

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA (R, S) PARA
LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DE PRODUCTOS PERECEDEROS EN
UN RESTAURANTE CON DEMANDA VARIABLE Y TEMPORADAS
ESPECIALES**

Presentado por

MILENA CAICEDO CUERO

UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE PALMIRA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

PALMIRA

2015

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA (R, S) PARA
LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DE PRODUCTOS PERECEDEROS EN
UN RESTAURANTE CON DEMANDA VARIABLE Y TEMPORADAS
ESPECIALES**

Presentado por:

MILENA CAICEDO CUERO

Trabajo de grado

Director

Julio César Londoño

UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE PALMIRA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

PALMIRA

2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

La vida es un camino compuesto por escalones de diferentes tamaños, unos muy altos, bajitos, planos, angostos, anchos. Cada escalón representa el día a día y las oportunidades, obstáculos, aprendizajes que se deben asumir para llegar a lo más alto de la escalera, y llegar a la meta.

Por eso me alegray emociona entregarle a mi familia este gran logro personal, representado en el presente trabajo de grado, como un esfuerzo y compromiso de superación personal al convertirme después de años de dedicación en una gran profesional.

Quiero primero que todo dedicarle este trabajo de grado a mi familia, por darme la oportunidad, fortaleza, recursos y tiempo, ya que con su apoyo me dieron la herramienta para aportar a la sociedad mis conocimientos y seguir el aprendizaje de la vida.

Milena Caicedo Cuero

Palmira, 2015

TABLA DE CONTENIDO

1.INTRODUCCIÓN	1
2.JUSTIFICACIÓN	3
3.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4.OBJETIVOS.....	8
4.1OBJETIVO GENERAL	8
4.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
5.REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
6.METODOLOGÍA	14
6.1 ANÁLISIS Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	14
6.1.1Materias primas principales	14
6.1.2Ciclo de vida de las materias primas.....	17
6.1.3Proveedores y Tiempo de Entrega.....	18
6.1.4Costo de almacenar materia prima.	19
6.2 SISTEMA DE PRONÓSTICO	21
6.3 CONTROL DE INVENTARIO	41
7.ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60
8.CONCLUSIONES	65
BIBLIOGRAFÍA.....	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos de materias principales para la elaboración de los productos del Restaurante.....	15
Tabla 2. Consumo de energía asociado a los gastos de los congeladores.	20
Tabla 3. Demanda promedio de los productos principales que ofrece el Restaurante en el 2010.....	22
Tabla 4. Resultado de las medidas de dispersión de las demandas en unidades en los años 2010, 2011 y 2012 de los 13 platos principales del Restaurante	26
Tabla 5. Los sistemas de pronósticos y el patrón de demanda observada.....	28
Tabla 6 determinación de los valores de inicio y simulación del pronóstico Multiplicativo de Winters para el Sancocho	32
Tabla 7. Simulación del sistema de pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Camarón.....	39
Tabla 8. Resultados de indicadores de precisión del pronóstico Suavización Exponencial Doble con datos atípicos.....	40
Tabla 9 Resultados de indicadores de precisión del pronóstico Suavización Exponencial Doble reemplazando los datos atípicos por el promedio de la demanda.	40
Tabla 10 Datos del Restaurante utilizados en el modelo de control de inventarios (R,S)	48
Tabla 11 Resultados de las Ecuaciones 17, 21 Y 22. Aplicadas a los datos con demanda promedio del Restaurante.....	50
Tabla 12 Resultados de las Ecuaciones 17, 21 y 22. Aplicadas a los datos con demanda original incluyendo los datos atípicos del Restaurante.	50
Tabla 13 Resultado de la política de control de inventarios (R,S),reemplazando los datos atípicos de la demanda por el promedio.....	52
Tabla 14. Resultado de la política de control de inventarios (R,S), utilizando los datos de demanda con atípicos.....	52

Tabla 15 Resultado de la política de control de inventarios (R,S),reemplazando los datos atípicos de la demanda por el promedio, manejando un $R = 3$ días.....	54
Tabla 16 Datos iniciales del Sancocho.....	57
Tabla 17 Resultados de la política de control de inventarios (s,Q), aplicados al Sancocho.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Ejemplo del proceso de cadena de suministro.....	6
Figura 2. Datos diarios de la demanda del Sancocho en el primer semestre 2010.	24
Figura 3. Demanda y pronostico Multiplicativo de Winters para el Sancocho enero – junio 2010.	35
Figura 4. Demanda semanal de Camarón en los años 2010, 2011 y 2012.	36
Figura 5 simulación del pronóstico y la demanda promedio del Camarón en los años 2010, 2011 y 2012	38
Figura 4 Nivel de Inventario con el Sistema de Control del Inventario (R,S).	45
Figura 7. Gráfica de comparativa del comportamiento de la Demanda, el Pronóstico y el Inventario Máximo del Sancocho.	61
Figura 8. Gráfica de comparativa del comportamiento de la Demanda semanal, el Pronóstico y el Inventario Máximo del Camarón.....	62

Lista de Anexos

Anexo 1. Simulación de pronóstico Suavización Doble para Camarón con Datos atípico.....	68
Anexo 2. Simulación pronóstico Suavización Doble para Langostino con datos atípicos.....	69
Anexo 3. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Langostino con reemplazando el datos atípico por la demanda promedio.	70
Anexo 4. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para Mixtos con datos atípicos.....	71
Anexo 5. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para Mixtos reemplazando el datos atípico por la demanda promedio.....	72
Anexo 6. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para la Tilapia con datos atípicos.....	73
Anexo 7. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para la Tilapia reemplazando el datos atípico por la demanda promedio.....	74
Anexo 8. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Filete con datos atípicos.....	75
Anexo 9. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Filete reemplazando el datos atípico por la demanda promedio.....	76
Anexo 10. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para la Trucha con datos atípicos.....	77
Anexo 11. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Filete reemplazando el datos atípico por la demanda promedio.....	78

1. INTRODUCCIÓN

Se han discutido los problemas de inventario de productos perecederos extensamente en la literatura. Nahmias[1] en 1982 proporciona una revisión de la literatura de las políticas de inventarios perecederos entre los años 1960 y 1982.

La mayoría de los modelos de inventario asumen que el nivel de artículos puede ser almacenado indefinidamente para satisfacer las demandas futuras. Sin embargo, ciertos tipos de inventarios sufren cambios en el almacenamiento de modo que con el tiempo puede convertirse parcial o totalmente apto para el consumo. Por ejemplo, la lisis de las células rojas de la sangre hace sea inaceptable para la transfusión al haber transcurrido 21 días. Los productos frescos, carnes y otros alimentos no se pueden utilizar después de haber transcurrido un tiempo determinado. La película fotográfica y las drogas son otros ejemplos de artículos que tienen una vida útil limitada.[1]

Un problema que está estrechamente relacionado con la búsqueda de políticas para pedidos de bienes perecederos es el de la búsqueda de políticas de emisión adecuadas. El problema emisor, como se formuló originalmente por Derman y Klein [1958] es determinar una secuencia óptima para eliminar elementos de una reserva de un número finito de unidades de diferentes edades. Se supone que un elemento que se emite a la edad s tiene una "vida de campo" de $L(s)$, donde L es una función conocida. Un elemento se efectuará hasta que el elemento anterior emitido ha expirado, para que la vida de campo total de la reserva dependa de la secuencia en la que los elementos se quitan de la reserva. El enfoque general ha sido especificar las condiciones en L para el que la emisión de cualquiera de las unidades más antiguas salgan primero, basándose en un sistema FIFO (por

sus siglas en ingles First Input First Output), o las unidades más nuevas sean las primeros en salir, basándose en un sistema LIFO (por sus siglas en ingles Last Input First Output).[1]

Para el desarrollo de este trabajo, se propone establecer un sistema de pronóstico, y un sistema de control de inventarios de revisión periódica de artículos perecederos, con el fin de proporcionarle a la administradora una herramienta que le permita conocer los comportamientos de los productos que ofrece el Restaurante y disminuir los desbalanceo de inventarios.

