company X como cuidado femenino, rasuradores, cuidado del bebé, entre otros. Las únicas categorías que no tienen presencia en este segmento son lavavajillas y detergentes.

2.3 Contexto Actual de la empresa

P & G es una empresa transnacional; sin embargo, localmente en cada país cuentan con un área encargada de la planificación de la demanda. Las personas encargadas de esta área son más conocidas como *Demand Planners*. Actualmente, se cuenta con 3 *Demand Planners*, cada uno tiene a su cargo un grupo de categorías. Ellos tienen las siguientes responsabilidades:

- Llevar a cabo el *forecast* o pronóstico de los siguientes 18 meses.
- Compartir la necesidad y priorización de contenedores para el ingreso al Centro de Distribución.
- Compartir visibilidad de abastecimiento y riesgos con los equipos de logística de cada canal más conocidos como CTLM (*Customer Team Logistics Management*)
- Definir la necesidad de colocar una restricción de supply por cada canal.
- Compartir visibilidad de iniciativas e incentivos a la fuerza de ventas.
- Asegurar de contar con el producto en piso según el inicio de ventas o SOS (*Start of Sales*)
- Participar en las reuniones regionales para compartir la necesidad del país y la repartición de la producción según prioridad.
- Seguimiento al indicador de servicio o CFR (*Customer Fill Rate*) y activar planes de acción para disminuir impacto.

- Reuniones mensuales con el equipo de ventas por categoría para la revisión de planes comerciales o ventas puntuales alineadas con anterioridad.

La empresa al dedicarse a la importación del 90% de sus productos debe coordinar siempre con las plantas de origen el forecast para que con ello se puedan llevar a cabo los planes de producción. Asimismo, cuentan con reuniones semanales llamadas “*Weekly Demand Control*” o Reunión Semanal de Control, mediante las cuales alinean cualquier incremento o caída en el *forecast* para evitar los quiebres de stock o sobre inventario en el CD.

Por otro lado, también cuentan con reuniones con las áreas de logística de canales (CTLM) para compartir los riesgos mensuales y semanales, de estas reuniones se acuerdan cuotas por grupo de clientes, reservación de inventario o planes como sugeridos a clientes con bajos días de inventario. Es importante resaltar que cada categoría cuenta con su casa matriz en diferentes países es por ello por lo que semanalmente los *Demand Planners* llevan a cabo reuniones semanales con el equipo regional para revisar el servicio ofrecido por sus categorías y ayudas necesarias por país.

Asimismo, para mayor visibilidad frente al equipo de ventas se comparten los códigos que se encuentran disponibles; es decir, se excluyen descontinuado. Un reporte bastante similar se comparte a los equipos de logística por canales, quienes pueden ver los días de inventario que tienen en piso para cada código y los tránsitos por fecha de llegada; esto les ayuda para dar visibilidad a los clientes.

Los Planificadores de Demanda a la hora de solicitar el volumen requerido por país deben tomar en cuenta el lead time y el stock de seguridad. Por otro lado, para el caso de los productos maquilados como es el caso de los packs de cuidado del cabello y las lavavajillas con esponja, se prioriza el de mayor consumo y se destina una parte del producto que llega desde origen para cubrir la demanda de estas maquilas.

Finalmente, para el caso de las producciones locales el *Demand Planner* debe comunicar la necesidad por cada código, esto está alimentado por el histórico de consumo o compra; dependiendo del canal e información disponible. Además, el input del equipo de logística por canal sobre la cobertura o días de inventario actualmente por cliente y cuánto falta para llegar al objetivo. Luego esto es comunicado a la central ubicada en Costa Rica. Ellos comunican esta necesidad con la planta local para corroborar que se cuenta con la materia prima y de acuerdo con esa disponibilidad se lleva a cabo el plan de producción por día, ver ilustración 8.

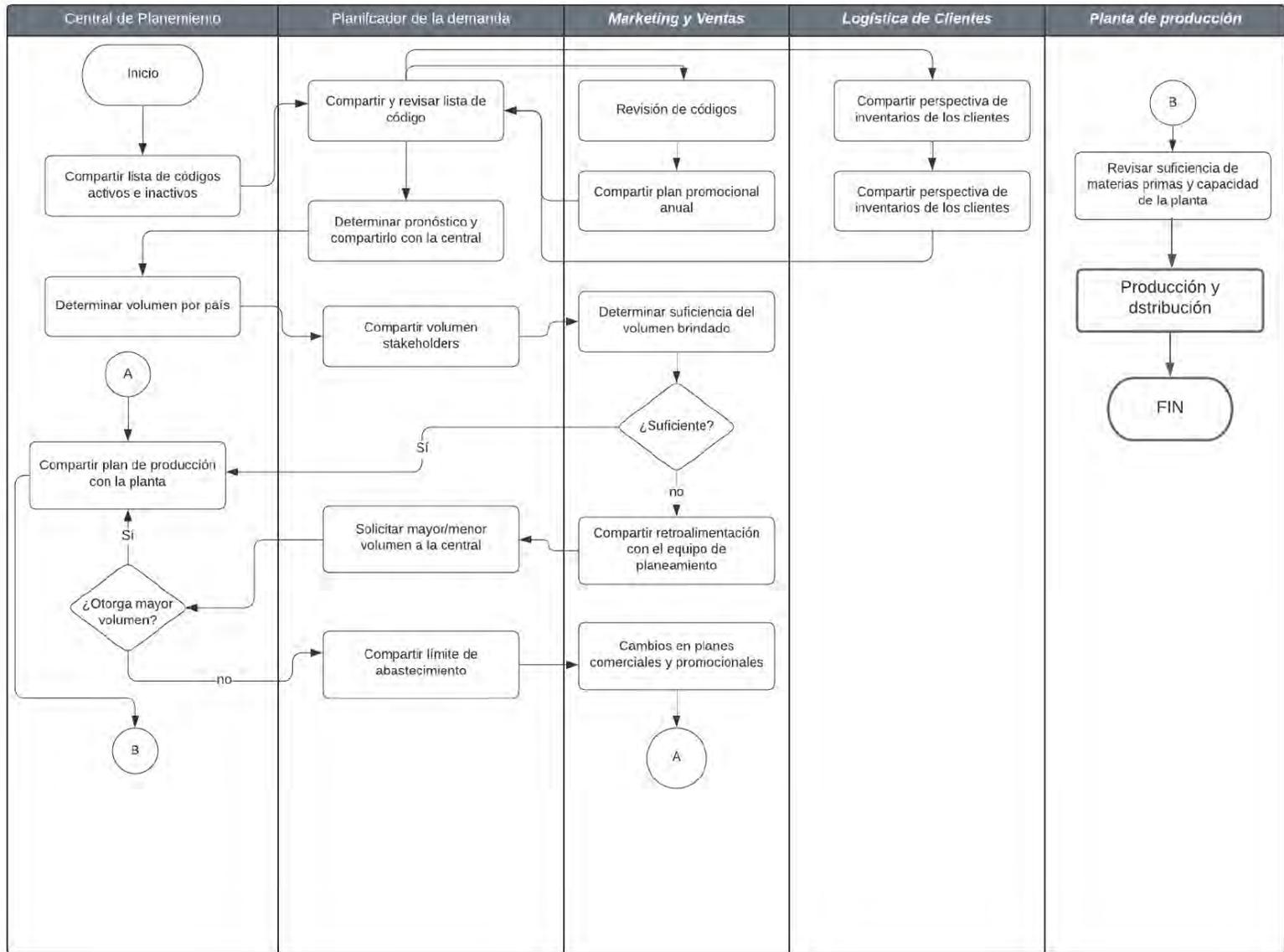


Ilustración 8 Flujograma del proceso de planificación
Elaboración propia

En el presente informe se plantearán soluciones que ataquen los principales problemas que hoy en día enfrenta la categoría de lavavajillas, para ello se tomará de base el flujo actual presentado en la ilustración diez. Asimismo, se evaluarán las posibles causas de la pérdida de venta perdida y se desarrollarán las que generan mayor ahorro.

2.4 Resultados Esperados

Por medio del presente informe los resultados esperados son identificar los principales motivos por los cuales actualmente la empresa cuenta con varios problemas de producción y abastecimiento de lavavajillas. Asimismo, se espera identificar las acciones estructurales y de innovación para la problemática.

Por medio de este análisis se espera reducir los quiebres de stock de un 5% a un 1.5% ya que vienen generando un gran impacto detrás de la venta perdida y de producto inmovilizado por exceso de producción. Asimismo, se espera encontrar un método óptimo para el pronóstico de la demanda y una forma de medición de su exactitud. Por otro lado, se busca poder identificar aquellos códigos más representativos de la categoría; de esta manera se ataca el grupo con mayor impacto.

Finalmente, una vez analizado este caso se espera poder replicarlo en el resto de las categorías y unificarlo con el ERP actualmente utilizado. De esta manera se comparten las mejores prácticas de pronóstico y manejo de inventarios.

2.5 Alcance del Proyecto

Como se ha comentado anteriormente una de las deficiencias más grandes con las que cuenta Company X es la de planificación de la demanda de lavavajillas, siendo esta una de las categorías más grande de la empresa y con mayor margen de ganancia. Esto no solamente impacta en una alta variabilidad, quiebres o roturas de stock, rotación de inventarios, entre otros; sino también en venta perdida.

Se plantea identificar la situación actual de la empresa, el flujo que sigue la planificación de la demanda, quienes son los principales participantes en este proceso y cuál es su función principal. Como se comentó anteriormente, la casa matriz de Planeamiento de la Demanda se encuentra en Costa Rica, desde ahí se comparten los proyectos y el volumen de producto que será designado para cada país de Latinoamérica.

Asimismo, se planea identificar cuáles son las oportunidades de mejora después del análisis E2E (*End to End*) del proceso. Finalmente, se identificará el impacto económico de las propuestas establecidas, se evaluará la viabilidad, el Costo-Beneficio de estas y la posibilidad de extender esta nueva estructura para el resto de las categorías.

2.6 Información Relevante

La categoría de lavavajillas, también conocida como *Dish Care* o *Home Care*; es la segunda más grande de Company X Perú. Esta categoría equivale aproximadamente al 24% de las ventas brutas de la empresa. Como se mencionó anteriormente, se cuenta con dos versiones: pastas y líquidos. La primera cuenta con producción local y la segunda es importada de la planta de México.



Ilustración 9 Presentaciones lavavajillas

Fuente: Empresa

Company X Perú cuenta con una planta de producción local ubicada en el Callao, más conocida como Planta Materiales. En ese mismo lugar se cuenta con el centro de distribución. En primer lugar, la empresa importa lavavajillas líquida desde México. El principal puerto de origen es Manzanillo, como casi el 70% del volumen total país es importado de este destino los contenedores son exportados con otras categorías como Downy, Cuidado del cabello, entre otros.

El equipo de importaciones cuenta con indicadores para medir el tiempo tanto de exportación como de importación, estos son denominados *milestones*. Para el caso de México se cuenta con los siguientes tiempos:

Tabla 3 Milestones exportación e importación

Etapa	Milestone	Tiempo
Importación	Carga en planta	1 día
Importación	Tránsito a puerto	1 día
Importación	Proceso aduanero de exportación	2 día
Exportación	Tránsito (marítimo)	10 días
Exportación	Proceso aduanero de importación	1 día
Exportación	Recepción y descarga	1 día
	TOTAL	16 días

Elaboración Propia

Estos tiempos son medidos constantemente por el equipo de importación y en caso haya demoras es elevado a nivel regional. En el cuadro se encuentran los tiempos para las importaciones de México. Una vez que el producto se encuentra en el centro de distribución de Perú, se debe revisar si cuenta con demanda interna. Esto se debe a que existen versiones que son maquiladas localmente, frecuentemente esto sucede con las versiones de 215ml y 300ml. A ambas se les adiciona una esponja. Estos materiales adicionales son adquiridos por un proveedor local.

Por otro lado, para la elaboración de lavavajillas en pastas se obtiene tanto la materia prima como el envase de manera local. En la Planta Materiales existen dos líneas de producción, cada una utilizada para una familia producto diferente, esto varía según el gramaje. El plan de producción es coordinado entre el equipo local y regional situado en Costa Rica. Company X al ser una empresa multinacional centraliza algunas áreas como la de compras y producción. El equipo de Costa Rica es el encargado de las licitaciones y relaciones con los proveedores. Localmente se comparte la capacidad y el volumen requerido por el *Demand Planner*.

Existen 19 versiones de lavavajillas tanto líquido como en pasta; sin embargo, únicamente 4 familias. Como se mencionó anteriormente estas dependen del gramaje del producto. En la tabla 4 se pueden apreciar las versiones y su respectiva clasificación.

Tabla 4 Familia de lavavajillas Company X

Familia	Nombre Producto
520gr-1kg	Lavavajilla 800gr
120gr-300gr	Lavavajilla 300gr
215ml -300ml	Lavavajilla 300ml+espor
120gr-300gr	Lavavajilla 170gr
500ml-2400ml	Lavavajilla 900ml
520gr-1kg	Lavavajilla 900gr
120gr-300gr	Lavavajilla 120gr
520gr-1kg	Lavavajilla 1kg
215ml -300ml	Lavavajilla 215ml+espor
215ml -300ml	Lavavajilla 300ml
120gr-300gr	Lavavajilla 130gr
500ml-2400ml	Lavavajilla 900ml+espor
120gr-300gr	Lavavajilla 140gr
500ml-2400ml	Lavavajilla 1200ml
520gr-1kg	Lavavajilla 520gr Doble
120gr-300gr	Lavavajilla 310gr
500ml-2400ml	Lavavajilla 750ml
500ml-2400ml	Lavavajilla 500ml
520gr-1kg	Lavavajilla 550gr Doble

Elaboración propia

2.7 Planteamiento del problema

Como se comentó anteriormente el problema que la empresa viene afrontando es el mal pronóstico de la demanda de lavavajillas. Esto no solamente impacta en quiebres de stock en el centro de distribución de Company X, sino que también en los principales clientes. De acuerdo con ello es que se busca establecer un método de pronóstico adecuado que permita la reducción de quiebres de stock, venta perdida y variabilidad en el nivel de inventario.

Dentro de la planificación de la demanda uno de los procesos principales es la medición de errores, ya que con esto se puede identificar si el sistema de planificación y de pronóstico es el más adecuado y sigue la tendencia de la demanda real.

Tabla 5 Quiebres de Stock lavavajillas y cuidado del cabello

Periodo	Demanda	Quiebres de stock	
		Lavavajillas	Cuidado del Cabello
Ene-2019	91,982	0.5%	0.4%
Feb-2019	92,430	0.4%	0.3%
Mar-2019	95,036	0.6%	0.5%
Abr-2019	95,212	0.3%	0.2%
May-2019	96,654	0.6%	0.3%
Jun-2019	94,934	0.7%	0.6%
Jul-2019	91,150	0.7%	0.4%
Ago-2019	98,033	0.8%	0.8%
Set-2019	96,131	0.8%	0.7%
Oct-2019	113,794	0.9%	0.5%
Nov-2019	112,145	1.0%	0.7%
Dic-2019	126,908	1.0%	0.7%
Ene-2020	145,891	1.1%	0.5%
Feb-2020	127,569	1.1%	0.6%
Mar-2020	155,586	1.9%	0.6%
Abr-2020	161,063	2.0%	0.6%
May-2020	152,375	3.9%	0.4%
Jun-2020	170,005	4.0%	0.4%
Jul-2020	194,713	6.0%	0.6%
Ago-2020	194,013	6.4%	0.6%
Set-2020	173,815	5.1%	0.5%
Oct-2020	170,349	4.9%	0.5%

Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 5, el porcentaje de quiebres de stock de la categoría de lavavajillas cuenta con resultados mayores al de cuidado del cabello, esto se puede traducir en venta perdida. El equipo regional de Company X cuenta con un *dashboard* con los resultados de quiebres de stock por sucursal, código, cliente y categoría. Se considera un quiebre de stock cuando los productos que cuentan con 0 días de inventario en piso, tomando como base la venta de las últimas trece semanas. Luego de ello cada códigos recibe un peso diferente de acuerdo con el porcentaje de venta que representa a nivel sucursal, categoría, cliente o total empresa.

Por otro lado, si bien la data de venta a clientes o también conocido como *sell in* nos brinda una idea de cuanto fue vendido por medio del canal tradicional o moderno. La data de venta de los clientes de Company X o *sell out* también es necesaria ya que nos permitirá saber el nivel de inventario que mantiene los clientes y si el número que vende la empresa va en línea con lo que vende al consumidor.

Finalmente, la carga laboral de los *Demand Planners* es otro de los problemas que actualmente generan muchos errores y una falta de foco a los productos con mayor productividad, generando

un impacto fuerte de pérdida de venta. Sobre todo siendo lavavajillas las categorías con mayor venta a nivel nacional para la empresa, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 6 Porcentaje de venta por categoría

CATEGORIA	% de Venta
Cuidado del Bebe	5%
Lavavajillas	24%
Rasuradores	15%
Cuidado de la Salud	5%
Detergentes	20%
Cuidado del Cabello	22%
Cuidado Bucal	5%
Cuidado Femenino	3%
Desodorantes	2%

Elaboración propia

A continuación, se llevará a cabo un análisis y diagnóstico sobre los fuertes quiebres de stock que impactan a la categoría de lavavajillas. Esto con el fin de identificar cuáles son los factores que más afectan negativamente y encontrar la causa raíz, así como soluciones inmediatas y duraderas. Se utilizará el diagrama de Ishikawa o de pescado para identificar aquellos factores que impactan directamente en los problemas identificados para el proceso del producto mencionado, ver ilustración 10.



Ilustración 10 Diagrama Ishikawa de la venta perdida

Elaboración propia

Como se puede observar en la ilustración 12, existen diferentes causas que pueden provocar la pérdida de venta en la empresa para la categoría de lavavajillas. Sin embargo, no todas pueden ser atacadas al mismo tiempo es por ello por lo que como parte de método de análisis se realizará una priorización. Se darán dos puntajes: impacto y prioridad. El primero de ellos está vinculado con el monto de venta perdida y se colocará el puntaje según el peso versus las otras causas. Para ello se ha tomado una escala del 1 al 5.

Tabla 7 Puntaje de Impacto

Impacto	Puntaje
Muy Poco	1
Poco	2
No impacta	3
Alto	4
Muy Alto	5

Elaboración propia

Por otro lado, se dará un puntaje de prioridad a cada causa. Este será evaluado por el área de logística y contará con un puntaje del 1 al 3 ya que es el actualmente utilizado para la evaluación de proyectos a nivel empresa.

Tabla 8 Puntaje de prioridad

Prioridad	Puntaje
Baja	1
Media	2
Alta	3

Elaboración propia

Una vez calificadas cada una de las causas por medio de la multiplicación del impacto y la prioridad, se ordenarán de mayor a menor para identificar cuáles son aquellas causas que deben ser mitigadas en primer lugar y causarán un mayor impacto positivo en la empresa. En este caso se trabajarán las 6 primeras causas.

Tabla 9 Priorización: Motivos de pérdida de venta

Causa	Tipo	Impacto	Prioridad	Puntaje Final
No existe un sistema de pronóstico óptimo	Métodos	5	3	15
Existe una gran carga de trabajo desbalanceada	Mano de Obra	4	3	12
No se realiza una clasificación de códigos (ABC)	Medición	5	2	10
Demora de llegada a los clientes	Métodos	4	2	8
El error del pronóstico no es medido constantemente	Medición	4	2	8
Exceso de producto terminado sin rotación	Materia Prima	3	2	6
Personal desmotivado	Mano de Obra	3	1	3
Incumplimiento de entrenamiento o falta de entendimiento	Mano de Obra	1	3	3
Distribución inadecuada de materia prima	Materia Prima	2	1	2
Rechazos y material en mal estado	Materia Prima	1	2	2
El sistema de reposición de los clientes es ineficiente	Métodos	2	1	2
No existe un correcto seguimiento a los indicadores de quiebre	Medición	1	2	2
Infraestructura inadecuada	Medio Ambiente	2	1	2
Personal incapacitado para la gestión de producción y planeamiento	Mano de Obra	1	1	1
Alta rotación	Mano de Obra	1	1	1
No se conserva la materia prima en lugares adecuados (temperatura, limpieza, etc.)	Materia Prima	1	1	1
Dependencia rigurosa del equipo central	Métodos	1	1	1
Controles internos de la planta no medidos	Medio Ambiente	1	1	1
Falta de orden en la planta de trabajo	Medio Ambiente	1	1	1

Elaboración propia

En primer lugar, no contar con un sistema de pronóstico robusto provoca un gran impacto en la venta perdida ya que es el principal motivo de los quiebres de stock dentro del centro de

distribución de Company X como en el de los clientes. Asimismo, hace falta una buena distribución de la carga de trabajo por las categorías dentro del equipo de planeamiento debido a que algunos planificadores de la demanda cuentan con dos o tres categorías muy grandes y otros solo con pequeñas. Por otro lado, la clasificación ABC de los productos ayuda a la empresa a entender dónde están concentrados los ingresos y los beneficios para el negocio. Sin ello se puede estar dando prioridad a un código que representa un impacto pequeño para la empresa y se están gastando recursos innecesariamente.

No tener la data actualizada a tiempo o imprecisa de los clientes provoca que no se sepa realmente cual será la demanda futura de los productos. Esto debido a que puede que la venta a Company X esta acelerada por un tema de generación de inventarios en los almacenes de los clientes o si la demanda del consumidor realmente ha aumentado, esto puede ser identificado si la información es compartida por lo cliente cada día y de manera limpia

Hoy en día existen algunos clientes que suelen cobrar una mora cuando la orden no ha sido atendida a tiempo o parcialmente. Esto no solamente genera un gasto económico, sino que muchas veces el producto es devuelto a la empresa hasta que se complete el 100% de lo solicitado.

Finalmente, el inventario no productivo puede que no esté relacionado directamente con la venta perdida como en los casos anteriores; sin embargo, es un impacto en cuanto a capital inmovilizado. Esto a comparación de los otros casos suele suceder cuando la demanda es sobreestimada.

CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MEJORA

El presente capítulo presentará la mejora propuesta para el problema identificado en el capítulo anterior, en este caso el de pronóstico de la demanda.

3.1 Descripción de la propuesta de mejora

De acuerdo con lo analizado anteriormente, se puede evidenciar que existe un problema crítico en la planificación de la demanda para la categoría de lavavajillas. Esto viene provocando grandes impactos en la gestión de inventarios ya sea por quiebres de stock, venta perdida y exceso de inventario. Además, al ser una de las categorías más grandes para la empresa genera una pérdida considerable para la compañía.