Prácticamente en todo proceso de decisión en cualquier tipo de organización debe pronosticarse una o más variables de interés. En una empresa del sector productivo, por ejemplo, es fundamental pronosticar los requerimientos de materiales para producir los bienes que ella manufactura; en un sistema financiero internacional es básico predecir el comportamiento del flujo de dinero y las tasas de cambio; en un sistema de servicios, como un restaurante de comidas rápidas, es muy importante pronosticar la carga de trabajo para asignar el número de personas adecuado que atenderá a los clientes en cierto período; en una empresa que comercializa productos, o sea que compra a un número de proveedores y vende el mismo producto a una población de clientes, se hace necesario pronosticar la demanda que dichos clientes van a generar.[2]

En cualquier caso, el sistema de pronósticos es un elemento clave para el cumplimiento de los objetivos de la organización y para el mejoramiento de su competitividad, ya que de no tomar las decisiones correctas, se puede caer en extremos como el deficiente servicio al cliente, el exceso de inventarios o, peor aún, ambos factores en forma simultánea cuando se presenta el desbalanceo de los inventarios.[2]

2. JUSTIFICACIÓN

Cualquier producto que degrade su calidad con el tiempo se considera perecedero. Los productos perecederos deben ser manejados en forma cuidadosa pero eficiente, ya que necesitan llegar del productor al consumidor cuando aún estén en condiciones de uso. Cualquier empresa que negocia con productos perecederos necesita un método rentable para transportarlos, conservarlos y almacenarlos, es decir, tener un debido control de inventarios de estos productos antes de que se echen a perder.

El término productos perecederos abarca la fruta fresca, las verduras, la carne, los productos lácteos y los huevos. Estos artículos deben ser enviados en condiciones estrictamente controladas de temperatura y de almacenamiento. Los alimentos secos, enlatados o conservados de otro modo no se consideran perecederos y por lo tanto no requieren de condiciones de envío y manipulación tan estrictas. Estos se pueden almacenar durante largos periodos de tiempo y a temperaturas más altas ya que no hay riesgo de deterioro.

Según Vidal [2] un tema clave en el control de inventarios es el control de artículos perecederos, estacionales o “de moda”, ya que pueden llegar a un alto grado de obsolescencia en tiempos relativamente cortos.

La realización de este trabajo se justifica claramente por la importancia que tiene el control de productos perecederos, para empresas de servicios como son los restaurantes y todas las cadenas de abastecimiento de las materias primas perecederas. El adecuado control de inventarios de esta clase de productos permite reducir los niveles de obsolescencia que a su vez se

convierten en pérdidas monetarias para las empresas, debido a que por la naturaleza del producto no se puede reutilizar.

La propuesta de este trabajo de grado se basa en la aplicación de un modelo de control de inventario para productos perecederos, aplicando variables como costos, demandas, niveles de servicio, tiempos de entrega, y ciclo de vida de los productos. Además de utilizar técnicas para el predecir el comportamiento de la demanda variable y afectada por temporadas especiales. En definitiva el desarrollo de esta propuesta de trabajo de grado tiene como propósito generar una administración eficiente del inventario de materias primas de un Restaurante, para que tenga altos niveles de servicio al cliente y ser más competitivo en el mercado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

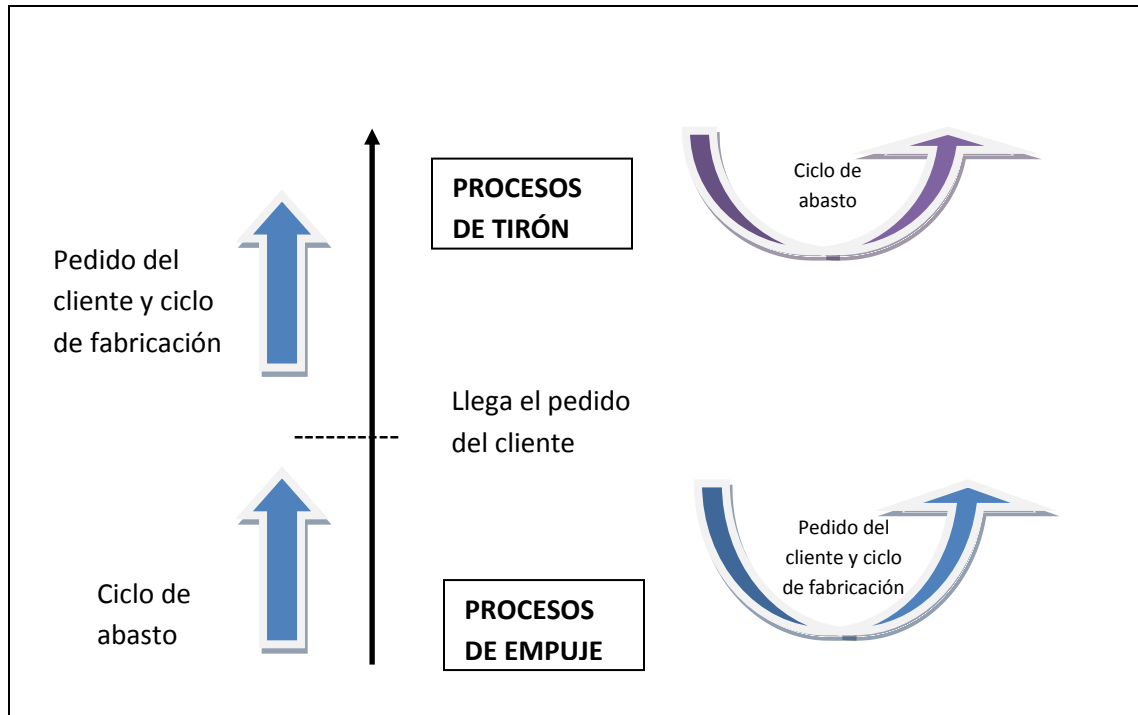
El Restaurante objeto de este trabajo de grado, se encuentra ubicado en la ciudad de Palmira, el cual ofrece el servicio de comida de mar a la carta por más de 15 años. El Restaurante presenta una variedad de productos en diferentes presentaciones y la materia prima requerida para la elaboración cambian en uno o dos de sus ingredientes adicionales, además que la materia prima utilizada es totalmente perecedera y la revisión de la misma, así como el tiempo de reposición de ésta materia prima es de manera semanal, a excepción de algunos pescados como es el Pargo y la Corvina el cual llega directamente de Buenaventura, y el abastecimiento depende del inventario del proveedor y su tiempo de reaprovisionamiento puede ser hasta de una semana.

Para entender el comportamiento que tiene la demanda del restaurante es importante ver su cadena de suministro entendiéndose esta como una secuencia de procesos y flujos que tienen lugar dentro y fuera de la empresa y entre diferentes etapas que se combinan para satisfacer las necesidades de los clientes. Todos los procesos de una cadena de suministro se clasifican dentro de una de dos categorías dependiendo del momento de su ejecución en relación con la demanda del consumidor final. Con los procesos de tirón (pull) la ejecución se inicia en respuesta a un pedido del cliente. Por tanto en los procesos de empuje (push), la ejecución se inicia en anticipación a los pedidos de los clientes.[3]

Una manera de ilustrar los procesos de cadena de suministro del restaurante en el cual se dividen en proceso de tirón y empuje se muestra la Figura 1, donde se observa como todos los procesos del ciclo del pedido del cliente y fabricación se clasifican como proceso de tirón (pull), ya que se inician con la llegada del cliente. Pero los procesos del ciclo de abasto (compra y

reposición de materia prima en el caso del Restaurante) se clasifican como proceso de empuje (push), ya que responden a un pronóstico de demanda del cliente

Figura 1 : Ejemplo del proceso de cadena de suministro



Fuente. Elaboración propia.

Debido a que el Restaurante ofrece una gran variedad de productos y es totalmente a la carta, la administradora no sabe qué se va a demandar en cada día, por tanto, el Restaurante realiza sus pedidos de materia prima de manera empírica, guiándose en lo que tenga almacenado en bodega. Por otro lado, la demanda del Restaurante es totalmente variable, es decir, hay temporadas o fechas especiales en que la demanda aumenta considerablemente como es el caso de semana santa, día del padre, día de la madre; pero el resto del año la demanda varía de una gran cantidad de clientes en el día a tener cinco o un sólo cliente en todo el día.

Por consiguiente, esta variabilidad de demanda genera situaciones incómodas y de mala imagen para el Restaurante, es decir, en ocasiones se presentan casos en el que el cliente tenga que irse totalmente disgustado, porque su pedido se demora más de lo esperado, debido a que en la cocina no se tengan todas las materias primas necesarias, y esto se presenta sobre todo cuando hay una alta demanda ese día. También está la situación en que se tenga que disponer a último momento de la materia prima comprada y tener que prepararla para que no se dañe, debido a que no se ha tenido mucha demanda esos días.

En conclusión, se observa que el restaurante presenta un problema de desbalance de materia prima, debido a no se sabe que se va a demandar en cada día y por tanto, no se sabe la cantidad a ordenar de materia prima; además la demanda es totalmente variable. En definitiva el objetivo de este trabajo de grado es intentar dar respuesta al siguiente interrogante:

¿Cuál debe ser la Política de Revisión Periódica (R,S) para el control de inventarios de materias primas críticas perecederas en un restaurante con demanda variable y afectada por temporadas especiales?

Sistematización:

- ¿Cómo es el funcionamiento actual del sistema?
- ¿Cómo es el comportamiento de la demanda y cómo se puede pronosticar?
- ¿Cómo funcionaría (costos, agotados) del restaurante bajo diferentes políticas de nivel de servicio

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer una política de Revisión Periódica (R,S) para el control de inventarios de materias primas críticas perecederas en un Restaurante con demanda variable y afectada por temporadas especiales.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el sistema actual para determinar su funcionamiento en relación a la gestión de inventarios de materias primas críticas perecederas.
- Establecer un sistema para pronosticarla.
- Evaluar el desempeño de la gestión de inventarios en el Restaurante bajo diferentes políticas de nivel de servicio

5. REVISIÓN DE LITERATURA

Un tema clave en el control de inventarios es el control de ítems perecederos, estacionales o “de moda”, ya que pueden llegar a un alto grado de obsolescencia en tiempos relativamente cortos. En otras palabras, suelen ser productos de muy corto ciclo de vida, como los teléfonos celulares, las calculadoras, los alimentos (materias primas de un restaurante) e incluso los computadores.[2]

A continuación se hace una breve reseña de investigaciones que han desarrollado diferentes autores sobre el control de inventarios de ítems perecederos.

En el año 2000, Eylem Tekin, Ülkü Gürler, y Emre Berk realizaron un estudio en el que investigaron el impacto de las modificaciones de reordenar el tamaño del lote con una política de control de alimentos perecederos, que basa las decisiones de reposición tanto en el nivel de inventario y el resto de vida útil de productos en stock. Ellos modificaron el punto de reordenar y la cantidad a ordenar de la política (Q, r) y, por lo tanto, se refieren a ella como la política (Q, R, T) . Además, debido al proceso de envejecimiento especificado, T corresponde directamente a un umbral de edad para reordenar, mientras que, r es un umbral de nivel de inventario para cambiar el orden en el sentido clásico. Compararon el rendimiento de la política sugerida a la de la política de tipo clásico (Q, R) a través de un estudio numérico en un amplio rango de parámetros del sistema. Sus hallazgos indican que la política basada en la edad es superior a la política de nivel de stock para los sistemas de inventarios perecederos movimiento lento con altos niveles de servicio.

B. Díaz Fernández, J. A. del Brio González, y B. González Torre en el año 2001, desarrollaron la modelización e implementación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS) para la gestión de productos perecederos, aplicado a la distribución interhospitalaria de hemoderivados, es decir, se aplicaron un modelo basado en la metodología de programación por metas a la gestión de envíos de sangre desde un Centro de Transfusiones (que actúa como unidad central de análisis) a todos los hospitales regionales. La distribución de sangre ya había sido abordada con anterioridad a través de modelos tradicionales de gestión de inventarios, presuponiendo tanto periodos fijos de vida útil del producto como periodos de vida exponenciales. En el cual se pretende aprovechar la flexibilidad de la programación por metas para optimizar los envíos considerando la trascendencia de que la demanda de sangre pueda exceder al nivel diario de donaciones.

Más adelante en el año 2003, Nahmias David Perry y Wolfgang Stadl[4] estudiaron el comportamiento de una cierta clase de sistemas de inventarios de artículos perecederos y demandas que llegan a veces al azar. El tiempo de vida útil de cada elemento es finito y determinista. Cada demanda es para un solo elemento y se satisface con el elemento más antiguo de la plataforma, si está disponible. Generalizando el trabajo anterior se supone que la entrada y/o las tasas de demanda dependen del valor actual del proceso de desactualización virtual básico (TAV). Para los diferentes modelos de este tipo se derivan de la distribución en estado estacionario de la VOT (tiempo de desactualización virtual) y el número de elementos en el estante.

Por otro lado, Vidal, 2009 y Jesús A Rodríguez[5], en el año 2009 desarrollaron un método heurístico de fácil implementación para el

control de inventarios de productos de corto ciclo de vida (SLCPs), durante su temporada de ventas. El método heurístico comprende un submodelo de un solo despacho al comienzo de la temporada de ventas y un submodelo que considera múltiples despachos a lo largo de dicha temporada. Ambos modelos trabajan bajo un ambiente de inventario manejado por el proveedor (VMI) dentro de una cadena de abastecimiento con una bodega y N detallistas, donde se busca minimizar el costo total relevante del sistema, compuestos por los costos de devoluciones, los costos de faltantes y los costos fijos de despacho. Estos últimos costos han sido escasamente considerados en la literatura para productos de corto ciclo de vida, en el modelo de múltiples entregas, se determina el tamaño de envío mediante una adaptación del conocido modelo de la cantidad económica de pedido (EOQ) el inventario de seguridad es determinado mediante la razón crítica del modelo del vendedor de periódicos. Con base en datos reales de ventas de una empresa productora de textos escolares, se compara el desempeño del método heurístico con la estrategia actual de despachos de la firma. En todos los casos de prueba el costo total relevante del método heurístico fue menos que el de la actual política de control de la compañía.

En el año 2009 Patrik y Tydesjö [6] desarrollaron un artículo sobre El control de inventario de ítems perecederos: duraciones fijas y de registro de nuevo, en el cual plantearon que ofertas de modelo con un solo producto y una acción de ubicación única con la demanda de Poisson. El plazo de entrega de reposición del proveedor externo es fijo. El tiempo de vida del producto, también se fija, y el envejecimiento se supone que comenzará cuando se realiza el pedido. Cuando la edad de una unidad ha alcanzado su vida útil, la unidad es inútil y, por tanto desechada del sistema. Se supone que la política de reposición de ser una orden-up-to S-política. La demanda que no puede ser satisfecha inmediatamente se trabaja bajo pedido. Se consideran tres

casos diferentes, donde las necesidades de servicios están representados por: (1) los costos de pedidos pendientes por unidad, (2) una restricción de nivel de servicio, (3) los costos de pedidos pendientes por unidad y la unidad de tiempo. Los casos 1 y 2 se resuelven exactamente, mientras que una aproximación es desarrollada para el caso 3. Se muestra cómo los resultados de un trabajo anterior suponiendo que la pérdida de ventas se pueden utilizar para resolver los problemas considerados. Nuestros resultados se comparan con los resultados en las políticas-un artículo relacionado teniendo en cuenta (Q, R) .

También ROSSI [7] en el 2010) realizó un estudio sobre la *“Revisión periódica para un artículo perecedero bajo demanda estocástica no estacionaria”* en el cual él plantea que si se considera que el examen periódico, la ubicación única de un solo producto, el problema de control de producción / inventario bajo restricciones de demanda y de nivel de servicio no estacionarias. El producto es perecedero y tiene una vida útil fija. Los costos incluyen costos de pedido fijos y costos de inventario. Para este sistema de inventario se discuten una serie de políticas de control que pueda adoptarse. Para una de estas políticas, se evalúa la calidad de un modelo de Programación con restricciones aproximada (CP) para el cálculo de cerca de parámetros de política óptimos.