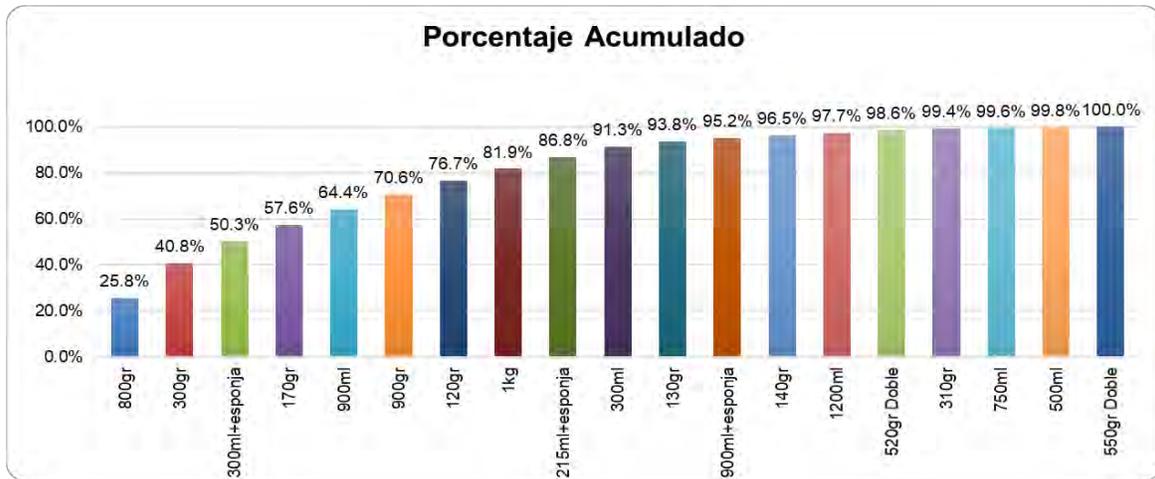
Para el desarrollo de la propuesta de mejora se llevarán a cabo los siguientes pasos:

1. Clasificación de códigos ABC.- Se analizará la venta de los últimos 18 meses de todos los códigos pertenecientes a la categoría de lavavajillas. De esta manera por medio del método de Pareto se identificará la familia con mayor impacto en las ventas de la categoría para proceder nuevamente con el ABC, identificando así el código con mayor impacto.
2. Elaboración de pronóstico.- En base al código con mayor impacto en las ventas se realizará pruebas con tres diferentes métodos de pronóstico: promedio móvil, regresión lineal y suavización exponencial.
3. Medición de errores.- Posteriormente se evaluarán todos los métodos evaluados por medio de los errores. Con ello se identificará cual se adecua más a la demanda real.
4. Plan de implementación.- Finalmente se elaborará un plan para la implementación de esta mejora en el día a día y se analizarán que recursos serán necesarios para poder generar un proceso estandarizado.

3.1.1 Clasificación ABC de Códigos

Company X localmente únicamente cuenta con producción de lavavajillas en pastas detrás de la marca Patitos. La planta de producción se encuentra en la sede de Materiales en Cercado de Lima; ahí cuentan con un área de producción y centro de distribución. Las lavavajillas líquidas son elaboradas en la planta de producción de México.

Se ha obtenido la data de demanda en cajas de todas las versiones de Patitos para elaborar la clasificación ABC o Pareto. Se ordenaron los valores de mayor a menor; es decir, primero están los productos con mayores ventas y al final el de menor venta. Luego de ello se halló el porcentaje de cada código versus el total de cajas vendidas. De esta manera se tiene el peso de cada versión. Como se puede observar en la ilustración 11 se ha procedido a realizar un Pareto con la data obtenida:



*Ilustración 11 Pareto de lavavajillas en pastas y líquidos
Elaboración propia*

Luego de ello, se halla el porcentaje acumulado de cada grupo como se muestra en la tabla 5. De acuerdo con el porcentaje acumulado se clasifican los productos en A, B o C. Los productos A representan el 80% de la venta y son casi el 5% del total, los B son del 80% al 95% de la venta y los C son del 95% al 100%, ver tabla 10.

Tabla 10 Clasificación ABC de lavavajillas

Nombre Producto	Total	Demanda Promedio	Total Valorizado	Porcentaje	% Acumulado	Clasificación
800gr	917,335	41,697	881,893	25.76%	25.8%	A
300gr	543,509	24,705	515,839	15.07%	40.8%	A
300ml+esponja	325,571	14,799	322,907	9.43%	50.3%	A
170gr	408,812	18,582	252,906	7.39%	57.6%	A
900ml	104,060	4,730	231,250	6.75%	64.4%	A
900gr	179,715	8,169	211,329	6.17%	70.6%	A
120gr	370,906	26,493	209,032	6.11%	76.7%	A
1kg	117,092	6,163	177,117	5.17%	81.9%	B
215ml+esponja	142,327	10,948	170,464	4.98%	86.8%	B
300ml	96,605	4,391	154,436	4.51%	91.3%	B
130gr	232,015	12,211	84,380	2.46%	93.8%	B
900ml+esponja	19,639	982	49,068	1.43%	95.2%	C
140gr	31,107	2,393	41,827	1.22%	96.5%	C
1200ml	13,389	788	40,632	1.19%	97.7%	C
520gr Doble	40,223	1,828	30,917	0.90%	98.6%	C
310gr	20,230	1,264	27,551	0.80%	99.4%	C
750ml	4,332	197	7,914	0.23%	99.6%	C
500ml	3,656	166	7,643	0.22%	99.8%	C
550gr Doble	7,009	319	6,407	0.19%	100.0%	C

Elaboración propia

A partir de la clasificación anterior se puede observar que los códigos con mayor participación en el mercado son los que se encuentran en la tabla 11. En base a ellos se analizará la demanda actual para poder hallar el sistema de pronóstico más adecuado, esto con ayuda de los medidores de errores.

Tabla 11 Clasificación "A" lavavajillas

Familia	Nombre Producto	Clasificación
520gr-1kg	800gr	A
120gr-300gr	300gr	A
215ml -300ml	300ml+esponja	A
120gr-300gr	170gr	A
500ml-2400ml	900ml	A
520gr-1kg	900gr	A
120gr-300gr	120gr	A

Elaboración Propia

3.1.2 Elaboración de Pronóstico

Una vez hallado el ABC de todos los códigos de Patitos pastas y líquidos, se llegó a la conclusión que existen 7 códigos clasificados como "A". Por ende, se analizará cada uno de ellos para identificar el método de pronóstico más adecuado y así presentar una propuesta. De acuerdo

con esto, se han llevado a cabo tres tipos de pronósticos para este código representativo: regresión lineal, promedio móvil y suavización exponencial.

Como se puede observar en tabla 12 durante estos dos últimos años, el consumo de los códigos A ha aumentado constantemente a excepción del último mes. Es por ello por lo que al no tener una herramienta de pronóstico tan robusta no se ha podido hacer frente a esta demanda tan variada y creciente.

Tabla 12 Demanda y Quiebres de stock de códigos "A"

Periodo	Demanda	Quiebres de stock
Ene-2019	91,982	0.5%
Feb-2019	92,430	0.4%
Mar-2019	95,036	0.6%
Abr-2019	95,212	0.3%
May-2019	96,654	0.6%
Jun-2019	94,934	0.7%
Jul-2019	91,150	0.7%
Ago-2019	98,033	0.8%
Set-2019	96,131	0.8%
Oct-2019	113,794	0.9%
Nov-2019	112,145	1.0%
Dic-2019	126,908	1.0%
Ene-2020	145,891	1.1%
Feb-2020	127,569	1.1%
Mar-2020	155,586	1.9%
Abr-2020	161,063	2.0%
May-2020	152,375	3.9%
Jun-2020	170,005	4.0%
Jul-2020	194,713	6.0%
Ago-2020	194,013	6.4%
Set-2020	173,815	5.1%
Oct-2020	170,349	4.9%

Elaboración Propia

Existe una gran preocupación por parte del equipo de ventas ya que el sistema de planificación actual no está siendo exacto y varios clientes han elevado quejas por quiebres de stock en sus almacenes. Este crecimiento viene detrás del inicio de la pandemia y la nueva cultura de limpieza en los consumidores, ver ilustración 12.



Ilustración 12 Gráfico de demanda lavavajilla 800gr
Elaboración propia

3.1.2.1 Regresión Lineal

En primer lugar, se realizará el pronóstico en base a la regresión lineal. Tomando en cuenta la data anterior de los últimos 22 meses, la función obtenida en base a la demanda real es la siguiente para cada uno de los códigos "A":

Tabla 13 Regresión lineal para códigos tipo "A"

	Ecuación	A	B
800gr	$y = 2314.7x + 15078$	15078	2314.7
300gr	$y = 57.122x + 24047$	24047	57.122
300ml+esponja	$y = 409.19x + 10092$	10092	409.19
170gr	$y = 487.2x + 12978$	12978	487.2
900ml	$y = 420.35x - 104.55$	-104.55	420.35
900gr	$y = -449.38x + 13336$	13336	-449.38
120 gr	$y = 494.75x + 20604$	20604	494.75

Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 13 existen ecuaciones con tendencia creciente como es el caso de los cuatro primeros códigos y el último. Sin embargo, también podemos encontrar códigos cuya demanda ha venido decreciendo con el tiempo. Para poder determinar si este método de pronóstico es el adecuado es necesario hallar el coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de determinación. Ambos valores deben estar lo más cercano posible a 1 para corroborar una buena relación entre el pronóstico y la realidad.

Tabla 14 Coeficientes de correlación y determinación

	R2	R
800gr	0.90	0.95
300gr	0.02	0.14
300ml+esponja	0.48	0.69
170gr	0.39	0.63
900ml	0.77	0.88
900gr	0.30	0.55
120 gr	0.12	0.34

Elaboración propia

En la tabla 14 se puede observar los valores para cada tipo de producto, solamente lavavajilla de 800gr cuenta con un alto nivel de correlación y determinación por lo que se puede inferir que el método de regresión lineal puede predecir mejor la demanda real.

3.1.2.2 Promedio Móvil

En segundo lugar, se ha evaluado el método de promedio móvil. Para esto se ha tomado dos lapsos de tiempo diferentes: dos meses y tres meses. Como se puede observar en las figuras a continuación, si bien lo pronosticado sigue la misma tendencia creciente de la demanda, existen muchos valores que no permiten tener un pronóstico tan exacto y puede provocar quiebres de stock por el bajo valor versus la demanda.

Asimismo, el promedio móvil en base a dos periodos suele ser más exacto en muchas ocasiones ya que percibe el cambio en la demanda más rápido que el de tres meses. Para poder determinar cuál es el más adecuado se calcularán los errores para ambos.

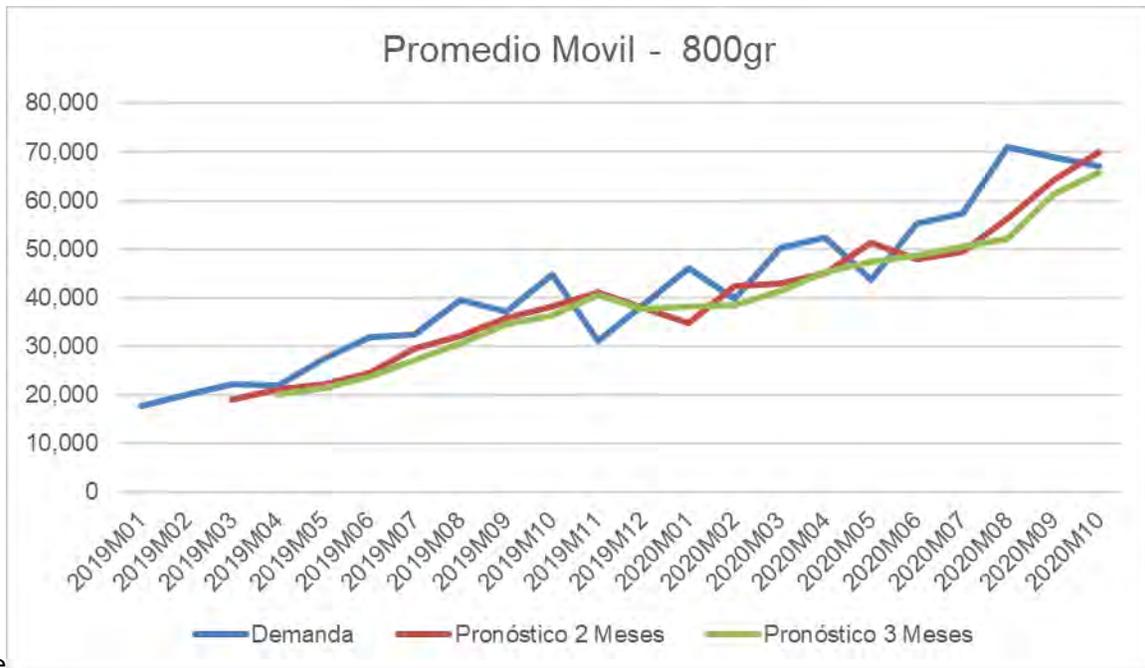


Ilustración 13 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 800gr
Elaboración propia

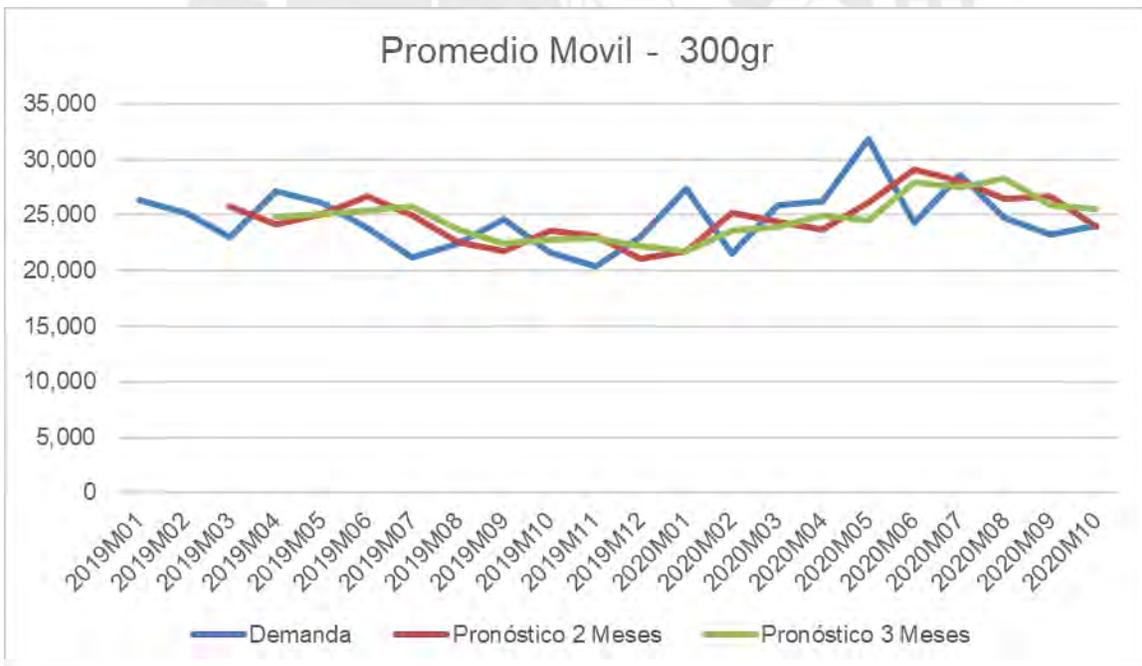


Ilustración 14 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 300gr
Elaboración propia

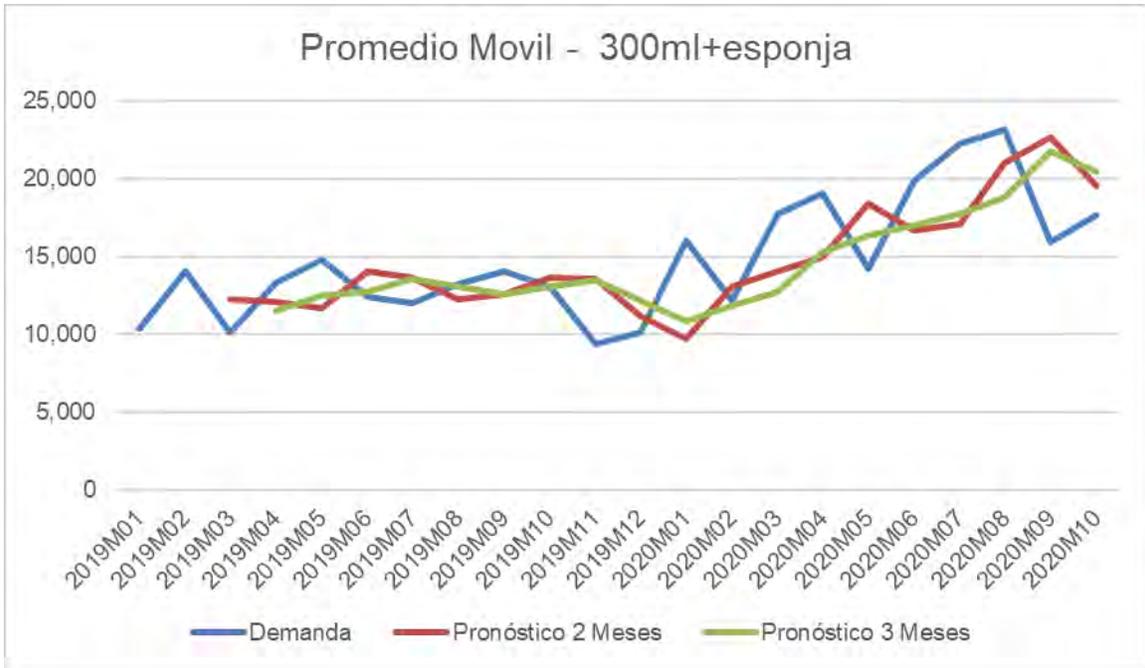


Ilustración 15 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 300ml+esp.

Elaboración propia

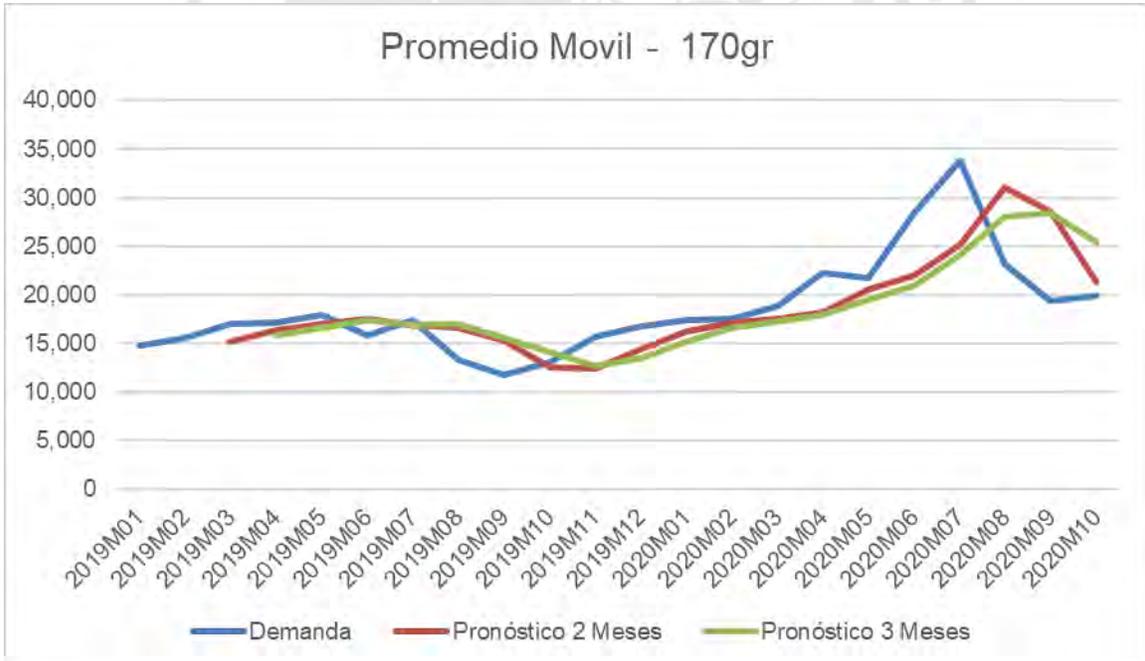
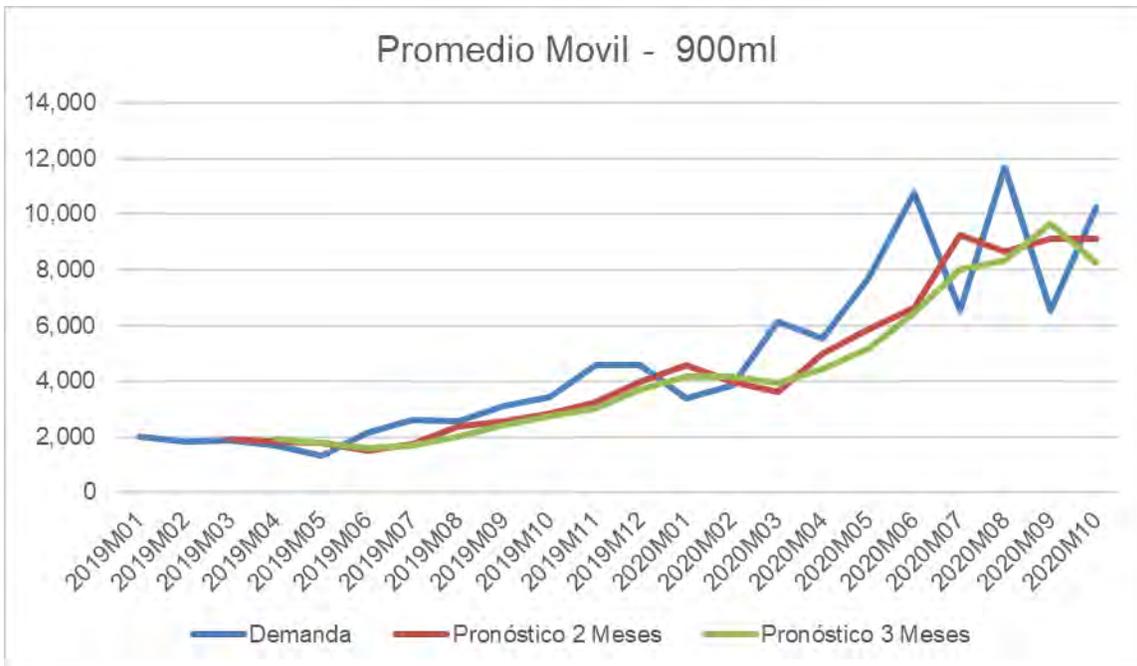
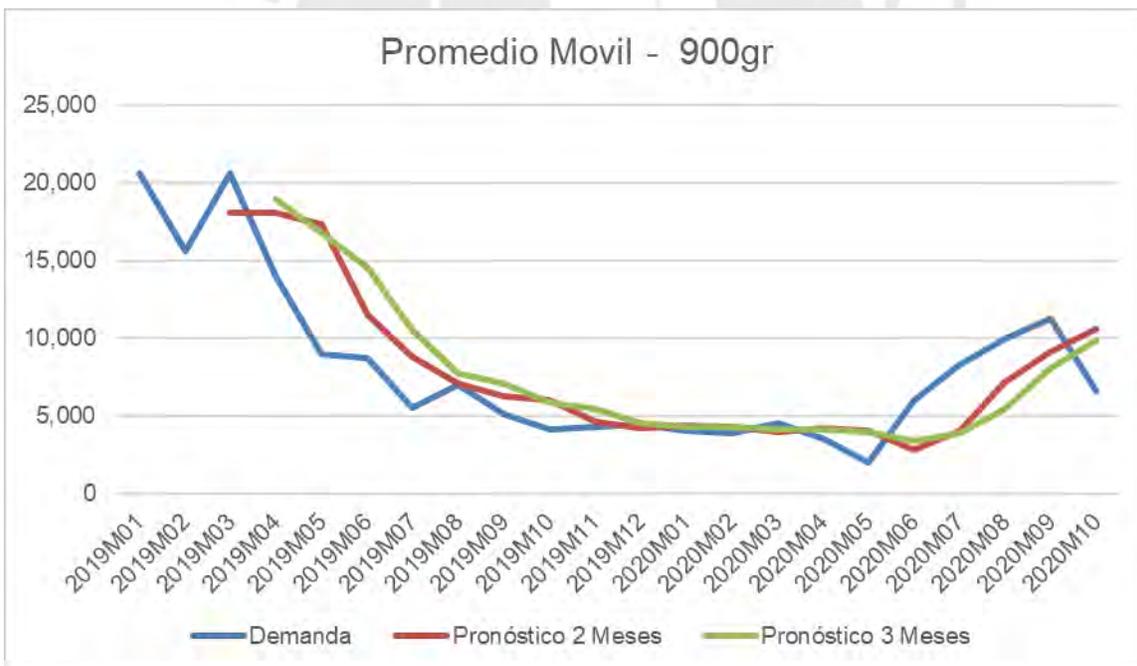


Ilustración 16 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 170gr

Elaboración propia



*Ilustración 17 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 900ml
Elaboración propia*



*Ilustración 18 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 900gr
Elaboración propia*

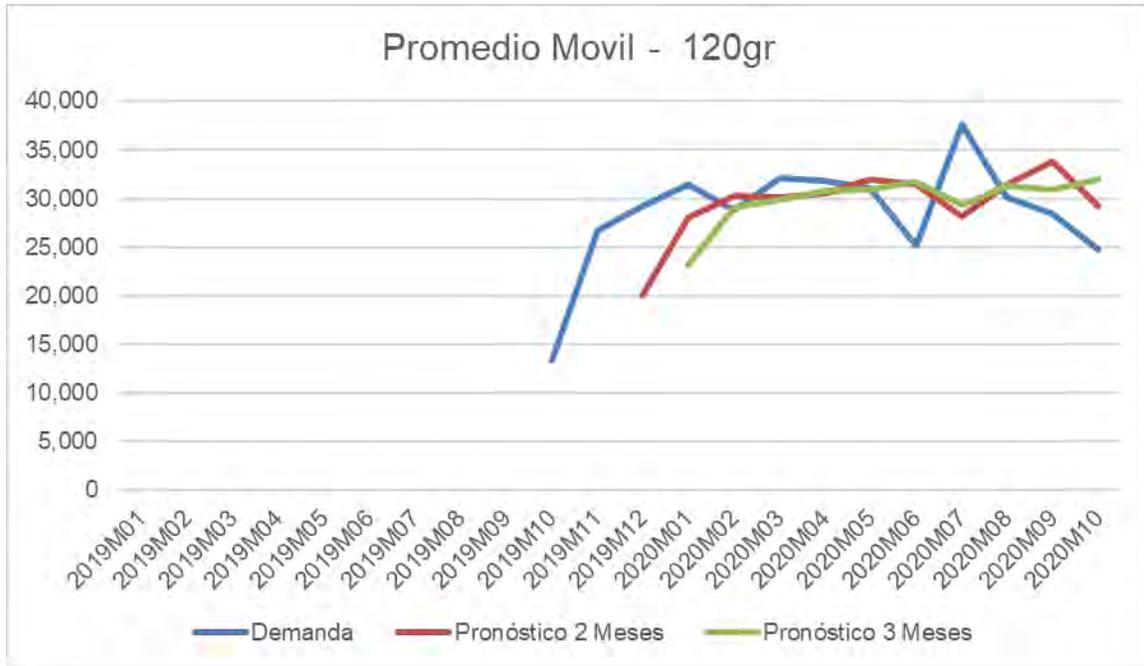


Ilustración 19 Promedio Móvil 2 y 3 meses - 120gr
Elaboración propia

3.1.2.3 Suavización Exponencial

Ahora se utilizará la metodología de suavización exponencial, para ello se ha evaluado el pronóstico con un Alpha diferente para cada uno de los códigos ya que como se ha observado anteriormente no todos cuentan con la misma tendencia. Adicionalmente, se ha utilizado la siguiente ecuación para hallar el pronóstico de cada ciclo.

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

Donde:

- F_t = Pronóstico de la demanda en el periodo "t"
- F_{t-1} = Pronóstico de la demanda en el periodo previo a "t"
- D_{t-1} = Demanda de la demanda en el periodo previo "t"
- α = Tasa deseada de respuesta

Para elegir el valor más adecuado de Alpha se ha utilizado programación lineal, teniendo como función objetivo la minimización del error. Para ello se hizo uso del solver en excel, como se

puede observar en el anexo 6. Dicho esto, la tabla 15 muestran los valores obtenidos de Alpha para cada tipo de código:

Tabla 15 Valor de Alpha por cada producto

Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
α	0.85	0.16	0.19	1.00	0.72	1.00	1.00

Elaboración propia

A continuación, se muestran los gráficos para cada código; en ellos existen dos líneas: demanda y pronóstico. Así se puede identificar visualmente cuales presentan una similitud con respecto a su proyección. Posteriormente se procederán a evaluar cada uno de los métodos para hallar el óptimo para cada uno.

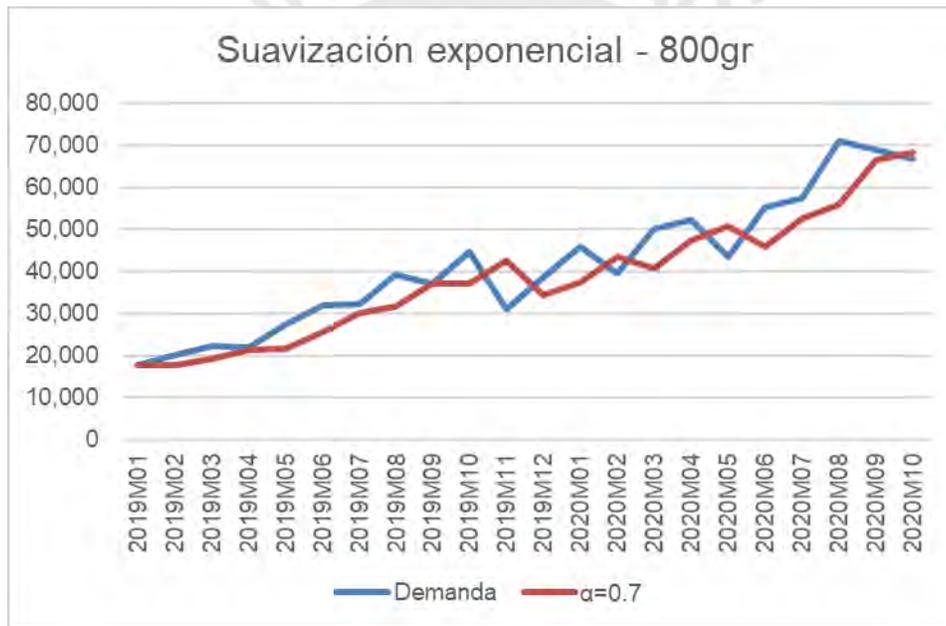


Ilustración 20 Suavización exponencial simple - 800gr
Elaboración propia

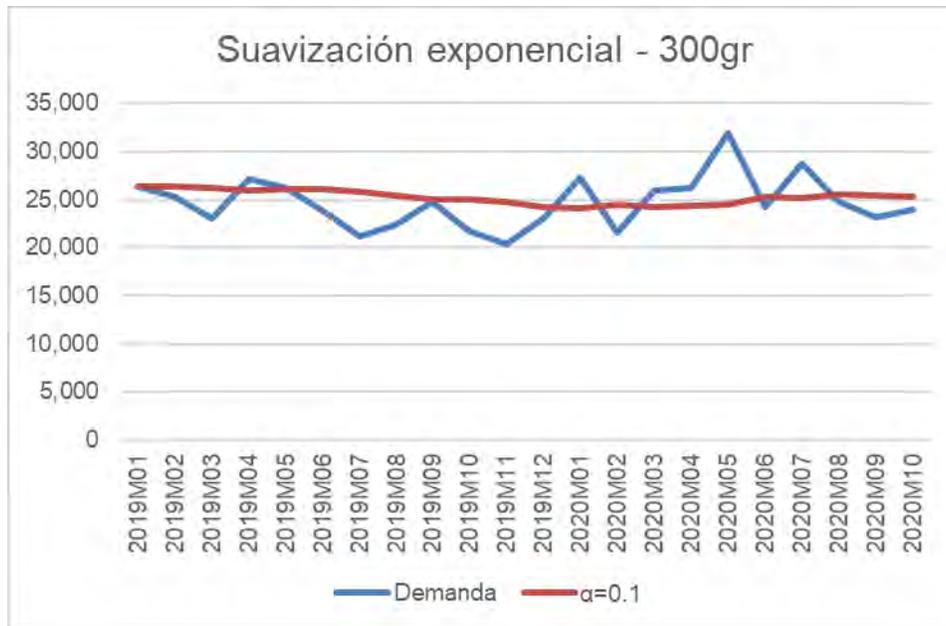


Ilustración 21 Suavización exponencial simple - 300gr
Elaboración propia

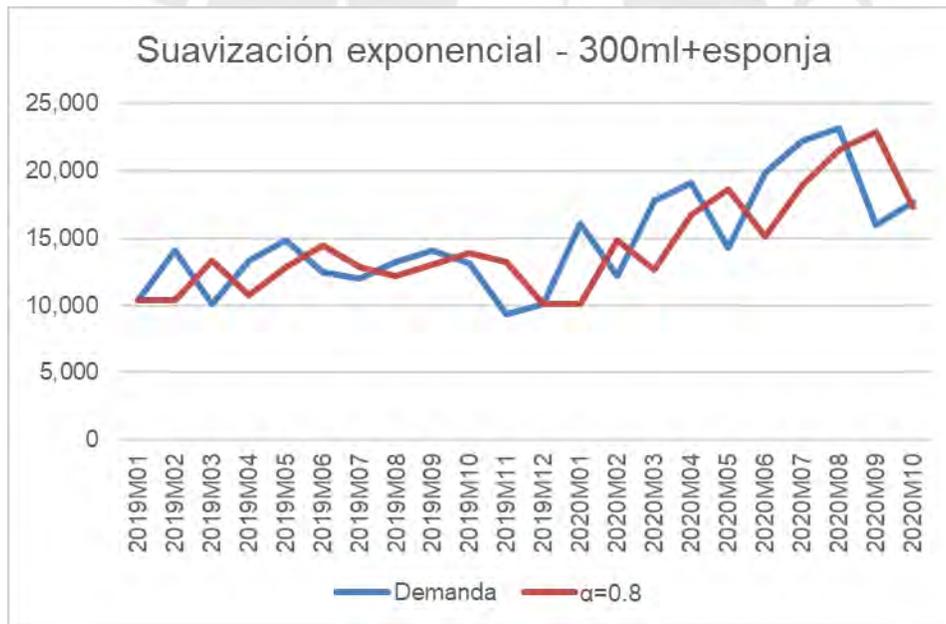
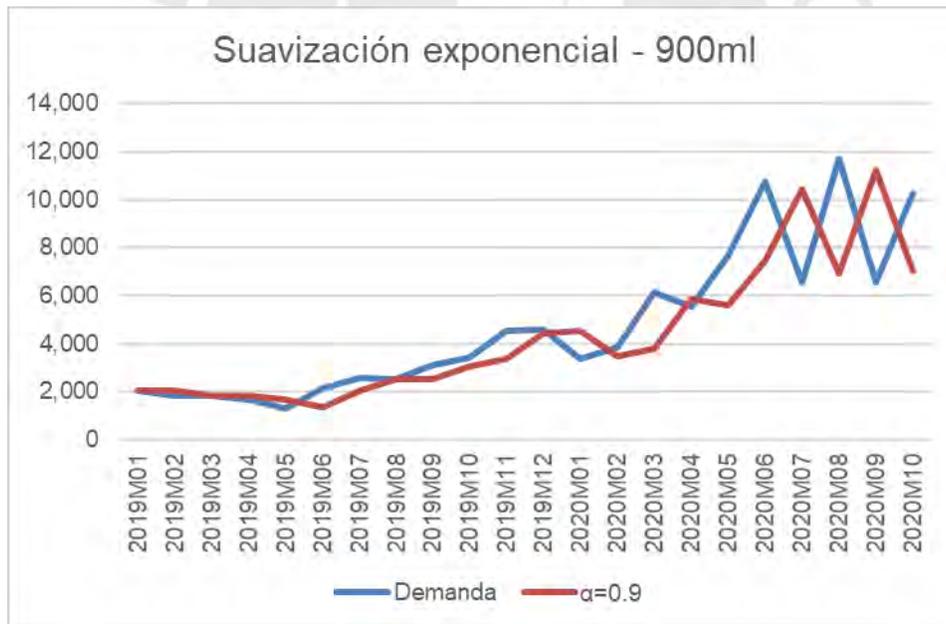


Ilustración 22 Suavización exponencial simple - 300ml+esp
Elaboración propia



*Ilustración 23 Suavización exponencial simple - 170gr
Elaboración propia*



*Ilustración 24 Suavización exponencial simple - 900ml
Elaboración propia*

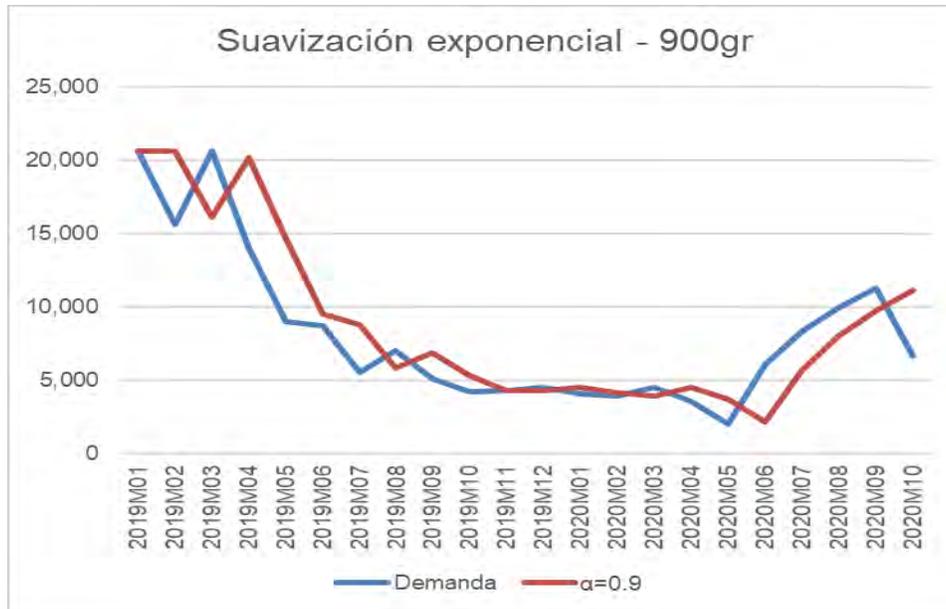


Ilustración 25 Suavización exponencial simple - 900gr
Elaboración propia



Ilustración 26 Suavización exponencial simple - 120gr
Elaboración propia

3.1.2.4 Suavización Exponencial Doble

A continuación, se utilizará el método de Suavización Exponencial Doble ya que en el caso de algunos códigos se puede percibir una tendencia creciente o decreciente. Para ello se ha utilizado la siguiente fórmula:

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

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

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Donde:

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo "t+1"

T_t = Promedio exponencialmente suavizado de la tendencia en el periodo "t"

D_t = Demanda en el periodo "t"

A_t = Promedio exponencialmente suavizado de la serie en el periodo "t"

α = Constante de suavización para el promedio (entre 0 y 1)

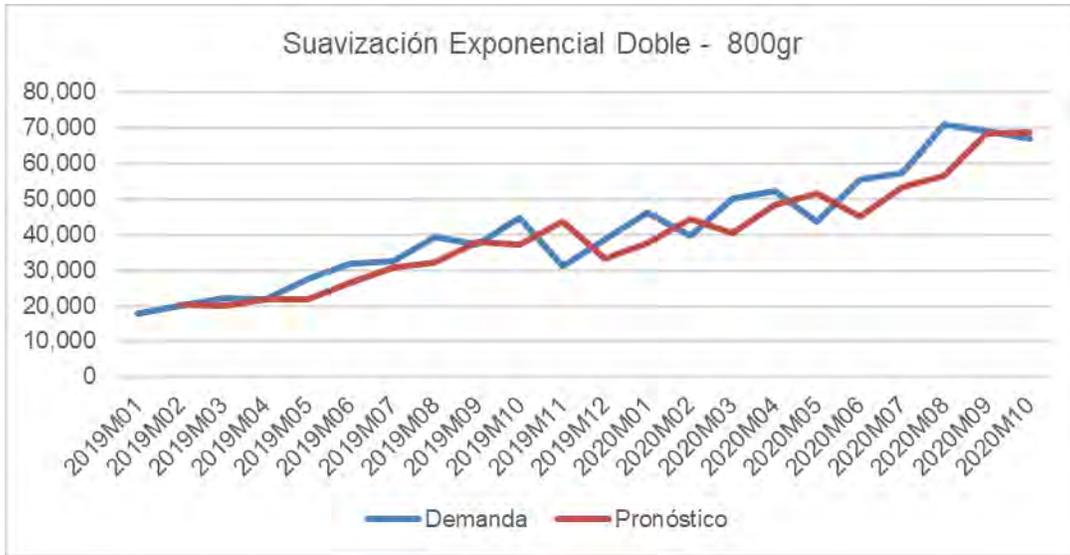
β = Constante de suavización para la tendencia (entre 0 y 1)

En este caso, al igual que en la suavización exponencial simple, se hallaron los valores de Alpha y beta por medio de la programación lineal, ver anexo 7. La función objetiva fue la minimización del error, específicamente el MAPE. Debido a que este nos ayudará definir cuál de los métodos de pronóstico es el más adecuado.

Tabla 16 Valor de Alpha y Beta por cada producto

Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
α	0.74	0.10	0.36	0.89	0.64	0.90	0.99
β	0.10	0.09	0.10	0.50	0.10	0.50	0.10

Elaboración propia



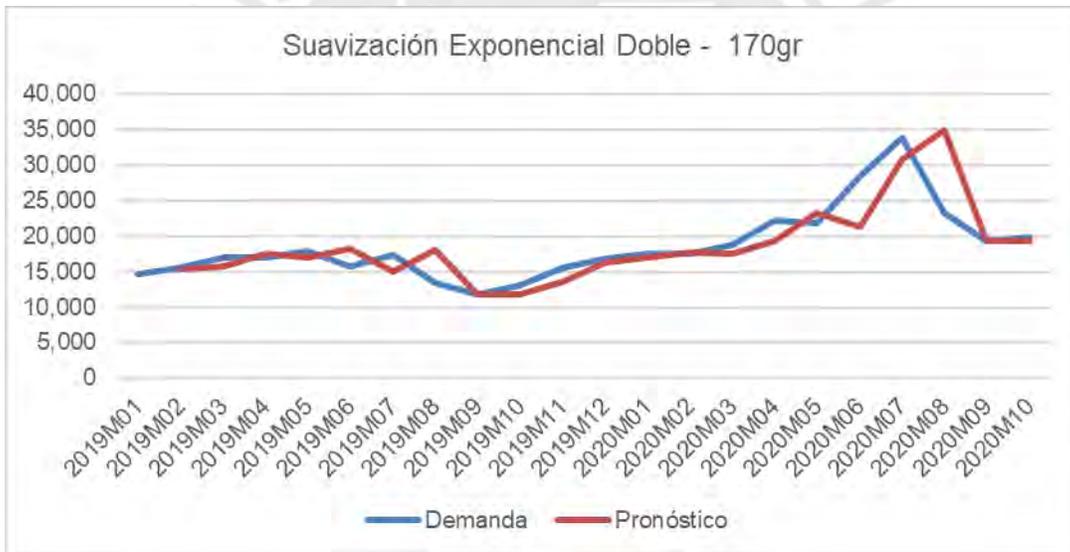
*Ilustración 27 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 800gr
Elaboración propia*



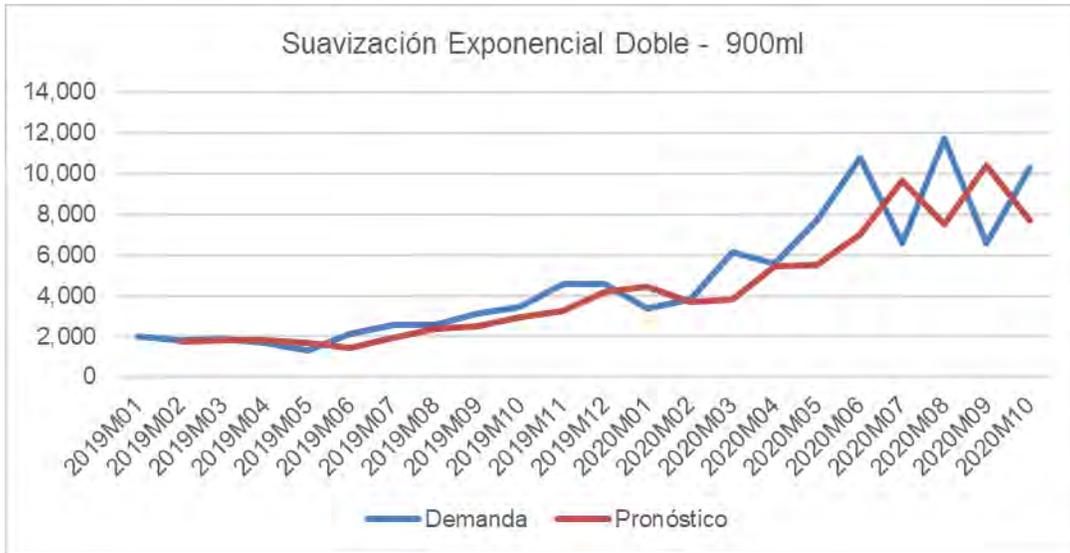
*Ilustración 28 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 300gr
Elaboración propia*