En el mismo año Transchel[8] en el 2010 investigaron sobre La revisión periódico de control de inventario para productos perecederos bajo las restricciones de nivel de servicio, en donde plantean que una gestión de inventario de alimentos se enfrenta a grandes retos por demanda incierta, perecedero, y los requisitos de alto nivel de servicio al cliente. En este artículo se presentaron un método para determinar la cantidad de orden dinámico para productos perecederos, con vida útil limitada, tiempo de

espera positiva, emitir políticas FIFO o LIFO y múltiples restricciones de nivel de servicio. En un estudio numérico, se expuso la superioridad del método propuesto. Se demuestra que una política de orden constante puede proporcionar buenos resultados bajo demanda estacionaria, la vida útil corta, y el agotamiento del inventario LIFO.

Y por último en el año 2012, Karel H. Van Donselaar, Rob A.C.M. Broekmeulen, abordaron el tema del control de productos perecederos a través de derivar las aproximaciones para la cantidad esperada de desactualización (residuos) en un sistema de inventario con productos perecederos , revisión periódica, el tiempo de entrega positiva , tamaños paquete por caja fija y una política de retirada primeras en entrar , primera en salir . La demanda es discreta y estocástica. Demanda que no se cumple en el inventario a la mano se perderá. Las aproximaciones se pueden utilizar para evaluar cómo la cantidad de desactualización se puede reducir mediante el cambio de las existencias de seguridad y / o las características del producto y la demanda. En primer lugar, obtenemos aproximaciones en forma analítica y luego utilizar la regresión para mejorar estas aproximaciones. La aproximación final es muy rápido y funciona muy bien: la media y la desviación estándar del error de aproximación es igual a -0,01 % y 0,78 %. Por otra parte, la aproximación es aplicable en situaciones con ajustes de los parámetros que se encuentran con frecuencia en la práctica, y para el cual no hay otras aproximaciones se han derivado en la literatura antes.

6. METODOLOGÍA

La metodología que se desarrolló para el cumplimiento de los objetivos propuestos en este trabajo de grado, se compuso de tres fases o etapas, que permitieron que los objetivos propuestos se alcanzaran conduciendo a la formulación de una política de Revisión Periódica (R,S) para el control de inventarios de materias primas críticas perecederas en un Restaurante con demanda variable y afectada por temporadas especiales.

6.1 ANÁLISIS Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Para conocer cuál es el funcionamiento actual de Restaurante objeto de estudio, se realizó un levantamiento de información necesaria como los productos que ofrece, la demanda, los proveedores, el tiempo de respuesta, es decir, toda la información especificada en la fase I del marco metodológico que permita el cumplimiento del primer objetivo. Cabe resaltar que estos aspectos se obtuvieron a través de la información suministrada por la administradora del Restaurante tanto de manera física (registros de la demanda), como verbalmente, con el fin de conocer, los detalles de cómo se maneja el ciclo logístico dentro de esta organización, obteniendo así una visión amplia de la situación actual de la empresa.

6.1.1 Materias primas principales

El Restaurante objeto de estudio, es una empresa de servicios de comida de mar, el cual ofrece sus productos por más de 15 años. El Restaurante presenta una gran variedad de productos a la carta en

diferentes presentaciones y la materia prima requerida para su elaboración es totalmente perecedera.

Debido que el Restaurante ofrece alrededor de 50 productos, se procederá a clasificarlos en familias según la materia prima principal, realizando una descripción detallada de la cantidad de ingredientes necesarios en la preparación de un plato, como se ilustra en la Tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos de materias principales para la elaboración de los productos del Restaurante.

Plato	Materia Prima	unidad	Ingredientes	unidad	preparación (min)
Sancocho	Pescado Alguacil (presas)	50	Platano (unidad)	10	90
			Leche de coco (bolsa)	5	
			Maggi, ajo, aliños	5	
Cazuela Camarón	Camarón Tigre	15	Leche de coco (bolsa)	1	30
			Crema de Leche (cuchara)	3	
			Maggi, ajo, aliños	1	
Cazuela Langostino	Langostino	10	Leche de coco (bolsa)	1	30
			Crema de Leche (cuchara)	3	
			Maggi, ajo, aliños	1	
Cazuela Mixta	Camarón Tigre	8	Leche de coco (bolsa)	1	40
	Calamar (lomito)	6	Crema de Leche (cuchara)	3	
	Corvina (lomito)	4	Maggi, ajo, aliños	1	
	Pulpo (lomito)	6			
Arroz Camarón	Camarón Tigre	15	Tomate	1	30
	Arroz (tazón)	1	Cebolla	1	
			Maggi, ajo, aliños	1	
Arroz Langostino	Langostino	10	Tomate	1	30
	Arroz (tazón)	1	Cebolla	1	
			Maggi, ajo, aliños	1	
Arroz Marinera	Camarón Tigre	8	Tomate	1	40
	Toyo (lomito)	4	Cebolla	1	
	Corvina (lomito)	4	Maggi, ajo, aliños	1	
	Arroz (tazón)	1			

Fuente. Elaboración propia

Continuación de la Tabla1

Tabla 1. Requerimiento de materias primas utilizadas para la elaboración de los platos principales que ofrece el Restaurante objeto de estudio.

Plato	Materia Prima	unidad	Ingredientes	unidad	preparación (min)
Guisado Camarón	Camarón Titi	20	Cebolla	1	30
			Tomate	1	
			Maggi, ajo, aliños	1	
			Leche de coco (bolsa)	1	
Guisado Combinado	Camarón Titi	12	Cebolla	1	40
	Piangúa (cucharada)	4	Tomate	1	
	Toyo (lomitos)	4	Maggi, ajo, aliños	1	
			Leche de coco (bolsa)	1	
Ceviche Camarón	Camarón Tigre	15	Cebolla	1	20
			Limón	4	
			Salsa Tomate (cuchara)	5	
			Salsa Negra (cuchara)	2	
			Rón (copa pequeña)	1	
Tilapia	Pescado Tilapia Roja	1			30
Filetes	Pescado Merluza	1			30
Trucha	Pescado Trucha	1			30

Fuente: Elaboración Fuente Propia. Los datos provienen del funcionamiento del Restaurante

Sin embargo se puede ver en el Tabla 1, que algunos platos requieren la misma materia prima principal, como es el caso de la Cazuela Mixta y el Arroz Mixto, en lo único que difieren es en la cantidad exacta del producto perecedero.

Es importante también resaltar que de los platos ofrecidos por el Restaurante el Sancocho es el producto que más se vende, y es el único que no es a la carta, pues ya está previamente cocinado con anticipación, esto genera un tiempo de duración mucho más corto que el resto de los platos, debido a algunos ingredientes utilizados para su

preparación como es la leche de coco, ocasionando que se reduzca el ciclo de vida del producto aproximadamente a doce horas.

Debido, a que no se tiene estandarizado la cantidad de Sancocho que se va a preparar el día, el Restaurante corre con el riesgo que no se demanda totalmente el producto; por ende, todos los días entre las cuatro y cinco de la tarde, la administradora regala el resto de Sancocho que no se consumió, a personas con bajos recursos económicos y sociales conocidos comúnmente como “indigentes”.

El Sancocho no tiene un valor económico de salvamento, y su pérdida económica se presenta cuando ocurra excedente del producto, debido a que no se puede retornar por salubridad y calidad de servicio. Por tal motivo la administradora el Restaurante realiza un control diario de la materia prima, en este caso el pescado Alguacil, teniendo los volúmenes de venta diaria del Sancocho.

6.1.2 Ciclo de vida de las materias primas

El ciclo de vida de cada una de las materias primas utilizadas en el Restaurante es similar, debido que la mayoría son alimentos perecederos y además las técnicas de conservación para extender su duración son también similares. Cuando llega la materia prima fresca al Restaurante, lo primero que hacen es lavarla, posteriormente marinarla, es decir, bañarla en una mezcla licuada de cilantro, cimarrón, ajo, sal, tomillo, cebolla, pimienta; y por último se procede a llevarla a los congeladores. Este sistema de adobo se aplica especialmente a los pescados como es el Pargo, Tilapia, Corvina, Filete, y Trucha. El ciclo de vida de los pescados es aproximadamente de 3 a 5 días si se encuentran en estado de refrigeración, pero si se congelan duran aproximadamente de 28 a 60 días. En el caso de los

mariscos como los Camarones, Langostinos, Calamar, Piangua, no se adoban pero si se llevan a los congeladores. El ciclo de vida de los mariscos es aproximadamente de 40 a 60 días. Las demás materias primas e insumos como el Arroz, Condimentos (Ajo, Comino, Maggi) tienen mayor ciclo de perecibilidad aproximadamente de ocho meses a un año.

6.1.3 Proveedores y Tiempo de Entrega

Uno de los elementos de suma importancia dentro de la cadena de abastecimiento de cualquier organización son los Proveedores, pues son una pieza clave para la elaboración del bien o prestación del servicio y por ende se debe mantener una excelente relación con el proveedor que beneficié tanto a la empresa como a ellos.

Cabe resaltar, que durante los 15 años el Restaurante ha mantenido excelentes relaciones con sus proveedores, de tal manera que en fechas especiales como Semana Santa, el precio de algunas materias primas como el pescado es fijo y diferente a como se cobra en el mercado. Además, la mayoría de las materias primas a excepción del Pargo y la Corvina, se manejan con el mismo proveedor, el cual se encuentra ubicado en la ciudad de Palmira y a 10 minutos de distancia del Restaurante.

El proceso de ordenar la materia prima es el siguiente, la jefe de cocina del Restaurante se encarga de revisarla diariamente, y al final de la semana le informa a la administradora cuánto hay de materia prima, y así todos los viernes la administradora realiza el pedido telefónicamente y en ocasiones personalmente a los diferentes proveedores; el tiempo en que se toma la orden y llega el pedido al

Restaurante es aproximadamente de un día, es decir, si se pide la materia prima el día viernes llega al día siguiente. Para encontrar el costo de ordenar la materia prima hay que tener en cuenta el gasto del recibo telefónico y el salario que se le de pagar a la administradora encargada de revisar la materia prima.

Para el caso del Pargo y la Corvina, el proveedor se encuentra ubicado en la ciudad de Palmira pero la materia prima la trae directamente de Buenaventura, lo cual es una desventaja para el Restaurante, ya que, se han presentado situaciones de ventas perdida por que no se tiene el producto, debido a que el proveedor viaja a Buenaventura aproximadamente cada 20 días según lo que tenga almacenado en su bodega.

6.1.4 Costo de almacenar materia prima.

El sistema de almacenamiento de la materia prima que maneja el Restaurante es a través de congeladores, actualmente cuenta con cuatro congeladores: dos congeladores horizontales de acero inoxidable con 4 puertas y de 800 x 620 cm²; un congelador horizontal de acero inoxidable con vitrina y un congelador también de acero inoxidable con 2 puertas y de 320 x 320 cm², los cuales permanecen conectados las 24 horas del día.

Es importante señalar que no se aplicó un método matemático para determinar el costo de almacenar la materia prima, sino que se determinará a través del gasto del recibo de energía y el costo inicial de la materia prima que se va a almacenar. El gasto promedio del consumo de energía del restaurante es de \$350.000 (trescientos

cincuenta mil pesos) a \$400.000 (cuatrocientos mil pesos) por mes. Y el costo inicial de la materia prima es aproximadamente de \$1.000.000 (un millón de pesos) por mes. Los datos del gasto promedio de energía de cada uno de los congeladores utilizados para almacenar la materia prima se presenta en la Tabla 2

Tabla 2. Consumo de energía asociado a los gastos de los congeladores.

Tipo de congelador	Consumo promedio en Kwh	Costo promedio mes (\$)
congeladores horizontales de acero inoxidable con 4 puertas y de 800 x 620 cm ²	406	95.000
congeladores horizontales de acero inoxidable con 4 puertas de 800 x 620 cm ²	406	95.000
congelador horizontal de acero inoxidable con vitrina	328	65. 000
congelador también de acero inoxidable con 2 puertas y de 320 x 320 cm ²	250	78.000

Fuente. Elaboración propia. Los datos provienen del Recibo de energía pública del Restaurante.

En la Tabla 2. anterior se observa, por ejemplo que los dos primeros congeladores tienen más capacidad para almacenar la materia prima, por su tamaño y potencia de refrigeración. En ambos congeladores se guarda los Pescados de tamaño grande como es el Alguacil, Pargo, corvina, Tilapia. En los dos últimos congeladores, uno de ellos se utilizan para almacenar los mariscos como Camarón, Calamar, Langostino, Piangüa; y otro congelador es usado para almacenar algunos insumos como es la Leche de Coco. Por otro lado, algunos alimentos como es el Plátano, Papa, Hortalizas, la Cebolla, Tomate, Yuca, Limón, Pepino, son almacenados en una bodega que se

encuentra ubicada al lado de la cocina del Restaurante. El Arroz y los demás insumos como el aceite, condimento, huevos, harina, galletas, sal, azúcar, café, los cuales presenta menor grado de perecibilidad se encuentran almacenados en otra bodega.

6.2 SISTEMA DE PRONÓSTICO

Para el cumplimiento del segundo objetivo de este trabajo de grado, se recolectaron datos de las demandas diarias de los años 2010, 2011 y 2012 del Restaurante objeto de estudio; la recolección de los datos fue difícil, debido a que los registros de las demandas se encuentran anotados individualmente cada vez que se demandaba un plato por día. Las causas fundamentales que originan la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición. Los inventarios también surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos[2]. También la importancia del patrón y tipo de demanda de los productos que ofrece cualquier empresa. En este caso, se analizó la demanda de 13 de los 50 platos que actualmente ofrece el Restaurante, debido a que son los productos que se venden con mayor frecuencia en el Restaurante. Los datos se agruparon de manera semanal, ya que la administradora hace la revisión del inventario cada semana. Los resultados se muestran en la Tabla 3. las demandas donde se presentó fechas o temporadas especiales se encuentran resaltadas en color rojo. Por ejemplo en el 2010 se vendieron de Sancocho 300 platos, correspondiente a la Semana Santa de ese año, 216 y 218 platos en la semana 18 y 22, que corresponde al día de la Madre y el día del Padre respectivamente, además de ser el producto con mayor demanda.

Tabla 3. Demanda promedio de los productos principales que ofrece el Restaurante en el 2010.

AÑO	MES	sancocho/	Cz. Camarón	Cz. Mixta	Cz. Langostino	Ar. Camarón	Ar. Mixto	Ar. Langostino	Gdo. Camarón	Gdo.	Tilapia	Ceviches	Filetes	Truchas
2010	ENERO	102	11	11	4	9	15	6	6	1	17	13	32	8
		128	12	16	5	9	11	4	12	6	15	24	28	12
		93	16	24	8	15	11	6	9	4	14	23	35	19
		86	12	24	4	3	10	0	8	2	5	17	36	11
	FEBRERO	115	12	14	10	15	12	5	8	4	23	24	37	24
		118	16	11	10	8	7	11	4	3	19	20	50	30
		134	19	22	8	12	10	7	1	0	23	15	46	18
		108	14	12	15	10	8	3	0	7	22	19	38	24
	MARZO	130	11	7	12	7	5	8	7	5	25	16	25	14
		95	9	14	10	9	10	6	0	4	15	15	45	20
		120	15	8	11	6	7	8	5	1	22	14	30	14
		115	10	11	14	7	6	5	3	0	28	15	20	16
	ABRIL	300	50	47	53	40	65	15	24	20	84	50	103	97
		88	20	17	10	13	8	11	9	11	10	30	32	23
		95	14	25	11	11	10	4	0	7	16	25	38	18
		81	15	17	8	15	7	14	6	4	14	15	27	25
	MAYO	106	16	4	6	15	11	10	15	18	27	14	23	17
		216	28	32	20	48	32	28	23	14	41	51	94	72
		100	16	14	14	12	9	12	8	3	32	26	20	15
		84	10	7	9	20	14	7	7	9	14	9	17	10
	JUNIO	70	21	10	9	7	10	24	8	9	41	31	46	32
		214	50	16	17	46	39	41	17	21	63	48	64	52
		49	12	14	3	16	7	12	1	6	39	15	51	28
		64	23	6	2	14	21	0	6	7	24	18	29	10
	JULIO	97	8	9	10	5	4	11	1	3	8	14	32	14
		80	6	11	14	15	6	10	4	2	41	35	54	46
		51	4	11	3	20	3	1	7	1	12	7	36	28
		66	3	12	7	14	7	2	0	4	10	16	26	11
	AGOSTO	150	9	3	6	11	3	9	1	3	24	15	51	25
		96	1	4	7	10	4	7	7	5	18	7	42	15
		84	18	11	12	4	12	14	2	6	17	16	12	24
		102	15	17	6	9	6	5	1	3	6	9	34	6
	SEPTIEMBRE	56	15	12	9	6	11	9	11	7	32	24	41	12
		74	6	7	12	4	9	10	1	2	26	25	48	15
		82	4	8	11	5	4	8	6	0	31	19	47	14
		106	5	9	10	3	6	7	2	3	17	21	32	17