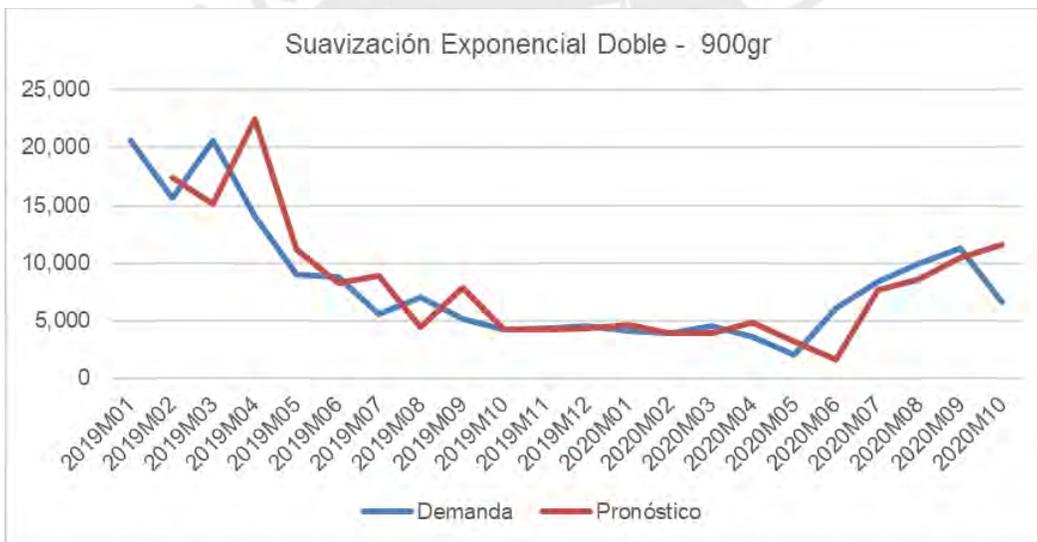
*Ilustración 29 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 300ml+esponja
Elaboración propia*



*Ilustración 30 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 170gr
Elaboración propia*



*Ilustración 31 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 900ml
Elaboración propia*



*Ilustración 32 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 900gr
Elaboración propia*

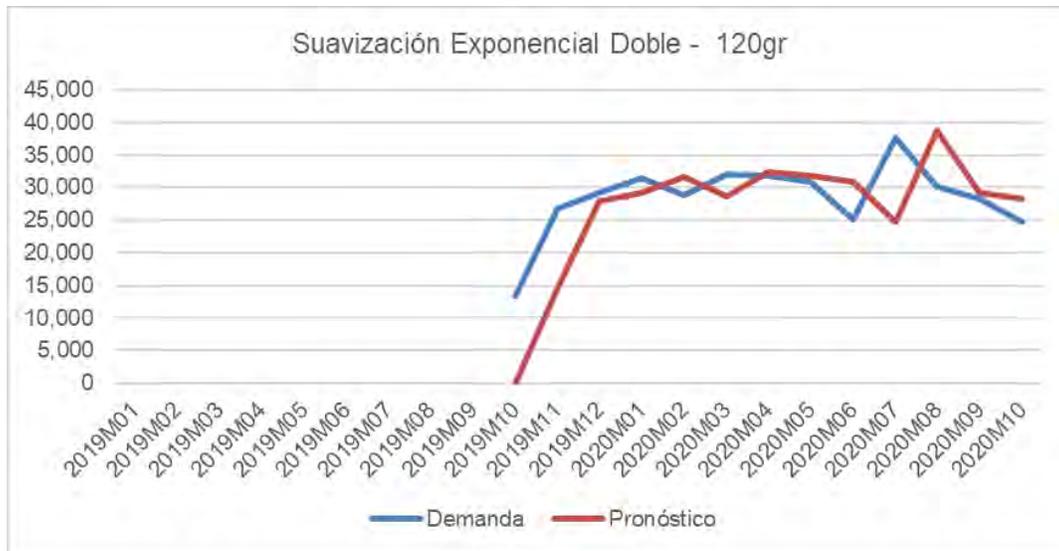


Ilustración 33 Pronóstico Suavización Exponencial Doble – 120gr
Elaboración propia

3.1.3 Medición de Errores

Siempre después de llevar a cabo los pronósticos para la demanda es importante evaluar el error de cada método para identificar el más adecuado. Se procederá a hallar el MAPE el cual es el error porcentual absoluto medio. El pronóstico con menor porcentaje de MAPE será el elegido para cada código.

Adicionalmente, se deben llevar a cabo los siguientes pasos para poder hallar el CFE, MSE, MAD y MAPE, el cual nos indicará cual es el método más adecuado para nuestro producto:

- Diferencia entre el pronóstico y la demanda real
- Hallar el error absoluto, ya que se tendrán valores negativos y/o positivos
- Elevar al cuadrado el error absoluto
- Dividir el error absoluto entre la demanda para hallar el porcentaje de error absoluto
- Luego se halla el CFE el cual es la suma de error
- El MSE es la suma de los errores absolutos
- El MAD es la división del MSE entre el número de periodos evaluados

- El MAPE es la división de la sumatoria de errores absolutos entre el número de periodos

Regresión Lineal

A continuación, se llevará a cabo la medición del error del pronóstico en base a la regresión lineal ver anexo del 8 al 14. Como se puede observar en la tabla 17, para el caso de este método vemos que los códigos que cuentan con un MAPE menor al 30% son 800gr, 300gr, 300ml+esp, 170gr 900ml y 120gr. Se está calculando en base a este valor porcentual ya que actualmente la empresa lo utiliza para otras categorías como el error máximo aceptable.

Tabla 17 Error regresión lineal

Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
CFE	(12)	(1)	10	10	(0)	4	57,887
MSE	51	44	43	50	30	60	73
MAD	3,423	2,151	2,196	2,902	1,101	3,872	5,991
MAPE	8.3%	8.7%	15.6%	15.7%	27.3%	60.9%	21.8%

Elaboración propia

Promedio Móvil

Como se comentó anteriormente, se han llevado a cabo el pronóstico de periodo móviles para dos lapsos de tiempo. Para el caso de dos meses, ver tabla 18, se tiene únicamente al pronóstico de lavavajilla de 900gr excediendo el máximo aceptable por la empresa, siendo este descartado como método de pronóstico a evaluar.

Tabla 18 Error promedio móvil 2 periodos

Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
CFE	72,656	(2,778)	6,373	6,561	10,737	(13,671)	5,485
MSE	73	48	50	50	32	43	60
MAD	5,962	2,651	2,822	3,023	1,265	2,262	4,120
MAPE	14%	10.8%	18.8%	15.2%	23.3%	33.6%	13.9%

Elaboración propia

Por otro lado, como se puede observar en la tabla 19 existe una tendencia similar, lavavajilla de 900gr es el único que no cuenta con un MAPE dentro del límite, siendo también descartado el promedio móvil de tres meses para este código. El cálculo de los errores de promedio móvil de 2 y 3 meses se encuentra en los anexos del 15 al 21.

Tabla 19 Error promedio móvil 3 periodos

Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
CFE	95,197	(920)	13,051	8,140	14,829	(20,448)	2,214
MSE	76	48	47	55	35	46	54
MAD	6,408	2,553	2,655	3,534	1,457	2,673	3,770
MAPE	17%	10.4%	17.9%	17.9%	26.6%	36.0%	12.8%

Elaboración propia

Suavización Exponencial

Al evaluar el método de suavización exponencial, ver anexo del 22 al 28, simple se observa que el código de lavavajilla 900gr, al igual que en los promedios móviles, cuenta con un MAPE mayor a 30%. Por ende, este pronóstico queda descartado para este código. El resto si cuenta con un MAPE menor al nivel máximo, ver tabla 20.

Tabla 20 Error suavización exponencial

Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
CFE	62,019	(3,018)	8,989	6,594	9,610	(16,404)	15,273
MSE	69	50	49	45	32	42	63
MAD	5,575	2,762	2,779	2,559	1,395	2,222	4,755
MAPE	13.4%	11.2%	18.9%	12.9%	24.0%	30.2%	16.2%

Elaboración propia

Suavización Exponencial Doble

Como se mencionó anteriormente, el caso de la suavización exponencial doble se ha usado un alpha y beta que minimice el MAPE para cada código. Dicho esto, todos los códigos cuentan con un error porcentual medio menor al nivel máximo por lo que llega a ser representativo el método de pronóstico, ver anexos del 29 al 35. Sin embargo, como se puede observar en la tabla 21, este debe ser evaluado y comparado con el resto de los métodos para así corroborar que, versus la regresión lineal, promedio móvil y suavización exponencial simple, este método de suavización exponencial doble cuenta con un menor error porcentual y es el más adecuado.

Tabla 21 Error suavización exponencial doble

Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
CFE	57,653	6,246	5,346	3,547	11,092	(9,257)	7,138
MSE	67	44	47	39	32	37	58
MAD	5,453	2,230	2,663	2,143	1,351	1,968	4,543
MAPE	12.9%	8.9%	17.9%	10.7%	23.4%	26.5%	15.2%

Elaboración propia

3.2 Resumen y elección del pronóstico

Finalmente, se ha procedido a evaluar y comparar cada tipo de error por pronóstico y código. De esta manera se hallará que método es el más exacto según el error. Como se puede observar en la tabla 22 para el caso del MSE los tres primeros códigos y lavavajilla de 900ml cuentan con un error más pequeño con el método de regresión lineal. El código de 170gr y 900gr es mejor representado por la suavización exponencial doble, 900ml por regresión lineal y 120gr por promedio móvil 3 meses.

Tabla 22 Errores MSE por código

	Regresión Lineal	Promedio Movil		Suav. Exp. Simple	Suav. Exp. Doble	Mínimo
		2 Meses	3 Meses			
800gr	51.0	73.0	75.5	69.8	67.1	51.0
300gr	43.6	48.1	48.2	46.1	44.4	43.6
300ml+esponja	42.6	50.4	46.8	48.9	47.4	42.6
170gr	49.5	49.7	55.3	45.2	38.6	38.6
900ml	29.9	31.9	35.5	32.1	31.5	29.9
900gr	60.4	42.8	46.3	40.8	37.1	37.1
120 gr	73.2	59.8	53.7	62.1	60.7	53.7

Elaboración propia

Para el caso del error CFE se cuenta con un resultado diferente, ver tabla 23, los seis primeros códigos son mejor pronosticados por medio de la regresión lineal. Sin embargo, el último cuenta con un error más pequeño en el promedio móvil de tres meses. El CFE es una sumatoria de todos los errores tanto sobre como subestimados, esto quiere decir que el promedio móvil de tres meses suele pronosticar por debajo de la demanda real.

Tabla 23 Errores CFE por código

Código	Regresión Lineal	Promedio Movil		Suav. Exp. Simple	Suav. Exp. Doble	Mínimo
		2 Meses	3 Meses			
800gr	-12.1	72,656.0	95,197.3	70,887.8	57,653.1	12.1
300gr	-0.9	-2,777.5	-919.7	-12,488.0	6,245.7	0.9
300ml+esponja	9.9	6,372.5	13,051.3	8,989.0	5,346.1	9.9
170gr	10.4	6,560.5	8,140.0	6,593.9	3,547.5	10.4
900ml	-0.5	10,737.0	14,829.3	8,818.3	11,092.0	0.5
900gr	4.1	-13,670.5	-20,447.7	-15,036.6	-9,257.3	4.1
120 gr	57,886.8	5,485.0	2,214.3	13,074.8	8,980.3	2,214.3

Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 24, analizando el MAD se puede observar que cuenta con unos resultados muy parecidos a los del MSE a la hora de evaluar el método de pronóstico más exacto. Esto simplifica mucho el proceso de decisión debido a que el valor absoluto por periodo y código es mejor para estos métodos.

Tabla 24 Errores MAD por código

Código	Regresión Lineal	Promedio Movil		Suav. Exp. Simple	Suav. Exp. Doble	Mínimo
		2 Meses	3 Meses			
800gr	3,422.8	5,961.7	6,407.9	5,640.2	5,453.5	3,422.8
300gr	2,150.6	2,651.4	2,553.4	2,415.0	2,230.0	2,150.6
300ml+esponja	2,196.4	2,821.9	2,654.8	2,778.9	2,663.3	2,196.4
170gr	2,902.5	3,023.4	3,534.1	2,559.4	2,143.0	2,143.0
900ml	1,101.4	1,264.8	1,456.6	1,454.6	1,351.0	1,101.4
900gr	3,872.0	2,262.0	2,672.8	2,175.4	1,967.6	1,967.6
120 gr	5,990.8	4,119.5	3,769.5	4,688.5	4,583.3	3,769.5

Elaboración propia

Finalmente, al hallar el MAPE se cuenta con un cuadro muy similar al de MAD y MSE a excepción de un código: 900ml. En este caso, el método de promedio móvil tiene un error de 23.3% para el caso del promedio móvil. A comparación de la regresión lineal que tiene 4% por encima de este, ver tabla 25.

Tabla 25 Errores MAPE por código

Código	Regresión Lineal	Promedio Movil		Suav. Exp. Simple	Suav. Exp. Doble	Mínimo
		2 Meses	3 Meses			
800gr	8.3%	13.8%	17.0%	13.5%	12.9%	8.3%
300gr	8.7%	10.8%	10.4%	9.9%	8.9%	8.7%
300ml+esponja	15.6%	18.8%	17.9%	18.9%	17.9%	15.6%
170gr	15.7%	15.2%	17.9%	12.9%	10.7%	10.7%
900ml	27.3%	23.3%	26.6%	24.6%	23.4%	23.3%
900gr	60.9%	33.6%	36.0%	29.3%	26.5%	26.5%
120 gr	21.8%	13.9%	12.8%	15.9%	15.4%	12.8%

Elaboración propia

Finalmente, una vez evaluados todos los errores y pronósticos se obtiene el método reposición final y más exacto por código como se puede observar en la tabla 26. En el caso de los tres primeros códigos y el último la decisión fue mucho más sencilla ya que todos los errores confirmaban el mismo método de pronóstico. Para el caso de 170gr y 900gr tres de los cuatro errores indicaban el mismo método siendo este el finalmente elegido. Únicamente, la versión de 900ml contaba con un resultado en el MAPE diferente al resto de errores. A pesar de ellos, se ha tomado la decisión de elegir promedio móvil de dos meses ya que, según los lineamientos de la empresa el MAPE es el error más exacto para pronósticos de demanda.

Tabla 26 Método de pronóstico final por código

Código	MAPE	MAD	CFE	MSE	Método Final
800gr	Regresión Lineal				
300gr	Regresión Lineal				
300ml+esponja	Regresión Lineal				
170gr	Suav. Exp. Doble	Suav. Exp. Doble	Regresión Lineal	Suav. Exp. Doble	Suav. Exp. Doble
900ml	Prom. Mov. 2 Meses	Regresión Lineal	Regresión Lineal	Regresión Lineal	Prom. Mov. 2 Meses
900gr	Suav. Exp. Doble	Suav. Exp. Doble	Regresión Lineal	Suav. Exp. Doble	Suav. Exp. Doble
120 gr	Prom. Mov. 3 Meses				

Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, uno de los principales resultados esperados es hallar un método de pronóstico adecuada para lavavajillas. En este caso y según lo hallado el método más adecuado es el de regresión lineal para los tres primeros códigos, suavización exponencial doble para el cuarto y sexto y promedio móvil de 2 y 3 meses para el quinto y séptimo código respectivamente. Sin embargo, se busca también generar un proceso estándar para la planificación de la demanda y poder hallar otras oportunidades.

Una oportunidad que se encontró durante el desarrollo y extracción de data fue la actualización y calidad. Contar la data de *sell out* de los clientes a la hora de realizar el pronóstico para los siguientes meses es fundamental ya que sin él no se podrá calcular la demanda real y la necesidad de cajas por código de acuerdo con el *sell out* y el inventario de los clientes en sus centros de distribución. A veces es necesario no sólo producir lo requerido de acuerdo con el histórico de ventas sino también a la recuperación de inventarios de los clientes. Si bien el *sell in* brinda una idea de cómo va la venta a los clientes puede que el producto no esté rotando de cara al consumidor lo que provocaría una caída de *sell in* para los siguientes meses y viceversa. Para ello se propone darle un descuento logístico del 0.03% del *sell in* a todos los clientes que hayan ingresado a tiempo y correctamente su data de *sell out* e inventarios tanto en soles como cajas.

Incorporar una revisión con el equipo de logística de los clientes (CTLM) ayudará también a tener mejor visibilidad de las ventas puntuales o disruptivas, sobre todo en el canal tradicional. Asimismo, el *Demand Planner* debe asegurarse de capturar promociones de canal moderno para poder plasmarlo en la demanda para contar con los materiales necesarios de producción. Para el caso de canal tradicional es necesario que se comparta la perspectiva con el equipo de ventas y CTLM, de todos los productos en promoción además de las cuotas por canal o distribuidor.

3.3 Recursos e inversión necesarios

Según lo revisado anteriormente con respecto a las propuestas de mejora, se realizará una evaluación del impacto financiero para así identificar cuál sería el beneficio neto para la empresa implementar un método de pronóstico más exacto y brindar un descuento logístico al cliente por compartir información adecuada. Para ambos casos se plantea la propuesta de contratar a un asistente en el área que esté encargado de llevar a cabo ambas funciones.

Se van a incurrir en los siguientes costos

- Contratación de un analista de la demanda
- Costos logísticos

Con relación a la contratación de un Analista de Demanda o *Demand Planner*, se considerará un sueldo base de S/. 7,100.00 de acuerdo con la información brindada por la empresa y se tendrá en consideración todos los beneficios de acuerdo con ley como gratificación, CTS, salud y pago de utilidades. Debido a la importancia que presenta la categoría para la empresa, siendo aproximadamente el 24% de las ventas brutas anuales.

Actualmente la empresa utiliza SAP 4 Hana, dentro de ella cuenta con varios módulos según el país de origen. SAP cuenta con un módulo de planificación de la demanda y otro de gestión de órdenes. El primero servirá para contar con un modelo mucho más exacto de acuerdo con los parámetros y base de venta previamente revisado y que pasará por un proceso de revisión de calidad de data. El segundo punto se atacará con las cuotas por clientes que se pueden establecer para evitar una compra muy alta que pueda genera quiebres de stock en otros clientes, lo más adecuado sería manejar este tipo de ventas puntuales por fuera para poder incorporarlo en el plan de producción.

3.4 Plan de implementación

El presente proyecto se llevará a cabo por medio de 4 etapas claves. Estas son diagnóstico, diseño, implementación y seguimiento de resultados.

- **Diagnóstico.**- En esta etapa se evaluará el problema actual que presenta la empresa a nivel de la categoría de lavavajillas pastas y líquidos. De esta manera de podrá medir el impacto que hoy en día está generando y los posibles resultados a obtener, además de

la importancia del proyecto y la prioridad de este. Para ello se buscará la data necesaria para el análisis de la demanda y los procesos actuales seguidos por los planificadores de la demanda para hallar mejoras estructurales.

- **Diseño.**- Dentro de esta etapa se analizarán la información recolectada, los métodos posibles a utilizar y se hallarán los errores para cada uno con el fin de proponer el más adecuado. Asimismo, el flujo que se debe seguir en caso para evitar errores en el pronóstico.
- **Implementación.**- En la primera parte de la etapa se compartirá la problemática con un equipo de consultoría de SAP para poder implementar estos procesos en el ERP y así automatizar los cálculos. Luego de realiza la consultoría, como segunda fase, los resultados obtenidos por la consultoría serán implementados por el líder del proyecto y su equipo encargado.
- **Seguimiento.**- Se harán revisiones mensuales sobre el resultado del pronóstico versus la demanda real y el MAPE obtenido por código. Este resultado debe estar por debajo del nivel máximo aceptable.

3.5 Resultados obtenidos

De acuerdo con lo hallado, calculado y analizado de los puntos anteriores se puede concluir lo siguiente:

- Una buena herramienta de pronóstico de demanda ayuda a hacer frente a cambios repentinos, evitar quiebres de stock y contar con la producción necesaria sin generar inventario productivo o sobre stock en el centro de distribución.
- Contar con la información precisa y en el momento oportuno ayuda siempre a tener una visibilidad más exacta sobre la tendencia y estacionalidad que pueda tener la demanda. Asimismo, permite el accionamiento más rápido en cuanto a planificación de producción.
- La inversión de recursos humanos y materiales en la elaboración de sistemas de planificación que muestren la secuencia de requerimientos y procesos otorgan a la empresa un valor agregado considerable sobre sus competidores, permitiéndole tomar ventaja sobre oportunidades previstas.
- Con un correcto cálculo y análisis de los errores se puede elegir el método de pronósticos adecuado para cada código; asimismo, es necesario contar con los datos de la demanda correcta de los productos para que los resultados sean óptimos.

Tomando esto en cuenta y como referencia un proyecto elaborado en Company X Indonesia cuyo fin es la mejora del método de pronóstico se ha considerado los siguientes ahorros durante los dos primeros años los cuales serán utilizados para la evaluación del proyecto. Dicho esto, se ha considerado un peso diferente por cada año, esto ha sido elaborado en base a la proyección de ventas y planes promocionales de la categoría. Además, se ha considerado un ahorro del 27% de los actuales gastos por venta perdida, demoras de entrega e inventario no productivo ya que el proyecto elaborado en Indonesia ha traído resultados en ese porcentaje.

Tabla 27 Ahorro venta pérdida anual y promedio

Año	Peso	Venta perdida	Ahorro
2019	40%	S/ 626,780	S/ 1,031,291
2020	60%	S/ 5,948,140	

Promedio	S/ 3,819,596
-----------------	--------------

Elaboración propia

Para los ahorros por demoras de entrega se ha considerado: moras pagadas a clientes por entregas parciales y venta perdida por rechazo total del camión. Asimismo, se ha considerado un ahorro del 27% de los actuales gastos y un promedio anual ponderado.

Tabla 28 Ahorro de demoras de entrega anual y promedio

Año	Peso	Demoras de entrega	Ahorro
2019	40%	S/ 753,560	S/ 255,301
2020	60%	S/ 1,073,560	

Promedio	S/ 945,560
-----------------	------------

Elaboración propia

Por otro lado, el presente proyecto busca ahorrar costos de inventario no productivo. Esto hace referencia al producto inmovilizado en el centro de distribución por una mala planificación o sobre inventario.

Tabla 29 Ahorro inventario no productivo anual y promedio

Año	Peso	Inv. No Productivo	Ahorro
2019	40%	S/ 38,000	S/ 11,880
2020	60%	S/ 48,000	

Promedio	S/ 44,000
-----------------	-----------

Elaboración propia

Finalmente, tomando en cuenta cada concepto anteriormente revisado y de referencia de ahorro un proyecto global. Se obtiene un ahorro total de S/ 2,404,578 por un periodo de dos años.

Tabla 30 Ahorro anual y por periodo de evaluación

Concepto	Ahorro Anual	Periodo	Ahorro Total
Venta perdida	S/ 1,031,291	2	S/ 2,062,582
Demoras de entrega	S/ 255,301	2	S/ 510,602
Inv. No Productivo	S/ 11,880	2	S/ 23,760
		Total	S/ 2,596,944

Elaboración propia



CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

4.1 Inversiones necesarias

El presente proyecto requiere una inversión de consultoría para llevar a cabo la implementación de la selección del método de pronóstico más adecuado. Esto tiene un costo de 28,500 USD, debido a que requiere personal no solamente especializado en planificación de la demanda, sino que también en SAP. La consultoría tomará aproximadamente 3 meses y medio donde se evaluará la situación actual y los posibles módulos a utilizar en SAP. Asimismo, se deberá realizar *benchmark* con otros países para analizar si este módulo de demanda ya es utilizado y puede extenderse su uso en Perú.

Por otro lado, como se comentó anteriormente es necesario la contratación de una persona más. Esta estará a cargo en primer lugar del proyecto con la consultora, luego del seguimiento de los resultados e implementación de mejoras necesarias, tomaría el rol de planificador de la demanda de lavavajillas ya que es la categoría con mayor oportunidad de crecimiento. Para ello, es necesario que lleve a cabo entrenamientos en Costa Rica, donde se encuentra la central de planeamiento.