Fuente: Elaboración propia. Los datos provienen del registro histórico de la demanda del Restaurante.

Continuación de la Tabla 3.

Tabla 3. Demanda promedio de los productos que ofrece el Restaurante, año 2010.

AÑO	MES	Semana	sancocho/	Cz. Camarón	Cz. Mixta	Cz. Langostino	Ar. Camarón	Ar. Mixto	Ar. Langostino	Gdo. Camarón	Gdo. Combinado	Tilapia	Ceviches	Filetes	Truchas
2010	OCTUBRE	37	104	14	11	12	8	9	9	6	1	11	23	27	15
		38	124	17	18	15	5	7	4	7	5	14	32	14	12
		39	87	14	17	21	2	7	8	3	8	17	14	18	10
		40	63	10	12	14	3	6		0	4	19	28	35	6
	NOVIEMBRE	41	98	6	5	4	11	6	21	9	7	9	9	27	21
		42	82	3	9	8	6	3	11	10	21	8	8	28	24
		43	75	7	6	0	14	12	10	1	15	15	0	16	28
		44	104	1	6	4	9	11	10	21	8	13	18	14	26
	DICIEMBRE	45	162	21	18	15	21	9	8	21	8	30	26	52	25
		46	134	17	14	12	17	16	9	14	9	34	27	43	27
		47	128	11	17	16	11	12	10	7	6	26	21	29	28
		48	170	18	9	10	18	14	17	4	11	21	23	27	32

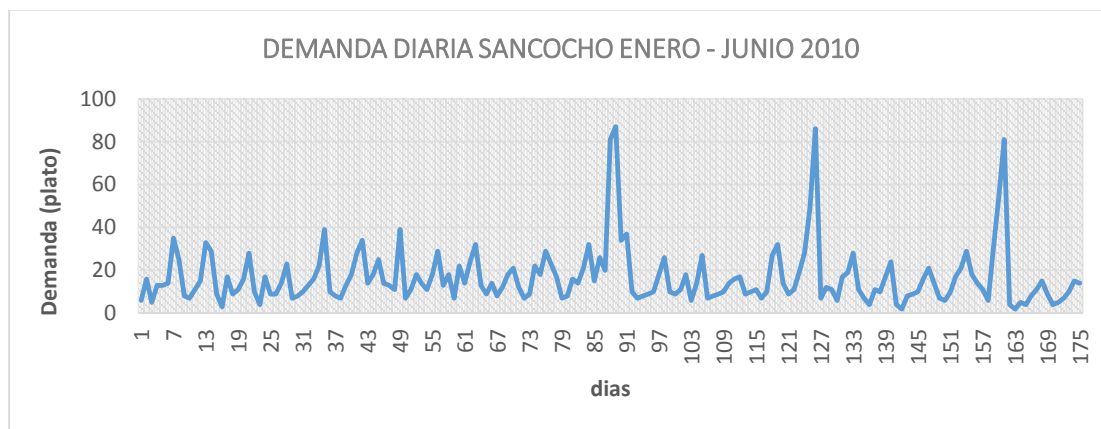
Fuente: Elaboración propia. Los datos provienen del registro histórico de la demanda del Restaurante.

Los datos de las demandas de los productos en los años 2011 y 2012, se encuentran en los anexos del presente trabajo de grado.

Adicionalmente, se estudió los datos de la demanda diaria del Sancocho, para analizar su comportamiento debido a que es el único producto del Restaurante que no es a la carta, sino que, es previamente cocinado, es decir, todos los días, la administradora ordena preparar cierta cantidad de Sancocho para abastecer la demanda del día. En la Figura 2. se muestra el registro de la demanda diaria de éste producto durante el periodo enero a junio del 2010. En la que se observó presente 3 picos donde su demanda se eleva, debido a las temporadas especiales, el primer pico representa los días jueves y viernes santos cuyas demanda fueron de 81 y 87 platos

respectivamente. El segundo pico se debe al día de la Madre con una demanda de 89 platos y por último pico dado por el día del Padre con demanda de 81 platos. Adicionalmente, se puede observar que la demanda presenta un comportamiento estacional, es decir, su demanda se eleva los fines de semana durante todo el periodo, pero entre semana presenta bajos niveles de demanda especialmente los días martes y miércoles. Una explicación a este comportamiento de la demanda, se basó, en que, los fines de semana, las personas llevan a sus familias a almorzar o comer en el Restaurante, mientras que entre semana, las personas trabajan, estudian, lo cual hace, que coman en casa o en su lugar de trabajo, por lo que, la demanda del Sancocho disminuye.

Figura 2. Datos diarios de la demanda del Sancocho en el primer semestre 2010



Fuente. Elaboración propia a partir de los datos del Restaurante

Una manera de conocer y analizar el comportamiento de una serie de datos es calculando la variabilidad y dispersión entre un dato y otro, es decir, determinar el grado de acercamiento o distanciamiento de los valores de una distribución frente a su promedio de localización, sobre la base de que entre

más grande sea el grado de variación menor uniformidad tendrán los datos (sinónimo de heterogeneidad) y por lo tanto menor representatividad o confiabilidad del promedio de tendencia central o localización por haber sido obtenido de datos dispersos. Por el contrario, si este valor es pequeño (respecto a la unidad de medida) entonces hay una gran uniformidad entre los datos. Cuando es cero quiere decir que todos los datos son iguales.[9]

Las dos medidas de variación que se utilizó para analizar el comportamiento de los datos son la Desviación Estándar (S) y el Coeficiente de Variación (CV).[9]

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \text{Ecuación 1}$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100 \text{Ecuación 2}$$

Donde:

S= Desviación estándar

CV= Coeficiente de variación.

X_i= Dato del muestra

$\bar{x}$ = Media de la muestra o promedio

n = Número de datos de la muestra

Los resultados después de utilizar las Ecuación 1 y Ecuación 2 se muestran en la Tabla 4. Hay que tener en cuenta que en este caso n e igual a 144 datos de demanda semanal de los tres años, y X_i es la demanda en cada

semana. En la Tabla 4, se observó que en general casi todos los productos presentan porcentajes de variación y dispersión de los datos superiores al 40% en los tres años, lo que significa que el comportamiento de la demanda es variable. Por ejemplo en el año 2010 el Arroz con Langostino presenta un coeficiente de variación del 93 %, es decir, los datos se encuentran dispersos y alejados respecto a la media. Sin embargo el Sancocho es el plato que presenta menor porcentaje inferior al 43% en cada uno de los años.

Tabla 4. Resultado de las medidas de dispersión de las demandas en unidades en los años 2010, 2011 y 2012 de los 13 platos principales del Restaurante

AÑO	demandas	sancocho/ consomé	Cz. Camarón	Cz. Mixta	Cz. Langostino	Ar. Camarón	Ar. Mixto	Ar. Langostino	Gdo. Camarón	Combinado Gdo.	tilapia	ceviches	filetes	truchas
2010	Media	108	14	13	11	12	11	10	7	6	23	21	36	23
	Desviacion. Estndandar	45	10	8	8	10	10	7	6	5	14	11	18	16
	C.V	42%	70%	59%	73%	78%	93%	74%	90%	84%	63%	51%	48%	71%
2011	Media	105	15	13	11	11	11	9	7	7	23	21	35	37
	Desviacion. Estndandar	42	9	8	6	7	7	6	4	5	13	11	16	40
	C.V	40%	64%	62%	58%	64%	62%	66%	62%	64%	59%	54%	45%	110%
2012	Media	111	15	14	11	13	11	10	8	8	26	23	36	26
	Desviacion. Estndandar	27	10	10	8	10	9	7	6	5	11	10	16	16
	C.V	25%	66%	76%	75%	76%	79%	69%	69%	67%	42%	42%	44%	62%

Fuente: Elaboración fuente propia. A partir de los datos de demanda del Restaurante.

Un aspecto de fundamental importancia para el diseño de un sistema de administración de inventarios es el patrón que sigue la demanda. Por ejemplo la *demandas aleatoria*, se presenta de acuerdo con varios patrones

claramente identificables. La demanda *perpetua, estable o uniforme*, cuyo promedio se mantiene por largos periodos de tiempo y su fluctuación permanece dentro de rangos “pequeños”. Si el promedio de demanda varía significativamente con el tiempo, se tiene un patrón de demanda con *tendencia* (creciente o decreciente). Otro patrón de demanda ocurre cuando se esperan picos en determinadas épocas del año, como los artículos de Navidad o productos relacionados con las estaciones. Este patrón de demanda se denomina *periódico o estacional*. [2]

En este caso el comportamiento de la demanda de los productos que ofrece el Restaurante es un patrón *estacional*, ya que su demanda se eleva considerablemente en cuatro épocas especiales del año, como es Semana Santa especialmente el jueves y viernes santo, día de la Madre, día del Padre y Navidad. Además, que su comportamiento es totalmente aleatorio, pues en una semana se puede demandar mucho más que la anterior o también puede suceder que se demanda la misma cantidad o disminuya las ventas.

Un pronóstico es una predicción de acontecimientos futuros que se utiliza con propósitos de planificación. Los pronósticos son útiles tanto para la administración de los procesos como de la cadena de valor. En el nivel de la cadena de valor, la empresa necesita los pronósticos para coordinarse con sus clientes y proveedores. En el nivel de los procesos, los pronósticos de producción se necesitan para diseñar los diferentes procesos que se llevan a cabo en toda la organización. [10]

En cualquier caso el sistema de pronósticos es un elemento clave para el cumplimiento de los objetivos de la organización y para el mejoramiento de su competitividad, ya que, de tomar las decisiones correctas, se pueden caer en extremos como el deficiente servicio al cliente, el exceso de inventarios o,

peor aún, ambos factores en forma simultanea cuando se presenta el desbalance de los inventarios. [2]

Para entender un poco el comportamiento de la demanda del Restaurante, se procederá inicialmente a pronosticar la demanda de los trece productos con mayor demanda, luego se analizó de acuerdo con la precisión, que es uno de los indicadores de eficiencia de un sistema de pronóstico. También hay que tener en cuenta que el comportamiento de los datos históricos de demanda es fundamental para la correcta selección del método de pronóstico los cuales se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Los sistemas de pronósticos y el patrón de demanda observada.

PATRÓN DE DEMANADA	SISTEMA DE PRONÓSTICO RECOMENDADO
Perpetua, estable o uniforme	Promedio móvil o suavización exponencial simple
Con tendencia creciente o decreciente	Regresión lineal simple o suavización exponencial doble
Estacional o periódica	Modelos periódicos de Winters
Errática (por ejemplo, en ítems clase A de bajo movimiento)	Pronósticos combinado de tiempo entre la ocurrencia de demandas consecutivas y la magnitud de las transacciones individuales (Método de Croston y relacionados)

Fuente: Fundamentos de de Control y Gestion Inventarios [2]

La precisión de un pronóstico se mide con base en los errores de éste, los cuales se calculan como la diferencia entre el valor real observado y su pronóstico calculado en algún período generalmente, anterior al observado. Obviamente, el cálculo del error del pronóstico sólo puede hacerse después de conocerse el valor real observado de la variable que se está estimando. La expresión más común para el cálculo de este error se expresa en la Ecuación 3.

$$e_t = x_t - \tilde{x}_t \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

e_t = Error del pronóstico de demanda para el período t.

x_t = valor real u observación de la demanda en el periodo t.

$\tilde{x}_t$ = pronóstico de demanda para el período t, calculando en algún período anterior, generalmente un periodo antes.

Evidentemente, el error del pronóstico para un solo período no es muy útil. Por lo tanto, se necesita disponer de errores absolutos, cuadráticos o porcentuales para n períodos, para así obtener el promedio de esos errores sobre dichos períodos. Estos índices se denominan la desviación absoluta media (Mean Absolute Deviaton, **MAD**), el error cuadrático medio (**ECM**), y la desviación absoluta porcentual (**MAPE**).

La MAD se define como el promedio de los errores absolutos sobre el número determinado de períodos, de la siguiente forma, donde n es el número de períodos. El ECM se define como el promedio de los errores cuadráticos sobre un número determinados de períodos.

De acuerdo al patrón de demanda que presentó los productos del Restaurante en los años 2010, 2011 y 2012 es con tendencia, de acuerdo a la Tabla 5 se aplicará un sistema de pronóstico Modelo Multiplicativo de Winters solo para el sancocho, y de Suavización Exponencial Doble para el resto de los productos.

Existen muchos productos para los cuales se presenta demanda estacional o por temporadas, como por ejemplo, adornos de Navidad, juguetes, cuadernos, alimentos, entre otros. La demanda de este tipo de productos se caracteriza por presentar picos en ciertos períodos de tiempo conocidos y demanda aproximadamente uniforme en los demás períodos.[2] Por ejemplo el Sancocho, presenta este patrón de comportamiento, por ende, se procedió a usar el modelo multiplicativo de Winters debido a que es más comúnmente utilizado en demanda estacional.

Para realizar la simulación del pronóstico, se tomó los primeros dos meses del primer semestre de 2010, para estimar los parámetros de arranque del pronóstico y se simuló los cuatro meses restantes. Se identificó, por lo tanto, $m = 8$ estaciones, con una longitud de la estación de $L = 7$ días, como parámetros del modelo. Se utilizó el promedio de las demandas en cada uno de las ocho estaciones, luego se aplicó las siguientes ecuaciones:

$$\hat{b}_2(0) = \frac{\bar{x}_m - \bar{x}_1}{(m-1)L} = \frac{15.43 - 14.57}{(8-1) \times 7} = 0.0174927 \text{ Ecuación 4}$$

$$\hat{a}_1(0) = \bar{x}_1 - \frac{L}{2} \hat{b}_2(0) = 14.57 - \frac{7}{2} (0.0174927) = 14.510204 \text{ Ecuación 5}$$

$$\hat{c}_1 = \frac{x_1}{\bar{x}_1 - [(L+1)/2 - j] \hat{b}_2(0)_1} = \frac{6}{14.57 - [(7+1)/2 - 1] (0.0174927)} = 0.413253$$

Ecuación 6

Donde $\hat{b}_2(0)$, $\hat{a}_1(0)$ y $\hat{c}_t$ es la estimación de la tendencia, el componente permanente y el factor estacional respectivamente utilizados es el proceso de iniciación o arranque del pronóstico; el factor $\hat{c}_t$, es calculado para cada periodo $t = 1, 2, \dots, mL$. De forma semeje se calcula los 56 factores estacionales $mL = 8 \times 7 = 56$ valores para los primeros dos meses del primer semestre 2010.