Tabla 31 Inversión para el proyecto

Concepto	Cant	CU	Valor
Consultoría	1	\$ 28,500	\$ 28,500
Entrenamiento de nuevo recurso	1	\$ 2,500	\$ 2,500
Extensión módulo SAP	1	\$ 10,000	\$ 10,000

Elaboración propia

4.2 Gastos y costos del proyecto

Dentro de los gastos planificados para el presente proyecto están: líder de proyecto/planificador de la demanda y descuento logístico a clientes para contar con la data de inventarios y *sell out* a tiempo. El objetivo es contar con este recurso permanentemente ya que como se comentó anteriormente existe una gran oportunidad evaluada por el equipo de marketing y ventas de incrementar la cobertura, número de códigos y aromas.

Durante los dos primeros trimestres este nuevo recurso se encargará de liderar el proyecto con la consultora asegurándose que todas las necesidades sean implementadas y evaluadas por el equipo. Una vez que se ha implementado las mejoras elevadas por la consultora se encargará de la categoría de lavavajillas. Para ello, se ha considerado una remuneración económica de analista y se ha considerado un costo de empresa de 1.65 según lo identificado por el equipo de finanzas. La evaluación del proyecto será de dos años y estará evaluado por trimestres, siendo en total 8.

Tabla 32 Gastos y costos relacionados al proyecto

Concepto	Cant	CU	Valor
Lider de proyecto	2	S/ 21,300	S/ 42,600
Planificador de la demanda	6	S/ 21,300	S/ 127,800
Costo empresa	8	S/ 37,275	S/ 298,200
Descuento logístico	8	S/ 238,997	S/ 1,911,976

Elaboración propia

4.3 Flujo de Gastos / Ahorros generados

Para la elaboración del flujo de gastos y ahorros se ha tomado como referencia la data compartida por el equipo de marketing y ventas de la categoría. Uno de ellos es el valor de crecimiento de la categoría en el mercado, se tiene como objetivo y proyección el crecimiento del mercado en 103% durante el siguiente año debido a la pandemia. Para poder llegar al número objetivo ya se cuentan programados los planes comerciales estratégicos.

Conforme a lo evaluado como base de *sell out* para el primer trimestre se cuenta con el número de cajas perdidas por medio de venta, demoras de entrega e inventario no productivo. El número está completamente relacionado con el porcentaje de crecimiento de la categoría y caída después de la pandemia.

Por el lado de gastos del proyecto se está considerando el costo del nuevo recurso requerido y el descuento logístico por compartir data de venta e inventarios. Este segundo valor también crece conforme a la categoría ya que es un descuento a venta.

Tabla 33 Flujo de Gastos y ahorros generados

	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 5	Trimestre 6	Trimestre 7	Trimestre 8
Venta perdida en cajas	13,001	13,391	13,793	14,207	13,993	13,784	13,577	13,373
Demoras de entrega en cajas	2,781	2,864	2,950	3,039	2,993	2,948	2,904	2,861
Inv. No productivo en cajas	129	133	137	141	139	137	135	133
Crecimiento del mercado	103.0%	103.0%	103.0%	103.0%	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%
Costo sin proyecto								
Venta perdida proyectada	S/ 949,073	S/ 977,545	S/ 1,006,872	S/ 1,037,078	S/ 1,021,522	S/ 1,006,199	S/ 991,106	S/ 976,239
Perdida por demoras de entrega	S/ 203,013	S/ 209,103	S/ 215,376	S/ 221,838	S/ 218,510	S/ 215,233	S/ 212,004	S/ 208,824
Perdida por inventario no productivo	S/ 9,417	S/ 9,700	S/ 9,990	S/ 10,290	S/ 10,136	S/ 9,984	S/ 9,834	S/ 9,687
Total Costos	S/ 1,161,503	S/ 1,196,348	S/ 1,232,239	S/ 1,269,206	S/ 1,250,168	S/ 1,231,415	S/ 1,212,944	S/ 1,194,750
Costo después del proyecto								
Porcentaje de ahorro	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%
Venta perdida proyectada	S/ 692,823	S/ 713,608	S/ 735,016	S/ 757,067	S/ 745,711	S/ 734,525	S/ 723,507	S/ 712,655
Perdida por demoras de entrega	S/ 148,199	S/ 152,645	S/ 157,225	S/ 161,942	S/ 159,512	S/ 157,120	S/ 154,763	S/ 152,442
Perdida por inventario no productivo	S/ 6,874	S/ 7,081	S/ 7,293	S/ 7,512	S/ 7,399	S/ 7,288	S/ 7,179	S/ 7,071
Gastos del proyecto	S/ 267,840	S/ 267,840	S/ 267,840	S/ 267,840	S/ 257,085	S/ 257,085	S/ 257,085	S/ 257,085
Total Costos	S/ 1,115,737	S/ 1,141,174	S/ 1,167,374	S/ 1,194,360	S/ 1,169,707	S/ 1,156,018	S/ 1,142,534	S/ 1,129,252
Ahorros								
Ahorros trimestrales	S/ 45,766	S/ 55,174	S/ 64,865	S/ 74,846	S/ 80,460	S/ 75,397	S/ 70,410	S/ 65,498
Ahorros acumulados	S/ 45,766	S/ 100,940	S/ 165,805	S/ 240,651	S/ 321,112	S/ 396,509	S/ 466,919	S/ 532,417

Elaboración propia

Tabla 34 Flujo de caja efectivo proyectado

	Trimestre 0	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Ahorros proyectados		S/ 45,766	S/ 55,174	S/ 64,865	S/ 74,846
Escudo fiscal (30%)					
Inversiones	-S/ 164,000				
Flujo Neto de efectivo	-S/ 164,000	S/ 45,766	S/ 55,174	S/ 64,865	S/ 74,846
Flujo Acumulado	-S/ 164,000	-S/ 118,234	-S/ 63,060	S/ 1,805	S/ 76,651

	Trimestre 5	Trimestre 6	Trimestre 7	Trimestre 8
Ahorros proyectados	S/ 80,460	S/ 75,397	S/ 70,410	S/ 65,498
Escudo fiscal (30%)				S/ 49,200
Inversiones				
Flujo Neto de efectivo	S/ 80,460	S/ 75,397	S/ 70,410	S/ 114,698
Flujo Acumulado	S/ 157,112	S/ 232,509	S/ 302,919	S/ 417,617

Elaboración propia

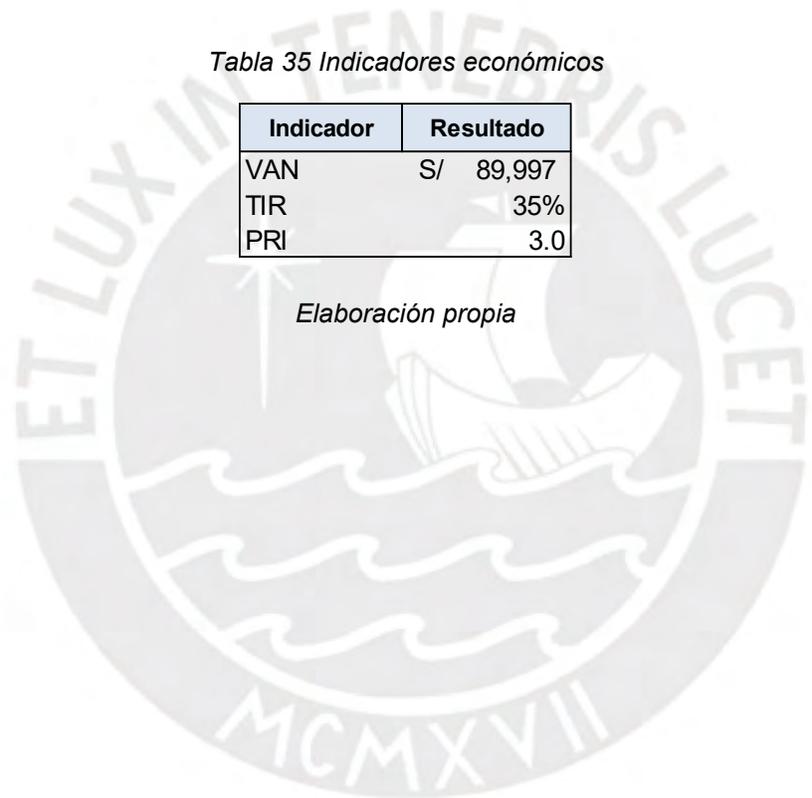
4.4 Flujo de caja efectivo proyectado e indicadores

Como se puede apreciar en la tabla 35 el proyecto resulta rentable para la empresa ya que cuenta con un VAN de S/ 89,997. Además, se empieza a obtener un beneficio económico a partir del 3er trimestre, esto debido a que se debe realizar una fuerte inversión inicial con la consultora y los nuevos módulos a implementar o activar en SAP. Finalmente, al tener un TIR de 35% el cual es mayor a la tasa de descuento para proyectos de la empresa que es de 25% se puede confirmar la rentabilidad del proyecto de tal manera que se pueda llevar a cabo la inversión.

Tabla 35 Indicadores económicos

Indicador	Resultado
VAN	S/ 89,997
TIR	35%
PRI	3.0

Elaboración propia



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo con lo hallado, calculado y analizado de los puntos anteriores se puede concluir lo siguiente:

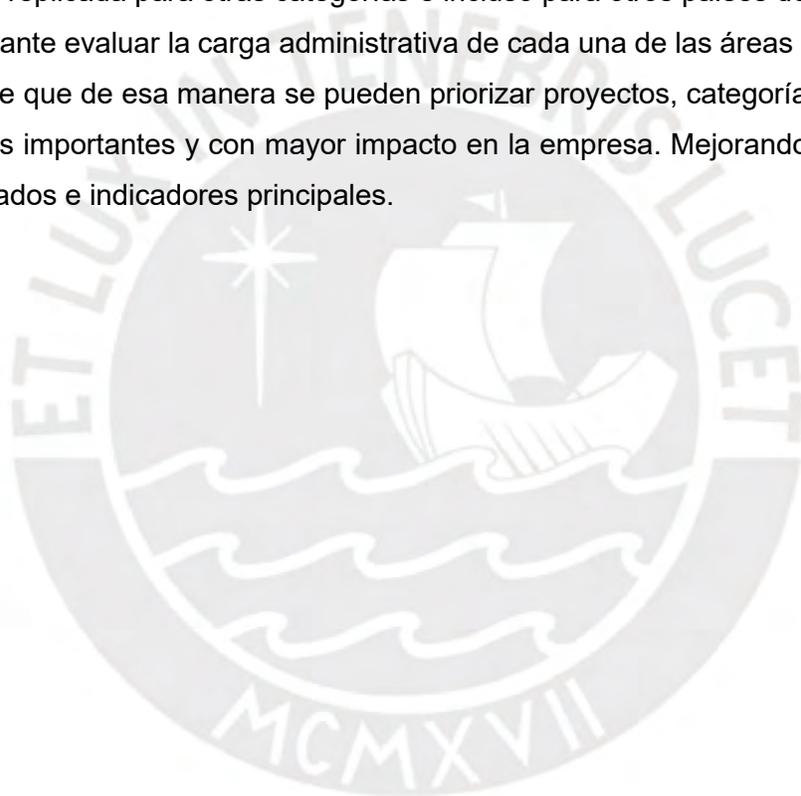
- La aplicación de un método de pronóstico de demanda y análisis de errores ayuda a disminuir los efectos de cambios repentinos de la demanda, evitar quiebres de stock y contar con la producción necesaria sin generar sobre stock en el centro de distribución. Es decir, mantener un porcentaje de quiebres menor al 1.5%.
- Acceder a información precisa y de manera oportuna de nuestros clientes incrementa la visibilidad sobre las tendencias y estacionalidad que pueda tener la demanda. Asimismo, permite un accionamiento más rápido en cuanto a planificación de producción.
- La inversión en la capacitación de trabajadores y materiales en la elaboración de sistemas de planificación con el fin de mostrar la secuencia de requerimientos y procesos otorgan a la empresa valor agregado sobre sus competidores, permitiéndole tomar ventaja sobre oportunidades previstas esto se refleja en la reducción del 27% en los quiebres de stock que se refleja en venta perdida.
- Como se pudo observar, cada código presenta un método de pronóstico exacto diferente por ello es importante realizar y analizar cada código por separado y no total categoría o familia de producto, todos cuentan con un comportamiento diferente.
- La inversión para la implementación de propuestas de mejora como la incorporación de método de pronóstico, implementación de mejoras en el ERP y descuento logístico a los clientes genera un TIR de 35% y PRI 3 trimestres.

5.2 Recomendaciones

- Realizar el estudio de la data histórica con el mayor rango de datos disponibles y aplicar una clasificación ABC de la familia de productos para identificar aquellos con mayor volumen y tique de compra, ya que son ellos los que generan un mayor impacto a la empresa ya sea positivo o negativo.
- Analizar diversos métodos de pronósticos en base a la información compartida para los productos más representativos. Luego evaluar cada uno de los pronósticos y comparar

los tipos de errores para que, de acuerdo con ellos, poder escoger el método más adecuado para cada tipo de producto.

- Realizar seguimiento continuo durante la implementación y post implementación de las mejoras propuestas con el fin de monitorear el impacto real que estas irán generando y compararlas con las expectativas de ahorro planeado.
- Es importante evaluar los sistemas hoy en día utilizados para el funcionamiento del resto de procesos, realizar benchmark con otros países o inclusive con otras categorías. De esta manera se pueden replicar las mejores prácticas, simplificar procesos y reducir venta perdida. Este es el caso de la metodología implementada en el presente proyecto que podrá ser replicada para otras categorías e incluso para otros países de la región.
- Es importante evaluar la carga administrativa de cada una de las áreas de la empresa ya que puede que de esa manera se pueden priorizar proyectos, categorías, canales, entre otros; más importantes y con mayor impacto en la empresa. Mejorando de esta manera los resultados e indicadores principales.



Bibliografía

Alan, R. J. L. & Prada, L. J. Y. (2017). Análisis y propuesta de implementación de un sistema de planificación de producción y gestión de inventarios y almacenes aplicado a una empresa de fabricación de perfiles de plástico PVC. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Amanqui, O. A. R. & Calderón, L. C. (2017). Mejoras en la Planificación y Programación de la Producción utilizando Modelos de Optimización, MRP I / MRP II en la División Novoresinas al Solvente de una Planta de pinturas. Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Ballou, Ronald H. (2004) Logística, administración de la cadena de suministro. Quinta edición.

PEARSON EDUCACIÓN, México, 2004

Castro, A., Vélez, M. & Castro, J. (2011) *ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos*

ITECKNE, Colombia, 2011

Chase, R. & Jacobs, F. (2014) Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministro 13ª Edición.

Mc Graw Education, México, 2014

Chopra, S. & Meindi P. (2008) *Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, planeación y operación. Tercera edición*

PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008

Company X Perú SRL (2019, 18 de abril). Company X Acerca de Company X (Comité y estatutos).

<https://es.companyx.com/es-ES/acerca-de-png/estructura-ygobierno-corporativo/gobierno-corporativo/comites-y-estatutos>

Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M. (2008) *Administración de operaciones. Octava edición*
PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008

Muñoz, D (2009) Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocio.

Cengage Learning Editores, Mexico, 2009

Schroeder, R., Goldstein, S. & Rungtusanatham, M. (2011) Administración de Operaciones. Conceptos y casos contemporáneos.

Mc Graw Education, México, 2011

ANEXOS

Anexo 1: Pronóstico Regresión Lineal

Mes	800gr		300gr		300ml-responja		170gr		900ml		900gr		120 gr	
	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico
2019M01	17,828	17,393	26,367	24,104	10,412	10,501	14,736	13,465	2,020	316	20,619	12,887		
2019M02	20,047	19,707	25,236	24,161	14,064	10,910	15,626	13,952	1,815	736	15,642	12,437		
2019M03	22,312	22,022	23,062	24,218	10,140	11,320	17,052	14,440	1,845	1,157	20,625	11,988		
2019M04	21,925	24,337	27,203	24,275	13,313	11,729	17,086	14,927	1,663	1,577	14,022	11,538		
2019M05	27,431	26,652	26,196	24,333	14,858	12,138	17,885	15,414	1,300	1,997	8,984	11,089		
2019M06	31,907	28,966	23,866	24,390	12,470	12,547	15,827	15,901	2,141	2,418	8,723	10,640		
2019M07	32,426	31,281	21,213	24,447	12,036	12,956	17,342	16,388	2,580	2,838	5,553	10,190		
2019M08	39,449	33,596	22,440	24,504	13,238	13,366	13,374	16,876	2,545	3,258	6,987	9,741		
2019M09	37,213	35,910	24,704	24,561	14,093	13,775	11,764	17,363	3,112	3,679	5,124	9,292		
2019M10	44,907	38,225	21,697	24,618	13,122	14,184	13,090	17,850	3,412	4,099	4,187	8,842	13,379	21,099
2019M11	31,074	40,540	20,420	24,675	9,362	14,593	15,650	18,337	4,556	4,519	4,300	8,393	26,783	21,594
2019M12	38,587	42,854	23,084	24,732	10,131	15,002	16,809	18,824	4,580	4,940	4,517	7,943	29,200	22,088
2020M01	46,085	45,169	27,356	24,790	16,062	15,411	17,464	19,312	3,375	5,360	4,105	7,494	31,444	22,583
2020M02	39,725	47,484	21,561	24,847	12,160	15,821	17,508	19,799	3,843	5,780	3,893	7,045	28,879	23,078
2020M03	50,280	49,799	25,904	24,904	17,799	16,230	18,832	20,286	6,123	6,201	4,549	6,595	32,099	23,573
2020M04	52,436	52,113	26,273	24,961	19,073	16,639	22,237	20,773	5,559	6,621	3,597	6,146	31,888	24,067
2020M05	43,653	54,428	31,934	25,018	14,277	17,048	21,800	21,260	7,697	7,041	1,998	5,697	31,016	24,562
2020M06	55,411	56,743	24,264	25,075	19,874	17,457	28,412	21,748	10,783	7,462	6,061	5,247	25,200	25,057
2020M07	57,411	59,057	28,723	25,132	22,246	17,867	33,839	22,235	6,550	7,882	8,344	4,798	37,600	25,552
2020M08	71,063	61,372	24,722	25,189	23,215	18,276	23,242	22,722	11,707	8,302	9,947	4,348	30,117	26,046
2020M09	69,072	63,687	23,236	25,247	15,943	18,685	19,317	23,209	6,560	8,723	11,290	3,899	28,397	26,541
2020M10	67,081	66,001	24,024	25,304	17,671	19,094	19,896	23,696	10,282	9,143	6,636	3,450	24,759	27,036

Anexo 2: Pronóstico Promedio Móvil dos y tres meses

Mes	800gr			300gr			300ml+esponja			170gr			900ml			900gr			120 gr		
	Demanda	Pronóstico		Demanda	Pronóstico		Demanda	Pronóstico		Demanda	Pronóstico		Demanda	Pronóstico		Demanda	Pronóstico		Demanda	Pronóstico	
		2 Meses	3 Meses		2 Meses	3 Meses		2 Meses	3 Meses		2 Meses	3 Meses		2 Meses	3 Meses		2 Meses	3 Meses		2 Meses	3 Meses
2019M01	17,828			26,367			10,412			14,736			2,020			20,619					
2019M02	20,047			25,236			14,064			15,626			1,815			15,642					
2019M03	22,312	18,938		23,062	25,802		10,140	12,238		17,052	15,181		1,845	1,918		20,625	18,131				
2019M04	21,925	21,180	20,062	27,203	24,149	24,888	13,313	12,102	11,539	17,086	16,339	15,805	1,663	1,830	1,893	14,022	18,134	18,962			
2019M05	27,431	22,119	21,428	26,196	25,133	25,167	14,858	11,727	12,506	17,885	17,069	16,588	1,300	1,754	1,774	8,984	17,324	16,763			
2019M06	31,907	24,678	23,889	23,866	26,700	25,487	12,470	14,086	12,770	15,827	17,486	17,341	2,141	1,482	1,603	8,723	11,503	14,544			
2019M07	32,426	29,669	27,088	21,213	25,031	25,755	12,036	13,664	13,547	17,342	16,856	16,933	2,580	1,721	1,701	5,553	8,854	10,576			
2019M08	39,449	32,167	30,588	22,440	22,540	23,758	13,238	12,253	13,121	13,374	16,585	17,018	2,545	2,361	2,007	6,987	7,138	7,753			
2019M09	37,213	35,938	34,594	24,704	21,827	22,506	14,093	12,637	12,581	11,764	15,358	15,514	3,112	2,563	2,422	5,124	6,270	7,088			
2019M10	44,907	38,331	36,363	21,697	23,572	22,786	13,122	13,666	13,122	13,090	12,569	14,160	3,412	2,829	2,746	4,187	6,056	5,888	13,379		
2019M11	31,074	41,060	40,523	20,420	23,201	22,947	9,362	13,608	13,484	15,650	12,427	12,743	4,556	3,262	3,023	4,300	4,656	5,433	26,783		
2019M12	38,587	37,991	37,731	23,084	21,059	22,274	10,131	11,242	12,192	16,809	14,370	13,501	4,580	3,984	3,693	4,517	4,244	4,537	29,200	20,081	
2020M01	46,085	34,831	38,189	27,356	21,752	21,734	16,062	9,747	10,872	17,464	16,230	15,183	3,375	4,568	4,183	4,105	4,409	4,335	31,444	27,992	23,121
2020M02	39,725	42,336	38,582	21,561	25,220	23,620	12,160	13,097	11,852	17,508	17,137	16,641	3,843	3,978	4,170	3,893	4,311	4,307	28,879	30,322	29,142
2020M03	50,280	42,905	41,466	25,904	24,459	24,000	17,799	14,111	12,784	18,832	17,486	17,260	6,123	3,609	3,933	4,549	3,999	4,172	32,099	30,162	29,841
2020M04	52,436	45,003	45,363	26,273	23,733	24,940	19,073	14,980	15,340	22,237	18,170	17,935	5,559	4,983	4,447	3,597	4,221	4,182	31,888	30,489	30,807
2020M05	43,653	51,358	47,480	31,934	26,089	24,579	14,277	18,436	16,344	21,800	20,535	19,526	7,697	5,841	5,175	1,998	4,073	4,013	31,016	31,994	30,955
2020M06	55,411	48,045	48,790	24,264	29,104	28,037	19,874	16,675	17,050	28,412	22,019	20,956	10,783	6,628	6,460	6,061	2,798	3,381	25,200	31,452	31,668
2020M07	57,411	49,532	50,500	28,723	28,099	27,490	22,246	17,076	17,741	33,839	25,106	24,150	6,550	9,240	8,013	8,344	4,030	3,885	37,600	28,108	29,368
2020M08	71,063	56,411	52,158	24,722	26,494	28,307	23,215	21,060	18,799	23,242	31,126	28,017	11,707	8,667	8,343	9,947	7,203	5,468	30,117	31,400	31,272
2020M09	69,072	64,237	61,295	23,236	26,723	25,903	15,943	22,731	21,778	19,317	28,541	28,498	6,560	9,129	9,680	11,290	9,146	8,117	28,397	33,859	30,972
2020M10	67,081	70,068	65,849	24,024	23,979	25,560	17,671	19,579	20,468	19,896	21,280	25,466	10,282	9,134	8,272	6,636	10,619	9,860	24,759	29,257	32,038

Anexo 4: Suavización Exponencial

Mes	800gr		300gr		300ml+esponja		170gr		900ml		900gr		120 gr	
	Demanda	$\alpha=0.7$	Demanda	$\alpha=0.1$	Demanda	$\alpha=0.8$	Demanda	$\alpha=0.8$	Demanda	$\alpha=0.9$	Demanda	$\alpha=0.9$	Demanda	$\alpha=0.9$
2019M01	17,828	17,828	26,367	26,367	10,412	10,412	14,736	14,736	2,020	2,020	20,619	20,619		
2019M02	20,047	17,828	25,236	26,367	14,064	10,412	15,626	14,736	1,815	2,020	15,642	20,619		
2019M03	22,312	19,381	23,062	26,254	10,140	13,334	17,052	15,448	1,845	1,836	20,625	16,140		
2019M04	21,925	21,433	27,203	25,935	13,313	10,779	17,086	16,731	1,663	1,844	14,022	20,176		
2019M05	27,431	21,777	26,196	26,062	14,858	12,806	17,885	17,015	1,300	1,681	8,984	14,637		
2019M06	31,907	25,735	23,866	26,075	12,470	14,448	15,827	17,711	2,141	1,338	8,723	9,549		
2019M07	32,426	30,055	21,213	25,854	12,036	12,866	17,342	16,204	2,580	2,061	5,553	8,806		
2019M08	39,449	31,715	22,440	25,390	13,238	12,202	13,374	17,114	2,545	2,528	6,987	5,878		
2019M09	37,213	37,129	24,704	25,095	14,093	13,031	11,764	14,122	3,112	2,543	5,124	6,876		
2019M10	44,907	37,188	21,697	25,056	13,122	13,881	13,090	12,236	3,412	3,055	4,187	5,299	13,379	13,379
2019M11	31,074	42,591	20,420	24,720	9,362	13,274	15,650	12,919	4,556	3,376	4,300	4,298	26,783	13,379
2019M12	38,587	34,529	23,084	24,290	10,131	10,144	16,809	15,104	4,580	4,438	4,517	4,300	29,200	25,443
2020M01	46,085	37,370	27,356	24,169	16,062	10,134	17,464	16,468	3,375	4,566	4,105	4,495	31,444	28,824
2020M02	39,725	43,470	21,561	24,488	12,160	14,876	17,508	17,265	3,843	3,494	3,893	4,144	28,879	31,182
2020M03	50,280	40,849	25,904	24,195	17,799	12,703	18,832	17,459	6,123	3,808	4,549	3,918	32,099	29,109
2020M04	52,436	47,451	26,273	24,366	19,073	16,780	22,237	18,557	5,559	5,892	3,597	4,486	31,888	31,800
2020M05	43,653	50,940	31,934	24,557	14,277	18,614	21,800	21,501	7,697	5,592	1,998	3,686	31,016	31,879
2020M06	55,411	45,839	24,264	25,295	19,874	15,144	28,412	21,740	10,783	7,487	6,061	2,167	25,200	31,102
2020M07	57,411	52,539	28,723	25,192	22,246	18,928	33,839	27,078	6,550	10,453	8,344	5,672	37,600	25,790
2020M08	71,063	55,950	24,722	25,545	23,215	21,582	23,242	32,487	11,707	6,940	9,947	8,077	30,117	36,419
2020M09	69,072	66,529	23,236	25,462	15,943	22,888	19,317	25,091	6,560	11,230	11,290	9,760	28,397	30,747
2020M10	67,081	68,309	24,024	25,240	17,671	17,332	19,896	20,472	10,282	7,027	6,636	11,137	24,759	28,632

Anexo 5: Suavización Exponencial alpha 0.7 y beta 0.2

Mes	800gr		300gr		300ml+esponja		170gr		900ml		900gr		120 gr	
	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico	Demanda	Pronóstico
2019M01	17,828		26,367		10,412		14,736		2,020		20,619			
2019M02	20,047	20,459	25,236	24,228	14,064	16,268	15,626	15,325	1,815	1,753	15,642	17,344		
2019M03	22,312	20,124	23,062	24,339	10,140	15,395	17,052	15,729	1,845	1,797	20,625	15,061		
2019M04	21,925	21,907	27,203	24,201	13,313	13,313	17,086	17,500	1,663	1,832	14,022	22,528		
2019M05	27,431	21,923	26,196	24,529	14,858	13,314	17,885	16,947	1,300	1,715	8,984	11,114		
2019M06	31,907	26,409	23,866	24,712	12,470	13,927	15,827	18,203	2,141	1,426	8,723	8,257		
2019M07	32,426	30,887	21,213	24,621	12,036	13,350	17,342	15,025	2,580	1,926	5,553	8,883		
2019M08	39,449	32,141	22,440	24,250	13,238	12,830	13,374	18,126	2,545	2,383	6,987	4,415		
2019M09	37,213	38,093	24,704	24,054	14,093	12,993	11,764	11,770	3,112	2,497	5,124	7,867		
2019M10	44,907	37,377	21,697	24,126	13,122	13,430	13,090	11,763	3,412	2,927	4,187	4,187	13,379	0
2019M11	31,074	43,510	20,420	23,862	9,362	13,309	15,650	13,539	4,556	3,266	4,300	4,188	26,783	14,613
2019M12	38,587	33,384	23,084	23,487	10,131	11,745	16,809	16,364	4,580	4,167	4,517	4,339	29,200	27,905
2020M01	46,085	37,622	27,356	23,444	16,062	11,106	17,464	16,960	3,375	4,456	4,105	4,579	31,444	29,320
2020M02	39,725	44,515	21,561	23,872	12,160	13,072	17,508	17,635	3,843	3,703	3,893	3,944	28,879	31,641
2020M03	50,280	40,615	25,904	23,621	17,799	12,711	18,832	17,466	6,123	3,802	4,549	3,877	32,099	28,626
2020M04	52,436	48,487	26,273	23,871	19,073	14,729	22,237	19,294	5,559	5,422	3,597	4,780	31,888	32,420
2020M05	43,653	51,704	31,934	24,134	14,277	16,452	21,800	23,232	7,697	5,519	1,998	3,194	31,016	31,840
2020M06	55,411	45,149	24,264	24,986	19,874	15,591	28,412	21,317	10,783	7,039	6,061	1,590	25,200	30,941
2020M07	57,411	53,507	28,723	24,908	22,246	17,290	33,839	30,810	6,550	9,652	8,344	7,591	37,600	24,672
2020M08	71,063	56,687	24,722	25,325	23,215	19,256	23,242	34,863	11,707	7,489	9,947	8,603	30,117	38,792
2020M09	69,072	68,395	23,236	25,260	15,943	20,826	19,317	19,317	6,560	10,433	11,290	10,408	28,397	29,319
2020M10	67,081	68,947	24,024	25,041	17,671	18,891	19,896	19,318	10,282	7,732	6,636	11,593	24,759	28,313

Anexo 6: Programación Lineal Suavización Exponencial

Función Objetivo:		Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
Minimizar		MAPE	13.4%	9.7%	16.7%	12.1%	23.8%	28.9%	15.8%
Variables		α	0.85	0.16	0.19	1.00	0.72	1.00	1.00
Restricción		\geq	0						
		\leq	1						

Anexo 7: Cálculo del error de regresión lineal – 800gr

Función Objetivo:		Medida	800gr	300gr	300ml+esp	170gr	900ml	900gr	120gr
Minimizar		MAPE	12.9%	8.9%	17.9%	10.7%	23.4%	26.5%	15.4%
Variable 1		α	0.74	0.10	0.36	0.89	0.64	0.90	0.99
Variable 2		β	0.10	0.09	0.10	0.50	0.10	0.50	0.10
Restricciones		\geq	0						
		\leq	1						

Anexo 8: Cálculo del error de regresión lineal – 800gr

Mes	Demanda	Pronóstico	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	17,828	17,393	435.3	435.3	20.9	2.4%
2019M02	20,047	19,707	339.6	339.6	18.4	1.7%
2019M03	22,312	22,022	289.9	289.9	17.0	1.3%
2019M04	21,925	24,337	-2,411.8	2,411.8	49.1	11.0%
2019M05	27,431	26,652	779.5	779.5	27.9	2.8%
2019M06	31,907	28,966	2,940.8	2,940.8	54.2	9.2%
2019M07	32,426	31,281	1,145.1	1,145.1	33.8	3.5%
2019M08	39,449	33,596	5,853.4	5,853.4	76.5	14.8%
2019M09	37,213	35,910	1,302.7	1,302.7	36.1	3.5%
2019M10	44,907	38,225	6,682.0	6,682.0	81.7	14.9%
2019M11	31,074	40,540	-9,465.7	9,465.7	97.3	30.5%
2019M12	38,587	42,854	-4,267.4	4,267.4	65.3	11.1%
2020M01	46,085	45,169	915.9	915.9	30.3	2.0%
2020M02	39,725	47,484	-7,758.8	7,758.8	88.1	19.5%
2020M03	50,280	49,799	481.5	481.5	21.9	1.0%
2020M04	52,436	52,113	322.8	322.8	18.0	0.6%
2020M05	43,653	54,428	-10,774.9	10,774.9	103.8	24.7%
2020M06	55,411	56,743	-1,331.6	1,331.6	36.5	2.4%
2020M07	57,411	59,057	-1,646.3	1,646.3	40.6	2.9%
2020M08	71,063	61,372	9,691.0	9,691.0	98.4	13.6%
2020M09	69,072	63,687	5,385.3	5,385.3	73.4	7.8%
2020M10	67,081	66,001	1,079.6	1,079.6	32.9	1.6%
Total			-12	75,301	1,122	183%

Anexo 9: Cálculo del error de regresión lineal – 300gr

Mes	Demanda	Pronóstico	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	26,367	24,104	2,262.9	2,262.9	47.6	8.6%
2019M02	25,236	24,161	1,074.8	1,074.8	32.8	4.3%
2019M03	23,062	24,218	-1,156.4	1,156.4	34.0	5.0%
2019M04	27,203	24,275	2,927.5	2,927.5	54.1	10.8%
2019M05	26,196	24,333	1,863.4	1,863.4	43.2	7.1%
2019M06	23,866	24,390	-523.7	523.7	22.9	2.2%
2019M07	21,213	24,447	-3,233.9	3,233.9	56.9	15.2%
2019M08	22,440	24,504	-2,064.0	2,064.0	45.4	9.2%
2019M09	24,704	24,561	142.9	142.9	12.0	0.6%
2019M10	21,697	24,618	-2,921.2	2,921.2	54.0	13.5%
2019M11	20,420	24,675	-4,255.3	4,255.3	65.2	20.8%
2019M12	23,084	24,732	-1,648.5	1,648.5	40.6	7.1%
2020M01	27,356	24,790	2,566.4	2,566.4	50.7	9.4%
2020M02	21,561	24,847	-3,285.7	3,285.7	57.3	15.2%
2020M03	25,904	24,904	1,000.2	1,000.2	31.6	3.9%
2020M04	26,273	24,961	1,312.0	1,312.0	36.2	5.0%
2020M05	31,934	25,018	6,915.9	6,915.9	83.2	21.7%
2020M06	24,264	25,075	-811.2	811.2	28.5	3.3%
2020M07	28,723	25,132	3,590.7	3,590.7	59.9	12.5%
2020M08	24,722	25,189	-467.4	467.4	21.6	1.9%
2020M09	23,236	25,247	-2,010.6	2,010.6	44.8	8.7%
2020M10	24,024	25,304	-1,279.7	1,279.7	35.8	5.3%
Total			-1	47,314	958	191%

Anexo 10: Cálculo del error de regresión lineal – 300ml+esponja

Mes	Demanda	Pronóstico	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	10,412	10,501	-89.2	89.2	9.4	0.9%
2019M02	14,064	10,910	3,153.6	3,153.6	56.2	22.4%
2019M03	10,140	11,320	-1,179.6	1,179.6	34.3	11.6%
2019M04	13,313	11,729	1,584.2	1,584.2	39.8	11.9%
2019M05	14,858	12,138	2,720.1	2,720.1	52.2	18.3%
2019M06	12,470	12,547	-77.1	77.1	8.8	0.6%
2019M07	12,036	12,956	-920.3	920.3	30.3	7.6%
2019M08	13,238	13,366	-127.5	127.5	11.3	1.0%
2019M09	14,093	13,775	318.3	318.3	17.8	2.3%
2019M10	13,122	14,184	-1,061.9	1,061.9	32.6	8.1%
2019M11	9,362	14,593	-5,231.1	5,231.1	72.3	55.9%
2019M12	10,131	15,002	-4,871.3	4,871.3	69.8	48.1%
2020M01	16,062	15,411	650.5	650.5	25.5	4.1%
2020M02	12,160	15,821	-3,660.7	3,660.7	60.5	30.1%
2020M03	17,799	16,230	1,569.2	1,569.2	39.6	8.8%
2020M04	19,073	16,639	2,434.0	2,434.0	49.3	12.8%
2020M05	14,277	17,048	-2,771.2	2,771.2	52.6	19.4%
2020M06	19,874	17,457	2,416.6	2,416.6	49.2	12.2%
2020M07	22,246	17,867	4,379.4	4,379.4	66.2	19.7%
2020M08	23,215	18,276	4,939.2	4,939.2	70.3	21.3%
2020M09	15,943	18,685	-2,742.0	2,742.0	52.4	17.2%
2020M10	17,671	19,094	-1,423.2	1,423.2	37.7	8.1%
Total			10	48,320	938	342%

Anexo 11: Cálculo del error de regresión lineal – 170gr

Mes	Demanda	Pronóstico	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	14,736	13,465	1,270.8	1,270.8	35.6	8.6%
2019M02	15,626	13,952	1,673.6	1,673.6	40.9	10.7%
2019M03	17,052	14,440	2,612.4	2,612.4	51.1	15.3%
2019M04	17,086	14,927	2,159.2	2,159.2	46.5	12.6%
2019M05	17,885	15,414	2,471.0	2,471.0	49.7	13.8%
2019M06	15,827	15,901	-74.2	74.2	8.6	0.5%
2019M07	17,342	16,388	953.6	953.6	30.9	5.5%
2019M08	13,374	16,876	-3,501.6	3,501.6	59.2	26.2%
2019M09	11,764	17,363	-5,598.8	5,598.8	74.8	47.6%
2019M10	13,090	17,850	-4,760.0	4,760.0	69.0	36.4%
2019M11	15,650	18,337	-2,687.2	2,687.2	51.8	17.2%
2019M12	16,809	18,824	-2,015.4	2,015.4	44.9	12.0%
2020M01	17,464	19,312	-1,847.6	1,847.6	43.0	10.6%
2020M02	17,508	19,799	-2,290.8	2,290.8	47.9	13.1%
2020M03	18,832	20,286	-1,454.0	1,454.0	38.1	7.7%
2020M04	22,237	20,773	1,463.8	1,463.8	38.3	6.6%
2020M05	21,800	21,260	539.6	539.6	23.2	2.5%
2020M06	28,412	21,748	6,664.4	6,664.4	81.6	23.5%
2020M07	33,839	22,235	11,604.2	11,604.2	107.7	34.3%
2020M08	23,242	22,722	520.0	520.0	22.8	2.2%
2020M09	19,317	23,209	-3,892.2	3,892.2	62.4	20.1%
2020M10	19,896	23,696	-3,800.4	3,800.4	61.6	19.1%
Total			10	63,855	1,090	346%

Anexo 12: Cálculo del error de regresión lineal – 900ml

Mes	Demanda	Pronóstico	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	2,020	316	1,704.2	1,704.2	41.3	84.4%
2019M02	1,815	736	1,078.9	1,078.9	32.8	59.4%
2019M03	1,845	1,157	688.5	688.5	26.2	37.3%
2019M04	1,663	1,577	86.1	86.1	9.3	5.2%
2019M05	1,300	1,997	-697.2	697.2	26.4	53.6%
2019M06	2,141	2,418	-276.6	276.6	16.6	12.9%
2019M07	2,580	2,838	-257.9	257.9	16.1	10.0%
2019M08	2,545	3,258	-713.3	713.3	26.7	28.0%
2019M09	3,112	3,679	-566.6	566.6	23.8	18.2%
2019M10	3,412	4,099	-687.0	687.0	26.2	20.1%
2019M11	4,556	4,519	36.7	36.7	6.1	0.8%
2019M12	4,580	4,940	-359.7	359.7	19.0	7.9%
2020M01	3,375	5,360	-1,985.0	1,985.0	44.6	58.8%
2020M02	3,843	5,780	-1,937.4	1,937.4	44.0	50.4%
2020M03	6,123	6,201	-77.7	77.7	8.8	1.3%
2020M04	5,559	6,621	-1,062.1	1,062.1	32.6	19.1%
2020M05	7,697	7,041	655.6	655.6	25.6	8.5%
2020M06	10,783	7,462	3,321.3	3,321.3	57.6	30.8%
2020M07	6,550	7,882	-1,332.1	1,332.1	36.5	20.3%
2020M08	11,707	8,302	3,404.6	3,404.6	58.3	29.1%
2020M09	6,560	8,723	-2,162.8	2,162.8	46.5	33.0%
2020M10	10,282	9,143	1,138.9	1,138.9	33.7	11.1%
Total			0	24,230	659	600%

Anexo 13: Cálculo del error de regresión lineal – 900gr

Mes	Demanda	Pronóstico	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	20,619	12,887	7,732.4	7,732.4	87.9	37.5%
2019M02	15,642	12,437	3,204.8	3,204.8	56.6	20.5%
2019M03	20,625	11,988	8,637.1	8,637.1	92.9	41.9%
2019M04	14,022	11,538	2,483.5	2,483.5	49.8	17.7%
2019M05	8,984	11,089	-2,105.1	2,105.1	45.9	23.4%
2019M06	8,723	10,640	-1,916.7	1,916.7	43.8	22.0%
2019M07	5,553	10,190	-4,637.3	4,637.3	68.1	83.5%
2019M08	6,987	9,741	-2,754.0	2,754.0	52.5	39.4%
2019M09	5,124	9,292	-4,167.6	4,167.6	64.6	81.3%
2019M10	4,187	8,842	-4,655.2	4,655.2	68.2	111.2%
2019M11	4,300	8,393	-4,092.8	4,092.8	64.0	95.2%
2019M12	4,517	7,943	-3,426.4	3,426.4	58.5	75.9%
2020M01	4,105	7,494	-3,389.1	3,389.1	58.2	82.6%
2020M02	3,893	7,045	-3,151.7	3,151.7	56.1	81.0%
2020M03	4,549	6,595	-2,046.3	2,046.3	45.2	45.0%
2020M04	3,597	6,146	-2,548.9	2,548.9	50.5	70.9%
2020M05	1,998	5,697	-3,698.5	3,698.5	60.8	185.1%
2020M06	6,061	5,247	813.8	813.8	28.5	13.4%
2020M07	8,344	4,798	3,546.2	3,546.2	59.6	42.5%
2020M08	9,947	4,348	5,598.6	5,598.6	74.8	56.3%
2020M09	11,290	3,899	7,391.0	7,391.0	86.0	65.5%
2020M10	6,636	3,450	3,186.4	3,186.4	56.4	48.0%
Total			4	85,183	1,329	1340%

Anexo 14: Cálculo del error de regresión lineal – 120gr

Mes	Demanda	Pronóstico	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01						
2019M02						
2019M03						
2019M04						
2019M05						
2019M06						
2019M07						
2019M08						
2019M09						
2019M10	13,379	21,099	-7,719.8	7,719.8	87.9	57.7%
2019M11	26,783	21,594	5,189.5	5,189.5	72.0	19.4%
2019M12	29,200	22,088	7,111.8	7,111.8	84.3	24.4%
2020M01	31,444	22,583	8,861.0	8,861.0	94.1	28.2%
2020M02	28,879	23,078	5,801.3	5,801.3	76.2	20.1%
2020M03	32,099	23,573	8,526.5	8,526.5	92.3	26.6%
2020M04	31,888	24,067	7,820.8	7,820.8	88.4	24.5%
2020M05	31,016	24,562	6,454.0	6,454.0	80.3	20.8%
2020M06	25,200	25,057	143.3	143.3	12.0	0.6%
2020M07	37,600	25,552	12,048.5	12,048.5	109.8	32.0%
2020M08	30,117	26,046	4,070.8	4,070.8	63.8	13.5%
2020M09	28,397	26,541	1,856.0	1,856.0	43.1	6.5%
2020M10	24,759	27,036	-2,276.8	2,276.8	47.7	9.2%
Total			57,887	77,880	952	283%

Anexo 15: Cálculo del error de promedio móvil lavavajilla 800gr

Mes	Demanda	Pronóstico		Medición Errores 2 Meses				Medición Errores 3 Meses			
		2 Meses	3 Meses	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
		2019M01	17,828								
2019M02	20,047										
2019M03	22,312	18,938		3,374.5	3,374.5	58.1	15.1%				
2019M04	21,925	21,180	20,062	745.5	745.5	27.3	3.4%	1,862.7	1,862.7	43.2	9.3%
2019M05	27,431	22,119	21,428	5,312.5	5,312.5	72.9	19.4%	6,003.0	6,003.0	77.5	28.0%
2019M06	31,907	24,678	23,889	7,229.0	7,229.0	85.0	22.7%	8,017.7	8,017.7	89.5	33.6%
2019M07	32,426	29,669	27,088	2,757.0	2,757.0	52.5	8.5%	5,338.3	5,338.3	73.1	19.7%
2019M08	39,449	32,167	30,588	7,282.5	7,282.5	85.3	18.5%	8,861.0	8,861.0	94.1	29.0%
2019M09	37,213	35,938	34,594	1,275.5	1,275.5	35.7	3.4%	2,619.0	2,619.0	51.2	7.6%
2019M10	44,907	38,331	36,363	6,576.0	6,576.0	81.1	14.6%	8,544.3	8,544.3	92.4	23.5%
2019M11	31,074	41,060	40,523	-9,986.0	9,986.0	99.9	32.1%	-9,449.0	9,449.0	97.2	23.3%
2019M12	38,587	37,991	37,731	596.5	596.5	24.4	1.5%	855.7	855.7	29.3	2.3%
2020M01	46,085	34,831	38,189	11,254.5	11,254.5	106.1	24.4%	7,895.7	7,895.7	88.9	20.7%
2020M02	39,725	42,336	38,582	-2,611.0	2,611.0	51.1	6.6%	1,143.0	1,143.0	33.8	3.0%
2020M03	50,280	42,905	41,466	7,375.0	7,375.0	85.9	14.7%	8,814.3	8,814.3	93.9	21.3%
2020M04	52,436	45,003	45,363	7,433.5	7,433.5	86.2	14.2%	7,072.7	7,072.7	84.1	15.6%
2020M05	43,653	51,358	47,480	-7,705.0	7,705.0	87.8	17.7%	-3,827.3	3,827.3	61.9	8.1%
2020M06	55,411	48,045	48,790	7,366.5	7,366.5	85.8	13.3%	6,621.3	6,621.3	81.4	13.6%
2020M07	57,411	49,532	50,500	7,879.0	7,879.0	88.8	13.7%	6,911.0	6,911.0	83.1	13.7%
2020M08	71,063	56,411	52,158	14,652.0	14,652.0	121.0	20.6%	18,904.7	18,904.7	137.5	36.2%
2020M09	69,072	64,237	61,295	4,835.0	4,835.0	69.5	7.0%	7,777.0	7,777.0	88.2	12.7%
2020M10	67,081	70,068	65,849	-2,986.5	2,986.5	54.6	4.5%	1,232.3	1,232.3	35.1	1.9%
Total				72,656	119,233	1,459	276%	95,197	121,750	1,435	323%

Anexo 16: Cálculo del error de promedio móvil lavavajilla 300gr

Mes	Demanda	Pronóstico		Medición Errores 2 Meses				Medición Errores 3 Meses			
		2 Meses	3 Meses	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
		2019M01	26,367								
2019M02	25,236										
2019M03	23,062	25,802		-2,739.5	2,739.5	52.3	11.9%				
2019M04	27,203	24,149	24,888	3,054.0	3,054.0	55.3	11.2%	2,314.7	2,314.7	48.1	9.3%
2019M05	26,196	25,133	25,167	1,063.5	1,063.5	32.6	4.1%	1,029.0	1,029.0	32.1	4.1%
2019M06	23,866	26,700	25,487	-2,833.5	2,833.5	53.2	11.9%	-1,621.0	1,621.0	40.3	6.4%
2019M07	21,213	25,031	25,755	-3,818.0	3,818.0	61.8	18.0%	-4,542.0	4,542.0	67.4	17.6%
2019M08	22,440	22,540	23,758	-99.5	99.5	10.0	0.4%	-1,318.3	1,318.3	36.3	5.5%
2019M09	24,704	21,827	22,506	2,877.5	2,877.5	53.6	11.6%	2,197.7	2,197.7	46.9	9.8%
2019M10	21,697	23,572	22,786	-1,875.0	1,875.0	43.3	8.6%	-1,088.7	1,088.7	33.0	4.8%
2019M11	20,420	23,201	22,947	-2,780.5	2,780.5	52.7	13.6%	-2,527.0	2,527.0	50.3	11.0%
2019M12	23,084	21,059	22,274	2,025.5	2,025.5	45.0	8.8%	810.3	810.3	28.5	3.6%
2020M01	27,356	21,752	21,734	5,604.0	5,604.0	74.9	20.5%	5,622.3	5,622.3	75.0	25.9%
2020M02	21,561	25,220	23,620	-3,659.0	3,659.0	60.5	17.0%	-2,059.0	2,059.0	45.4	8.7%
2020M03	25,904	24,459	24,000	1,445.5	1,445.5	38.0	5.6%	1,903.7	1,903.7	43.6	7.9%
2020M04	26,273	23,733	24,940	2,540.5	2,540.5	50.4	9.7%	1,332.7	1,332.7	36.5	5.3%
2020M05	31,934	26,089	24,579	5,845.5	5,845.5	76.5	18.3%	7,354.7	7,354.7	85.8	29.9%
2020M06	24,264	29,104	28,037	-4,839.5	4,839.5	69.6	19.9%	-3,773.0	3,773.0	61.4	13.5%
2020M07	28,723	28,099	27,490	624.0	624.0	25.0	2.2%	1,232.7	1,232.7	35.1	4.5%
2020M08	24,722	26,494	28,307	-1,771.5	1,771.5	42.1	7.2%	-3,585.0	3,585.0	59.9	12.7%
2020M09	23,236	26,723	25,903	-3,486.5	3,486.5	59.0	15.0%	-2,667.0	2,667.0	51.6	10.3%
2020M10	24,024	23,979	25,560	45.0	45.0	6.7	0.2%	-1,536.3	1,536.3	39.2	6.0%
Total				-2,778	53,028	963	216%	-920	48,515	916	197%

Anexo 17: Cálculo del error de promedio móvil lavavajilla 170gr

Mes	Demanda	Pronóstico		Medición Errores 2 Meses				Medición Errores 3 Meses			
		2 Meses	3 Meses	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	14,736										
2019M02	15,626										
2019M03	17,052	15,181		1,871.0	1,871.0	43.3	11.0%				
2019M04	17,086	16,339	15,805	747.0	747.0	27.3	4.4%	1,281.3	1,281.3	35.8	7.5%
2019M05	17,885	17,069	16,588	816.0	816.0	28.6	4.6%	1,297.0	1,297.0	36.0	7.3%
2019M06	15,827	17,486	17,341	-1,658.5	1,658.5	40.7	10.5%	-1,514.0	1,514.0	38.9	9.6%
2019M07	17,342	16,856	16,933	486.0	486.0	22.0	2.8%	409.3	409.3	20.2	2.4%
2019M08	13,374	16,585	17,018	-3,210.5	3,210.5	56.7	24.0%	-3,644.0	3,644.0	60.4	27.2%
2019M09	11,764	15,358	15,514	-3,594.0	3,594.0	59.9	30.6%	-3,750.3	3,750.3	61.2	31.9%
2019M10	13,090	12,569	14,160	521.0	521.0	22.8	4.0%	-1,070.0	1,070.0	32.7	8.2%
2019M11	15,650	12,427	12,743	3,223.0	3,223.0	56.8	20.6%	2,907.3	2,907.3	53.9	18.6%
2019M12	16,809	14,370	13,501	2,439.0	2,439.0	49.4	14.5%	3,307.7	3,307.7	57.5	19.7%
2020M01	17,464	16,230	15,183	1,234.5	1,234.5	35.1	7.1%	2,281.0	2,281.0	47.8	13.1%
2020M02	17,508	17,137	16,641	371.5	371.5	19.3	2.1%	867.0	867.0	29.4	5.0%
2020M03	18,832	17,486	17,260	1,346.0	1,346.0	36.7	7.1%	1,571.7	1,571.7	39.6	8.3%
2020M04	22,237	18,170	17,935	4,067.0	4,067.0	63.8	18.3%	4,302.3	4,302.3	65.6	19.3%
2020M05	21,800	20,535	19,526	1,265.5	1,265.5	35.6	5.8%	2,274.3	2,274.3	47.7	10.4%
2020M06	28,412	22,019	20,956	6,393.5	6,393.5	80.0	22.5%	7,455.7	7,455.7	86.3	26.2%
2020M07	33,839	25,106	24,150	8,733.0	8,733.0	93.5	25.8%	9,689.3	9,689.3	98.4	28.6%
2020M08	23,242	31,126	28,017	-7,883.5	7,883.5	88.8	33.9%	-4,775.0	4,775.0	69.1	20.5%
2020M09	19,317	28,541	28,498	-9,223.5	9,223.5	96.0	47.7%	-9,180.7	9,180.7	95.8	47.5%
2020M10	19,896	21,280	25,466	-1,383.5	1,383.5	37.2	7.0%	-5,570.0	5,570.0	74.6	28.0%
Total				6,561	60,468	993	30.4%	8,140	67,148	1,051	33.9%

Anexo 18: Cálculo del error de promedio móvil lavavajilla 300ml+esponja

Mes	Demanda	Pronóstico		Medición Errores 2 Meses				Medición Errores 3 Meses			
		2 Meses	3 Meses	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Percent Error	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	10,412										
2019M02	14,064										
2019M03	10,140	12,238		-2,098.0	2,098.0	45.8	20.7%				
2019M04	13,313	12,102	11,539	1,211.0	1,211.0	34.8	9.1%	1,774.3	1,774.3	42.1	15.4%
2019M05	14,858	11,727	12,506	3,131.5	3,131.5	56.0	21.1%	2,352.3	2,352.3	48.5	18.8%
2019M06	12,470	14,086	12,770	-1,615.5	1,615.5	40.2	13.0%	-300.3	300.3	17.3	2.4%
2019M07	12,036	13,664	13,547	-1,628.0	1,628.0	40.3	13.5%	-1,511.0	1,511.0	38.9	11.2%
2019M08	13,238	12,253	13,121	985.0	985.0	31.4	7.4%	116.7	116.7	10.8	0.9%
2019M09	14,093	12,637	12,581	1,456.0	1,456.0	38.2	10.3%	1,511.7	1,511.7	38.9	12.0%
2019M10	13,122	13,666	13,122	-543.5	543.5	23.3	4.1%	-0.3	0.3	0.6	0.0%
2019M11	9,362	13,608	13,484	-4,245.5	4,245.5	65.2	45.3%	-4,122.3	4,122.3	64.2	30.6%
2019M12	10,131	11,242	12,192	-1,111.0	1,111.0	33.3	11.0%	-2,061.3	2,061.3	45.4	16.9%
2020M01	16,062	9,747	10,872	6,315.5	6,315.5	79.5	39.3%	5,190.3	5,190.3	72.0	47.7%
2020M02	12,160	13,097	11,852	-936.5	936.5	30.6	7.7%	308.3	308.3	17.6	2.6%
2020M03	17,799	14,111	12,784	3,688.0	3,688.0	60.7	20.7%	5,014.7	5,014.7	70.8	39.2%
2020M04	19,073	14,980	15,340	4,093.5	4,093.5	64.0	21.5%	3,732.7	3,732.7	61.1	24.3%
2020M05	14,277	18,436	16,344	-4,159.0	4,159.0	64.5	29.1%	-2,067.0	2,067.0	45.5	12.6%
2020M06	19,874	16,675	17,050	3,199.0	3,199.0	56.6	16.1%	2,824.3	2,824.3	53.1	16.6%
2020M07	22,246	17,076	17,741	5,170.5	5,170.5	71.9	23.2%	4,504.7	4,504.7	67.1	25.4%
2020M08	23,215	21,060	18,799	2,155.0	2,155.0	46.4	9.3%	4,416.0	4,416.0	66.5	23.5%
2020M09	15,943	22,731	21,778	-6,787.5	6,787.5	82.4	42.6%	-5,835.3	5,835.3	76.4	26.8%
2020M10	17,671	19,579	20,468	-1,908.0	1,908.0	43.7	10.8%	-2,797.0	2,797.0	52.9	13.7%
Total				6,373	56,438	1,009	37.6%	13,051	50,441	890	34.1%

Anexo 19: Cálculo del error de promedio móvil lavavajilla 900ml

Mes	Demanda	Pronóstico		Medición Errores 2 Meses				Medición Errores 3 Meses			
		2 Meses	3 Meses	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	2,020										
2019M02	1,815										
2019M03	1,845	1,918		-72.5	72.5	8.5	3.9%				
2019M04	1,663	1,830	1,893	-167.0	167.0	12.9	10.0%	-230.3	230.3	15.2	13.9%
2019M05	1,300	1,754	1,774	-454.0	454.0	21.3	34.9%	-474.3	474.3	21.8	36.5%
2019M06	2,141	1,482	1,603	659.5	659.5	25.7	30.8%	538.3	538.3	23.2	25.1%
2019M07	2,580	1,721	1,701	859.5	859.5	29.3	33.3%	878.7	878.7	29.6	34.1%
2019M08	2,545	2,361	2,007	184.5	184.5	13.6	7.2%	538.0	538.0	23.2	21.1%
2019M09	3,112	2,563	2,422	549.5	549.5	23.4	17.7%	690.0	690.0	26.3	22.2%
2019M10	3,412	2,829	2,746	583.5	583.5	24.2	17.1%	666.3	666.3	25.8	19.5%
2019M11	4,556	3,262	3,023	1,294.0	1,294.0	36.0	28.4%	1,533.0	1,533.0	39.2	33.6%
2019M12	4,580	3,984	3,693	596.0	596.0	24.4	13.0%	886.7	886.7	29.8	19.4%
2020M01	3,375	4,568	4,183	-1,193.0	1,193.0	34.5	35.3%	-807.7	807.7	28.4	23.9%
2020M02	3,843	3,978	4,170	-134.5	134.5	11.6	3.5%	-327.3	327.3	18.1	8.5%
2020M03	6,123	3,609	3,933	2,514.0	2,514.0	50.1	41.1%	2,190.3	2,190.3	46.8	35.8%
2020M04	5,559	4,983	4,447	576.0	576.0	24.0	10.4%	1,112.0	1,112.0	33.3	20.0%
2020M05	7,697	5,841	5,175	1,856.0	1,856.0	43.1	24.1%	2,522.0	2,522.0	50.2	32.8%
2020M06	10,783	6,628	6,460	4,155.0	4,155.0	64.5	38.5%	4,323.3	4,323.3	65.8	40.1%
2020M07	6,550	9,240	8,013	-2,690.0	2,690.0	51.9	41.1%	-1,463.0	1,463.0	38.2	22.3%
2020M08	11,707	8,667	8,343	3,040.5	3,040.5	55.1	26.0%	3,363.7	3,363.7	58.0	28.7%
2020M09	6,560	9,129	9,680	-2,568.5	2,568.5	50.7	39.2%	-3,120.0	3,120.0	55.9	47.6%
2020M10	10,282	9,134	8,272	1,148.5	1,148.5	33.9	11.2%	2,009.7	2,009.7	44.8	19.5%
Total				10,737	25,296	639	467%	14,829	27,675	674	505%

Anexo 20: Cálculo del error de promedio móvil lavavajilla 900gr

Mes	Demanda	Pronóstico		Medición Errores 2 Meses				Medición Errores 3 Meses			
		2 Meses	3 Meses	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	20,619										
2019M02	15,642										
2019M03	20,625	18,131		2,494.5	2,494.5	49.9	12.1%				
2019M04	14,022	18,134	18,962	-4,111.5	4,111.5	64.1	29.3%	-4,940.0	4,940.0	70.3	26.1%
2019M05	8,984	17,324	16,763	-8,339.5	8,339.5	91.3	92.8%	-7,779.0	7,779.0	88.2	46.4%
2019M06	8,723	11,503	14,544	-2,780.0	2,780.0	52.7	31.9%	-5,820.7	5,820.7	76.3	40.0%
2019M07	5,553	8,854	10,576	-3,300.5	3,300.5	57.4	59.4%	-5,023.3	5,023.3	70.9	47.5%
2019M08	6,987	7,138	7,753	-151.0	151.0	12.3	2.2%	-766.3	766.3	27.7	9.9%
2019M09	5,124	6,270	7,088	-1,146.0	1,146.0	33.9	22.4%	-1,963.7	1,963.7	44.3	27.7%
2019M10	4,187	6,056	5,888	-1,868.5	1,868.5	43.2	44.6%	-1,701.0	1,701.0	41.2	28.9%
2019M11	4,300	4,656	5,433	-355.5	355.5	18.9	8.3%	-1,132.7	1,132.7	33.7	20.8%
2019M12	4,517	4,244	4,537	273.5	273.5	16.5	6.1%	-20.0	20.0	4.5	0.4%
2020M01	4,105	4,409	4,335	-303.5	303.5	17.4	7.4%	-229.7	229.7	15.2	5.3%
2020M02	3,893	4,311	4,307	-418.0	418.0	20.4	10.7%	-414.3	414.3	20.4	9.6%
2020M03	4,549	3,999	4,172	550.0	550.0	23.5	12.1%	377.3	377.3	19.4	9.0%
2020M04	3,597	4,221	4,182	-624.0	624.0	25.0	17.3%	-585.3	585.3	24.2	14.0%
2020M05	1,998	4,073	4,013	-2,075.0	2,075.0	45.6	103.9%	-2,015.0	2,015.0	44.9	50.2%
2020M06	6,061	2,798	3,381	3,263.5	3,263.5	57.1	53.8%	2,679.7	2,679.7	51.8	79.2%
2020M07	8,344	4,030	3,885	4,314.5	4,314.5	65.7	51.7%	4,458.7	4,458.7	66.8	114.8%
2020M08	9,947	7,203	5,468	2,744.5	2,744.5	52.4	27.6%	4,479.3	4,479.3	66.9	81.9%
2020M09	11,290	9,146	8,117	2,144.5	2,144.5	46.3	19.0%	3,172.7	3,172.7	56.3	39.1%
2020M10	6,636	10,619	9,860	-3,982.5	3,982.5	63.1	60.0%	-3,224.3	3,224.3	56.8	32.7%
Total				-13,671	45,241	857	673%	-20,448	50,783	880	684%

Anexo 21: Cálculo del error de promedio móvil lavavajilla 120gr

Mes	Demanda	Pronóstico		Medición Errores 2 Meses				Medición Errores 3 Meses			
		2 Meses	3 Meses	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error	Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
		2019M01									
2019M02											
2019M03											
2019M04											
2019M05											
2019M06											
2019M07											
2019M08											
2019M09											
2019M10	13,379										
2019M11	26,783										
2019M12	29,200	20,081		9,119.0	9,119.0	95.5	31.2%				
2020M01	31,444	27,992	23,121	3,452.5	3,452.5	58.8	11.0%	8,323.3	8,323.3	91.2	26.5%
2020M02	28,879	30,322	29,142	-1,443.0	1,443.0	38.0	5.0%	-263.3	263.3	16.2	0.9%
2020M03	32,099	30,162	29,841	1,937.5	1,937.5	44.0	6.0%	2,258.0	2,258.0	47.5	7.0%
2020M04	31,888	30,489	30,807	1,399.0	1,399.0	37.4	4.4%	1,080.7	1,080.7	32.9	3.4%
2020M05	31,016	31,994	30,955	-977.5	977.5	31.3	3.2%	60.7	60.7	7.8	0.2%
2020M06	25,200	31,452	31,668	-6,252.0	6,252.0	79.1	24.8%	-6,467.7	6,467.7	80.4	25.7%
2020M07	37,600	28,108	29,368	9,492.0	9,492.0	97.4	25.2%	8,232.0	8,232.0	90.7	21.9%
2020M08	30,117	31,400	31,272	-1,283.0	1,283.0	35.8	4.3%	-1,155.0	1,155.0	34.0	3.8%
2020M09	28,397	33,859	30,972	-5,461.5	5,461.5	73.9	19.2%	-2,575.3	2,575.3	50.7	9.1%
2020M10	24,759	29,257	32,038	-4,498.0	4,498.0	67.1	18.2%	-7,279.0	7,279.0	85.3	29.4%
			Total	5,485	45,315	658	152%	2,214	37,695	537	128%

Anexo 22: Cálculo del error de suavización exponencial lavavajilla 800gr

Mes	Demanda	$\alpha=0.7$	Medición Errores				
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error	
2019M01	17,828	17,828	0.0	0.0	0.0	0.0%	
2019M02	20,047	17,828	2,219.0	2,219.0	47.1	11.1%	
2019M03	22,312	19,381	2,930.7	2,930.7	54.1	13.1%	
2019M04	21,925	21,433	492.2	492.2	22.2	2.2%	
2019M05	27,431	21,777	5,653.7	5,653.7	75.2	20.6%	
2019M06	31,907	25,735	6,172.1	6,172.1	78.6	19.3%	
2019M07	32,426	30,055	2,370.6	2,370.6	48.7	7.3%	
2019M08	39,449	31,715	7,734.2	7,734.2	87.9	19.6%	
2019M09	37,213	37,129	84.3	84.3	9.2	0.2%	
2019M10	44,907	37,188	7,719.3	7,719.3	87.9	17.2%	
2019M11	31,074	42,591	-11,517.2	11,517.2	107.3	37.1%	
2019M12	38,587	34,529	4,057.8	4,057.8	63.7	10.5%	
2020M01	46,085	37,370	8,715.4	8,715.4	93.4	18.9%	
2020M02	39,725	43,470	-3,745.4	3,745.4	61.2	9.4%	
2020M03	50,280	40,849	9,431.4	9,431.4	97.1	18.8%	
2020M04	52,436	47,451	4,985.4	4,985.4	70.6	9.5%	
2020M05	43,653	50,940	-7,287.4	7,287.4	85.4	16.7%	
2020M06	55,411	45,839	9,571.8	9,571.8	97.8	17.3%	
2020M07	57,411	52,539	4,871.5	4,871.5	69.8	8.5%	
2020M08	71,063	55,950	15,113.5	15,113.5	122.9	21.3%	
2020M09	69,072	66,529	2,543.0	2,543.0	50.4	3.7%	
2020M10	67,081	68,309	-1,228.1	1,228.1	35.0	1.8%	
			Total	70,888	118,444	1,466	284%

Anexo 23: Cálculo del error de suavización exponencial lavavajilla 300gr

Mes	Demanda	$\alpha=0.1$	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	26,367	26,367	0.0	0.0	0.0	0.0%
2019M02	25,236	26,367	-1,131.0	1,131.0	33.6	4.5%
2019M03	23,062	26,254	-3,191.9	3,191.9	56.5	13.8%
2019M04	27,203	25,935	1,268.3	1,268.3	35.6	4.7%
2019M05	26,196	26,062	134.5	134.5	11.6	0.5%
2019M06	23,866	26,075	-2,209.0	2,209.0	47.0	9.3%
2019M07	21,213	25,854	-4,641.1	4,641.1	68.1	21.9%
2019M08	22,440	25,390	-2,950.0	2,950.0	54.3	13.1%
2019M09	24,704	25,095	-391.0	391.0	19.8	1.6%
2019M10	21,697	25,056	-3,358.9	3,358.9	58.0	15.5%
2019M11	20,420	24,720	-4,300.0	4,300.0	65.6	21.1%
2019M12	23,084	24,290	-1,206.0	1,206.0	34.7	5.2%
2020M01	27,356	24,169	3,186.6	3,186.6	56.5	11.6%
2020M02	21,561	24,488	-2,927.1	2,927.1	54.1	13.6%
2020M03	25,904	24,195	1,708.6	1,708.6	41.3	6.6%
2020M04	26,273	24,366	1,906.8	1,906.8	43.7	7.3%
2020M05	31,934	24,557	7,377.1	7,377.1	85.9	23.1%
2020M06	24,264	25,295	-1,030.6	1,030.6	32.1	4.2%
2020M07	28,723	25,192	3,531.5	3,531.5	59.4	12.3%
2020M08	24,722	25,545	-822.7	822.7	28.7	3.3%
2020M09	23,236	25,462	-2,226.4	2,226.4	47.2	9.6%
2020M10	24,024	25,240	-1,215.8	1,215.8	34.9	5.1%
Total			-12,488	50,715	969	208%

Anexo 24: Cálculo del error de suavización exponencial lavavajilla 300ml+esponja

Mes	Demanda	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	10,412	10,412	0.0	0.0	0.0	0.0%
2019M02	14,064	10,412	3,652.0	3,652.0	60.4	26.0%
2019M03	10,140	13,334	-3,193.6	3,193.6	56.5	31.5%
2019M04	13,313	10,779	2,534.3	2,534.3	50.3	19.0%
2019M05	14,858	12,806	2,051.9	2,051.9	45.3	13.8%
2019M06	12,470	14,448	-1,977.6	1,977.6	44.5	15.9%
2019M07	12,036	12,866	-829.5	829.5	28.8	6.9%
2019M08	13,238	12,202	1,036.1	1,036.1	32.2	7.8%
2019M09	14,093	13,031	1,062.2	1,062.2	32.6	7.5%
2019M10	13,122	13,881	-758.6	758.6	27.5	5.8%
2019M11	9,362	13,274	-3,911.7	3,911.7	62.5	41.8%
2019M12	10,131	10,144	-13.3	13.3	3.7	0.1%
2020M01	16,062	10,134	5,928.3	5,928.3	77.0	36.9%
2020M02	12,160	14,876	-2,716.3	2,716.3	52.1	22.3%
2020M03	17,799	12,703	5,095.7	5,095.7	71.4	28.6%
2020M04	19,073	16,780	2,293.1	2,293.1	47.9	12.0%
2020M05	14,277	18,614	-4,337.4	4,337.4	65.9	30.4%
2020M06	19,874	15,144	4,729.5	4,729.5	68.8	23.8%
2020M07	22,246	18,928	3,317.9	3,317.9	57.6	14.9%
2020M08	23,215	21,582	1,632.6	1,632.6	40.4	7.0%
2020M09	15,943	22,888	-6,945.5	6,945.5	83.3	43.6%
2020M10	17,671	17,332	338.9	338.9	18.4	1.9%
Total			8,989	58,356	1,027	398%

Anexo 25: Cálculo del error de suavización exponencial lavavajilla 170gr

Mes	Demanda	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	14,736	14,736	0.0	0.0	0.0	0.0%
2019M02	15,626	14,736	890.0	890.0	29.8	5.7%
2019M03	17,052	15,448	1,604.0	1,604.0	40.0	9.4%
2019M04	17,086	16,731	354.8	354.8	18.8	2.1%
2019M05	17,885	17,015	870.0	870.0	29.5	4.9%
2019M06	15,827	17,711	-1,884.0	1,884.0	43.4	11.9%
2019M07	17,342	16,204	1,138.2	1,138.2	33.7	6.6%
2019M08	13,374	17,114	-3,740.4	3,740.4	61.2	28.0%
2019M09	11,764	14,122	-2,358.1	2,358.1	48.6	20.0%
2019M10	13,090	12,236	854.4	854.4	29.2	6.5%
2019M11	15,650	12,919	2,730.9	2,730.9	52.3	17.4%
2019M12	16,809	15,104	1,705.2	1,705.2	41.3	10.1%
2020M01	17,464	16,468	996.0	996.0	31.6	5.7%
2020M02	17,508	17,265	243.2	243.2	15.6	1.4%
2020M03	18,832	17,459	1,372.6	1,372.6	37.0	7.3%
2020M04	22,237	18,557	3,679.5	3,679.5	60.7	16.5%
2020M05	21,800	21,501	298.9	298.9	17.3	1.4%
2020M06	28,412	21,740	6,671.8	6,671.8	81.7	23.5%
2020M07	33,839	27,078	6,761.4	6,761.4	82.2	20.0%
2020M08	23,242	32,487	-9,244.7	9,244.7	96.1	39.8%
2020M09	19,317	25,091	-5,773.9	5,773.9	76.0	29.9%
2020M10	19,896	20,472	-575.8	575.8	24.0	2.9%
		Total	6,594	53,748	950	271%

Anexo 26: Cálculo del error de suavización exponencial lavavajilla 900ml

Mes	Demanda	$\alpha=0.9$	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	2,020	2,020	0.0	0.0	0.0	0.0%
2019M02	1,815	2,020	-205.0	205.0	14.3	11.3%
2019M03	1,845	1,836	9.5	9.5	3.1	0.5%
2019M04	1,663	1,844	-181.1	181.1	13.5	10.9%
2019M05	1,300	1,681	-381.1	381.1	19.5	29.3%
2019M06	2,141	1,338	802.9	802.9	28.3	37.5%
2019M07	2,580	2,061	519.3	519.3	22.8	20.1%
2019M08	2,545	2,528	16.9	16.9	4.1	0.7%
2019M09	3,112	2,543	568.7	568.7	23.8	18.3%
2019M10	3,412	3,055	356.9	356.9	18.9	10.5%
2019M11	4,556	3,376	1,179.7	1,179.7	34.3	25.9%
2019M12	4,580	4,438	142.0	142.0	11.9	3.1%
2020M01	3,375	4,566	-1,190.8	1,190.8	34.5	35.3%
2020M02	3,843	3,494	348.9	348.9	18.7	9.1%
2020M03	6,123	3,808	2,314.9	2,314.9	48.1	37.8%
2020M04	5,559	5,892	-332.5	332.5	18.2	6.0%
2020M05	7,697	5,592	2,104.7	2,104.7	45.9	27.3%
2020M06	10,783	7,487	3,296.5	3,296.5	57.4	30.6%
2020M07	6,550	10,453	-3,903.4	3,903.4	62.5	59.6%
2020M08	11,707	6,940	4,766.7	4,766.7	69.0	40.7%
2020M09	6,560	11,230	-4,670.3	4,670.3	68.3	71.2%
2020M10	10,282	7,027	3,255.0	3,255.0	57.1	31.7%
		Total	8,818	30,547	674	517%

Anexo 27: Cálculo del error de suavización exponencial lavavajilla 900gr

Mes	Demanda	$\alpha=0.9$	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	20,619	20,619	0.0	0.0	0.0	0.0%
2019M02	15,642	20,619	-4,977.0	4,977.0	70.5	31.8%
2019M03	20,625	16,140	4,485.3	4,485.3	67.0	21.7%
2019M04	14,022	20,176	-6,154.5	6,154.5	78.5	43.9%
2019M05	8,984	14,637	-5,653.4	5,653.4	75.2	62.9%
2019M06	8,723	9,549	-826.3	826.3	28.7	9.5%
2019M07	5,553	8,806	-3,252.6	3,252.6	57.0	58.6%
2019M08	6,987	5,878	1,108.7	1,108.7	33.3	15.9%
2019M09	5,124	6,876	-1,752.1	1,752.1	41.9	34.2%
2019M10	4,187	5,299	-1,112.2	1,112.2	33.3	26.6%
2019M11	4,300	4,298	1.8	1.8	1.3	0.0%
2019M12	4,517	4,300	217.2	217.2	14.7	4.8%
2020M01	4,105	4,495	-390.3	390.3	19.8	9.5%
2020M02	3,893	4,144	-251.0	251.0	15.8	6.4%
2020M03	4,549	3,918	630.9	630.9	25.1	13.9%
2020M04	3,597	4,486	-888.9	888.9	29.8	24.7%
2020M05	1,998	3,686	-1,687.9	1,687.9	41.1	84.5%
2020M06	6,061	2,167	3,894.2	3,894.2	62.4	64.3%
2020M07	8,344	5,672	2,672.4	2,672.4	51.7	32.0%
2020M08	9,947	8,077	1,870.2	1,870.2	43.2	18.8%
2020M09	11,290	9,760	1,530.0	1,530.0	39.1	13.6%
2020M10	6,636	11,137	-4,501.0	4,501.0	67.1	67.8%
		Total	-15,037	47,858	897	645%

Anexo 28: Cálculo del error de suavización exponencial lavavajilla 120gr

Mes	Demanda	$\alpha=0.9$	Medición Errores			
			Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01						
2019M02						
2019M03						
2019M04						
2019M05						
2019M06						
2019M07						
2019M08						
2019M09						
2019M10	13,379	13,379				
2019M11	26,783	13,379	13,404.0	13,404.0	115.8	50.0%
2019M12	29,200	25,443	3,757.4	3,757.4	61.3	12.9%
2020M01	31,444	28,824	2,619.7	2,619.7	51.2	8.3%
2020M02	28,879	31,182	-2,303.0	2,303.0	48.0	8.0%
2020M03	32,099	29,109	2,989.7	2,989.7	54.7	9.3%
2020M04	31,888	31,800	88.0	88.0	9.4	0.3%
2020M05	31,016	31,879	-863.2	863.2	29.4	2.8%
2020M06	25,200	31,102	-5,902.3	5,902.3	76.8	23.4%
2020M07	37,600	25,790	11,809.8	11,809.8	108.7	31.4%
2020M08	30,117	36,419	-6,302.0	6,302.0	79.4	20.9%
2020M09	28,397	30,747	-2,350.2	2,350.2	48.5	8.3%
2020M10	24,759	28,632	-3,873.0	3,873.0	62.2	15.6%
		Total	13,075	56,262	745	191%

Anexo 29: Cálculo del error de suavización exponencial doble lavavajilla 800gr

Mes	Demanda	At	Tt	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
					Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	17,828	18,405	2,054					
2019M02	20,047	20,154	-30	20,459	-412.0	412.0	20.3	2.1%
2019M03	22,312	21,743	164	20,124	2,187.5	2,187.5	46.8	9.8%
2019M04	21,925	21,920	2	21,907	18.2	18.2	4.3	0.1%
2019M05	27,431	25,999	411	21,923	5,508.4	5,508.4	74.2	20.1%
2019M06	31,907	30,477	410	26,409	5,497.8	5,497.8	74.1	17.2%
2019M07	32,426	32,026	115	30,887	1,538.8	1,538.8	39.2	4.7%
2019M08	39,449	37,549	545	32,141	7,307.7	7,307.7	85.5	18.5%
2019M09	37,213	37,442	-64	38,093	-880.2	880.2	29.7	2.4%
2019M10	44,907	42,949	561	37,377	7,529.6	7,529.6	86.8	16.8%
2019M11	31,074	34,308	-924	43,510	-12,436.0	12,436.0	111.5	40.0%
2019M12	38,587	37,234	388	33,384	5,203.0	5,203.0	72.1	13.5%
2020M01	46,085	43,884	630	37,622	8,463.1	8,463.1	92.0	18.4%
2020M02	39,725	40,971	-355	44,515	-4,789.6	4,789.6	69.2	12.1%
2020M03	50,280	47,767	720	40,615	9,664.7	9,664.7	98.3	19.2%
2020M04	52,436	51,409	295	48,487	3,949.5	3,949.5	62.8	7.5%
2020M05	43,653	45,747	-598	51,704	-8,050.7	8,050.7	89.7	18.4%
2020M06	55,411	52,742	764	45,149	10,262.2	10,262.2	101.3	18.5%
2020M07	57,411	56,396	291	53,507	3,904.4	3,904.4	62.5	6.8%
2020M08	71,063	67,325	1,070	56,687	14,375.9	14,375.9	119.9	20.2%
2020M09	69,072	68,896	51	68,395	677.2	677.2	26.0	1.0%
2020M10	67,081	67,566	-138	68,947	-1,866.3	1,866.3	43.2	2.8%
Total					57,653	114,523	1,409	270%

Anexo 30: Cálculo del error de suavización exponencial doble lavavajilla 300gr

Mes	Demanda	At	Tt	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
					Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	26,367	25,349	-1,121					
2019M02	25,236	24,329	10	24,228	1,007.6	1,007.6	31.7	4.0%
2019M03	23,062	24,212	-11	24,339	-1,277.3	1,277.3	35.7	5.5%
2019M04	27,203	24,501	28	24,201	3,002.0	3,002.0	54.8	11.0%
2019M05	26,196	24,696	16	24,529	1,666.5	1,666.5	40.8	6.4%
2019M06	23,866	24,628	-7	24,712	-846.3	846.3	29.1	3.5%
2019M07	21,213	24,280	-30	24,621	-3,407.9	3,407.9	58.4	16.1%
2019M08	22,440	24,069	-15	24,250	-1,810.2	1,810.2	42.5	8.1%
2019M09	24,704	24,119	7	24,054	650.3	650.3	25.5	2.6%
2019M10	21,697	23,883	-21	24,126	-2,428.6	2,428.6	49.3	11.2%
2019M11	20,420	23,518	-30	23,862	-3,441.7	3,441.7	58.7	16.9%
2019M12	23,084	23,447	-3	23,487	-403.2	403.2	20.1	1.7%
2020M01	27,356	23,835	37	23,444	3,911.8	3,911.8	62.5	14.3%
2020M02	21,561	23,641	-20	23,872	-2,311.0	2,311.0	48.1	10.7%
2020M03	25,904	23,849	22	23,621	2,283.1	2,283.1	47.8	8.8%
2020M04	26,273	24,111	23	23,871	2,402.1	2,402.1	49.0	9.1%
2020M05	31,934	24,914	72	24,134	7,800.0	7,800.0	88.3	24.4%
2020M06	24,264	24,914	-6	24,986	-721.9	721.9	26.9	3.0%
2020M07	28,723	25,290	36	24,908	3,814.9	3,814.9	61.8	13.3%
2020M08	24,722	25,265	-4	25,325	-603.3	603.3	24.6	2.4%
2020M09	23,236	25,058	-17	25,260	-2,024.5	2,024.5	45.0	8.7%
2020M10	24,024	24,939	-8	25,041	-1,016.6	1,016.6	31.9	4.2%
Total					6,246	46,831	932	186%

Anexo 31: Cálculo del error de suavización exponencial doble lavavajilla 300ml+esponja

Mes	Demanda	At	Tt	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
					Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	10,412	12,742	3,526					
2019M02	14,064	15,470	-75	16,268	-2,204.2	2,204.2	46.9	15.7%
2019M03	10,140	13,493	-180	15,395	-5,255.4	5,255.4	72.5	51.8%
2019M04	13,313	13,313	1	13,313	0.0	0.0	0.0	0.0%
2019M05	14,858	13,873	54	13,314	1,544.0	1,544.0	39.3	10.4%
2019M06	12,470	13,400	-49	13,927	-1,457.1	1,457.1	38.2	11.7%
2019M07	12,036	12,875	-44	13,350	-1,314.5	1,314.5	36.3	10.9%
2019M08	13,238	12,978	15	12,830	407.6	407.6	20.2	3.1%
2019M09	14,093	13,391	39	12,993	1,100.0	1,100.0	33.2	7.8%
2019M10	13,122	13,319	-10	13,430	-308.1	308.1	17.6	2.3%
2019M11	9,362	11,880	-135	13,309	-3,946.9	3,946.9	62.8	42.2%
2019M12	10,131	11,161	-55	11,745	-1,614.2	1,614.2	40.2	15.9%
2020M01	16,062	12,900	172	11,106	4,955.7	4,955.7	70.4	30.9%
2020M02	12,160	12,742	-30	13,072	-911.9	911.9	30.2	7.5%
2020M03	17,799	14,553	177	12,711	5,087.6	5,087.6	71.3	28.6%
2020M04	19,073	16,301	151	14,729	4,343.7	4,343.7	65.9	22.8%
2020M05	14,277	15,665	-74	16,452	-2,175.3	2,175.3	46.6	15.2%
2020M06	19,874	17,141	149	15,591	4,283.1	4,283.1	65.4	21.6%
2020M07	22,246	19,084	172	17,290	4,956.1	4,956.1	70.4	22.3%
2020M08	23,215	20,689	138	19,256	3,959.4	3,959.4	62.9	17.1%
2020M09	15,943	19,059	-168	20,826	-4,883.2	4,883.2	69.9	30.6%
2020M10	17,671	18,450	-41	18,891	-1,220.4	1,220.4	34.9	6.9%
Total					5,346	55,928	995	375%

Anexo 32: Cálculo del error de suavización exponencial doble lavavajilla 170gr

Mes	Demanda	At	Tt	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
					Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	14,736	14,832	494					
2019M02	15,626	15,594	135	15,325	300.7	300.7	17.3	1.9%
2019M03	17,052	16,910	590	15,729	1,323.4	1,323.4	36.4	7.8%
2019M04	17,086	17,130	-183	17,500	-414.1	414.1	20.3	2.4%
2019M05	17,885	17,784	418	16,947	937.9	937.9	30.6	5.2%
2019M06	15,827	16,082	-1,057	18,203	-2,375.8	2,375.8	48.7	15.0%
2019M07	17,342	17,093	1,032	15,025	2,316.6	2,316.6	48.1	13.4%
2019M08	13,374	13,884	-2,114	18,126	-4,751.6	4,751.6	68.9	35.5%
2019M09	11,764	11,765	-2	11,770	-5.8	5.8	2.4	0.0%
2019M10	13,090	12,948	592	11,763	1,327.0	1,327.0	36.4	10.1%
2019M11	15,650	15,423	941	13,539	2,110.7	2,110.7	45.9	13.5%
2019M12	16,809	16,761	199	16,364	444.9	444.9	21.1	2.6%
2020M01	17,464	17,410	225	16,960	503.7	503.7	22.4	2.9%
2020M02	17,508	17,522	-56	17,635	-127.2	127.2	11.3	0.7%
2020M03	18,832	18,685	609	17,466	1,366.0	1,366.0	37.0	7.3%
2020M04	22,237	21,921	1,311	19,294	2,942.5	2,942.5	54.2	13.2%
2020M05	21,800	21,954	-636	23,232	-1,432.1	1,432.1	37.8	6.6%
2020M06	28,412	27,651	3,159	21,317	7,094.8	7,094.8	84.2	25.0%
2020M07	33,839	33,514	1,349	30,810	3,029.2	3,029.2	55.0	9.0%
2020M08	23,242	24,489	-5,172	34,863	-11,621.3	11,621.3	107.8	50.0%
2020M09	19,317	19,317	1	19,317	0.0	0.0	0.0	0.0%
2020M10	19,896	19,834	258	19,318	578.0	578.0	24.0	2.9%
Total					3,547	45,003	810	225%

Anexo 33: Cálculo del error de suavización exponencial doble lavavajilla 900ml

Mes	Demanda	At	Tt	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
					Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	2,020	1,945	-192					
2019M02	1,815	1,792	5	1,753	62.0	62.0	7.9	3.4%
2019M03	1,845	1,828	4	1,797	47.7	47.7	6.9	2.6%
2019M04	1,663	1,724	-9	1,832	-168.6	168.6	13.0	10.1%
2019M05	1,300	1,451	-25	1,715	-415.0	415.0	20.4	31.9%
2019M06	2,141	1,881	45	1,426	714.5	714.5	26.7	33.4%
2019M07	2,580	2,342	41	1,926	654.1	654.1	25.6	25.4%
2019M08	2,545	2,486	11	2,383	161.8	161.8	12.7	6.4%
2019M09	3,112	2,888	39	2,497	614.9	614.9	24.8	19.8%
2019M10	3,412	3,235	31	2,927	484.9	484.9	22.0	14.2%
2019M11	4,556	4,086	81	3,266	1,289.6	1,289.6	35.9	28.3%
2019M12	4,580	4,430	27	4,167	413.0	413.0	20.3	9.0%
2020M01	3,375	3,769	-66	4,456	-1,081.1	1,081.1	32.9	32.0%
2020M02	3,843	3,792	10	3,703	140.1	140.1	11.8	3.6%
2020M03	6,123	5,278	145	3,802	2,321.4	2,321.4	48.2	37.9%
2020M04	5,559	5,509	9	5,422	136.9	136.9	11.7	2.5%
2020M05	7,697	6,904	136	5,519	2,178.4	2,178.4	46.7	28.3%
2020M06	10,783	9,419	232	7,039	3,743.7	3,743.7	61.2	34.7%
2020M07	6,550	7,680	-191	9,652	-3,102.0	3,102.0	55.7	47.4%
2020M08	11,707	10,171	262	7,489	4,218.0	4,218.0	64.9	36.0%
2020M09	6,560	7,970	-238	10,433	-3,872.5	3,872.5	62.2	59.0%
2020M10	10,282	9,353	159	7,732	2,550.0	2,550.0	50.5	24.8%
Total					11,092	28,370	662	491%

Anexo 34: Cálculo del error de suavización exponencial doble lavavajilla 900gr

Mes	Demanda	At	Tt	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
					Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01	20,619	20,097	-2,753					
2019M02	15,642	15,820	-759	17,344	-1,701.7	1,701.7	41.3	10.9%
2019M03	20,625	20,042	2,487	15,061	5,563.9	5,563.9	74.6	27.0%
2019M04	14,022	14,914	-3,799	22,528	-8,506.4	8,506.4	92.2	60.7%
2019M05	8,984	9,207	-951	11,114	-2,130.5	2,130.5	46.2	23.7%
2019M06	8,723	8,674	209	8,257	466.5	466.5	21.6	5.3%
2019M07	5,553	5,902	-1,487	8,883	-3,330.5	3,330.5	57.7	60.0%
2019M08	6,987	6,717	1,150	4,415	2,571.8	2,571.8	50.7	36.8%
2019M09	5,124	5,412	-1,225	7,867	-2,743.3	2,743.3	52.4	53.5%
2019M10	4,187	4,187	1	4,187	0.0	0.0	0.0	0.0%
2019M11	4,300	4,288	51	4,188	112.0	112.0	10.6	2.6%
2019M12	4,517	4,498	80	4,339	177.7	177.7	13.3	3.9%
2020M01	4,105	4,155	-211	4,579	-473.8	473.8	21.8	11.5%
2020M02	3,893	3,898	-22	3,944	-51.0	51.0	7.1	1.3%
2020M03	4,549	4,478	301	3,877	672.4	672.4	25.9	14.8%
2020M04	3,597	3,721	-527	4,780	-1,182.9	1,182.9	34.4	32.9%
2020M05	1,998	2,123	-533	3,194	-1,195.5	1,195.5	34.6	59.8%
2020M06	6,061	5,592	1,998	1,590	4,470.8	4,470.8	66.9	73.8%
2020M07	8,344	8,265	338	7,591	753.4	753.4	27.4	9.0%
2020M08	9,947	9,806	602	8,603	1,344.4	1,344.4	36.7	13.5%
2020M09	11,290	11,197	395	10,408	882.3	882.3	29.7	7.8%
2020M10	6,636	7,156	-2,214	11,593	-4,956.7	4,956.7	70.4	74.7%
Total					-9,257	43,287	815	584%

Anexo 35: Cálculo del error de suavización exponencial doble lavavajilla 120gr

Mes	Demanda	At	Tt	$\alpha=0.8$	Medición Errores			
					Error	Error Abs	Error al Cuadrado	Abs Percent Error
2019M01								
2019M02								
2019M03								
2019M04								
2019M05								
2019M06								
2019M07								
2019M08								
2019M09								
2019M10	13,379	13,245	1,368	0				
2019M11	26,783	26,661	1,244	14,613	12,170.2	12,170.2	110.3	45.4%
2019M12	29,200	29,187	133	27,905	1,294.6	1,294.6	36.0	4.4%
2020M01	31,444	31,423	218	29,320	2,123.7	2,123.7	46.1	6.8%
2020M02	28,879	28,907	-281	31,641	-2,761.7	2,761.7	52.6	9.6%
2020M03	32,099	32,064	356	28,626	3,473.5	3,473.5	58.9	10.8%
2020M04	31,888	31,893	-53	32,420	-532.0	532.0	23.1	1.7%
2020M05	31,016	31,024	-83	31,840	-824.0	824.0	28.7	2.7%
2020M06	25,200	25,257	-585	30,941	-5,741.1	5,741.1	75.8	22.8%
2020M07	37,600	37,471	1,321	24,672	12,928.0	12,928.0	113.7	34.4%
2020M08	30,117	30,204	-885	38,792	-8,675.2	8,675.2	93.1	28.8%
2020M09	28,397	28,406	-93	29,319	-921.7	921.7	30.4	3.2%
2020M10	24,759	24,795	-362	28,313	-3,554.1	3,554.1	59.6	14.4%