Igualmente, se calculó la estimación del componente permanente $\hat{a}_1(T)$, la pendiente $\hat{b}_2(T)$ y el factor estacional $\hat{c}_T(T)$, al final del periodo T. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

$$\hat{a}_1(T) = \alpha \frac{x_T}{\hat{c}_T(T-L)} + (1-\alpha)[\hat{a}_1(T-1) + \hat{b}_2(T-1)] \text{Ecuación 7}$$

$$\hat{a}_1(1) = (0.1125) \frac{6}{0.413253} + (0.8875)[14.510204 + 0.0174927] = 16.998$$

$$\hat{b}_2(T) = \beta[\hat{a}_1(T) - \hat{a}_1(T-1)] + (1-\beta)\hat{b}_2(T-1) \text{Ecuación 8}$$

$$\hat{b}_2(1) = 0.0100[16.998 - 14.510204] + (0.99)(0.0174927) = 0.0421957$$

$$\hat{c}_T(T) = \gamma \frac{x_T}{\hat{a}_1(T)} + (1-\gamma) \hat{c}_T(T-L) \text{Ecuación 9}$$

$$\hat{c}_1(1) = (0.1478) \frac{6}{16.998} + (0.8522)(0.413253) = 0.801342$$

En la Tabla 6. se muestra el resultado de la estimación de los parámetros para los periodos T.

Tabla 6. determinación de los valores de inicio y simulación del pronóstico Multiplicativo de Winters para el Sancocho

Día	Día	Demanda	Demanda Pro	Valor de j	C ^t	a1(T)	b2(T)	CT (T)
1	Martes	6		1	0,41325301			0,68528804
2	Miercoles	16		2	1,10068191			0,62866402
3	Jueves	5		3	0,34354968			0,8043252
4	Viernes	13		4	0,89215686			0,8063617
5	Sábado	13		5	0,89108713			0,83369059
6	Domingo	14		6	0,95848303			1,22313504
7	Lunes	35	14,57142857	7	2,39334131	14,5102041	0,01749271	2,01853542
8	Martes	25		1	1,37112248	16,9980003	0,04219575	0,80134269
9	Miercoles	8		2	0,43833866	16,5546721	0,03734051	0,60717851
10	Jueves	7		3	0,38317906	15,7042931	0,02846331	0,75134349
11	Viernes	11		4	0,6015625	15,4974394	0,02611014	0,7920938
12	Sábado	15		5	0,81952851	15,801345	0,0288881	0,85077
13	Domingo	33		6	1,80124125	17,0848473	0,04143424	1,3278022
14	Lunes	29	18,28571429	7	1,58139905	16,8157758	0,03832918	1,97510181
15	Martes	9		1	0,68010575	16,2213802	0,03200193	0,76491914
16	Miércoles	3		2	0,22640264	14,98044	0,01927251	0,54705595
17	Jueves	17		3	1,28125687	15,8578783	0,02785417	0,79872419
18	Viernes	9		4	0,67741935	15,3767307	0,02276415	0,76153975
19	Sábado	11		5	0,82686829	15,1215539	0,01998474	0,83254761
20	Domingo	16		6	1,2011381	14,7936608	0,01650596	1,29141729
21	Lunes	28	13,28571429	7	2,09923497	14,7388615	0,01579291	1,96396696
22	Martes	10		1	0,81744519	14,5654569	0,01390094	0,75334087
23	Miércoles	4		2	0,32651119	13,7615811	0,00572317	0,50917376
24	Jueves	17		3	1,38569392	14,6131164	0,01418129	0,85259641
25	Viernes	9		4	0,73255814	14,3111987	0,0110203	0,74193883
26	Sábado	9		5	0,73151659	13,9270272	0,00706838	0,80501828
27	Domingo	14		6	1,1362991	13,5860218	0,00358764	1,25286213
28	Lunes	23	12,28571429	7	1,86413043	13,3782173	0,00147372	1,9278042
29	Martes	7		1	0,42745238	12,9197159	-0,00312603	0,72208656
30	Miércoles	8		2	0,48799573	13,2311137	1,921E-05	0,52327834
31	Jueves	10		3	0,60934447	13,0620913	-0,00167121	0,83973876
32	Viernes	13		4	0,79130435	13,5624225	0,00334882	0,77394057
33	Sábado	16		5	0,97287715	14,2757559	0,01044866	0,85167266
34	Domingo	22		6	1,33628475	14,6545661	0,01413228	1,28956006
35	Lunes	39	16,42857143	7	2,36635415	15,2945161	0,02039046	2,0197246
36	Martes	10		1	0,59507287	15,1499274	0,01874066	0,71292341
37	Miércoles	8		2	0,47556326	15,1821219	0,0188752	0,5238187
38	Jueves	7		3	0,4156856	14,4285027	0,01115026	0,78734795
39	Viernes	13		4	0,77118644	14,7049317	0,01380305	0,79021044
40	Sábado	18		5	1,0666897	15,4407136	0,02102283	0,89807787
41	Domingo	28		6	1,6575768	16,1651428	0,0280569	1,35494915
42	Lunes	34	16,85714286	7	2,01068966	16,2653035	0,02877794	2,03015798
43	Martes	14		1	0,7333537	16,6702954	0,03254008	0,73167212
44	Miércoles	18		2	0,94202014	18,6900549	0,05241227	0,58871997
45	Jueves	25		3	1,30716463	20,2063872	0,06705147	0,85381897
46	Viernes	14		4	0,73134328	19,9857521	0,06417461	0,77695546
47	Sábado	13		5	0,67848448	19,4226468	0,05790181	0,86427887
48	Domingo	11		6	0,5735786	18,2020176	0,0451165	1,24404402
49	Lunes	39	19,14285714	7	2,03174362	18,3555178	0,04620033	2,04412693
50	Martes	7		1	0,45525218	17,407603	0,03625918	0,68298085
51	Miércoles	11		2	0,71458333	17,5834771	0,03765533	0,59416716
52	Jueves	18		3	1,16799092	18,0105398	0,0415494	0,87533093
53	Viernes	14		4	0,90740741	18,0483715	0,04151223	0,77676897
54	Sábado	11		5	0,71215553	17,4864656	0,03547805	0,82952468
55	Domingo	18		6	1,16402715	17,1784036	0,03204265	1,21505275
56	Lunes	29	15,42857143	7	1,873258	16,8702304	0,02864049	1,99608967
57	Martes	13		1	0,70198363	17,1391505	0,03104328	0,6941385
58	Miércoles	18		2	0,97106008	18,647011	0,04581146	0,64900283
59	Jueves	7		3	0,37727844	17,4892689	0,03377592	0,80513645
60	Viernes	22		4	1,18461538	18,7382513	0,04592798	0,83547055

Fuente. Elaboración propia

Continuación Tabla 6. Determinación de los valores de inicio y simulación del pronóstico Multiplicativo de Winters para el Sancocho

Día	Día	Demanda	Demanda Pro	Valor de j	Ct	a1(T)	b2(T)	CT (T)	Pronóstico	e _t	e _t	e _t ²	(e _t /x _t)	ss	INV_MAX
61	Sábado	14		5		18,5695885	0,04378208	0,81835412	15,5819402	-1,58194024	1,58194024	2,50253491	-0,112995731	10,86	26,44
62	Domingo	24		6		18,741521	0,04506358	1,22473435	22,6162271	1,38377292	1,38377292	1,91482749	0,057657205	10,86	33,47
63	Lunes	32	18,57142857	7		18,4765502	0,04196324	1,95705901	37,4997073	-5,49970727	5,49970727	30,24678	-0,171865852	10,86	48,36
64	Martes	13		1		18,5421142	0,04219925	0,69516806	12,8544132	0,14558678	0,14558678	0,02119551	0,011198983	10,86	23,71
65	Miércoles	9		2		18,0535445	0,03689156	0,62676837	12,061272	-3,06127197	3,06127197	9,37138608	-0,34014133	10,86	22,92
66	Jueves	14		3		18,0114343	0,03610154	0,80102122	14,5652695	-0,56526947	0,56526947	0,31952958	-0,040376391	10,86	25,42
67	Viernes	8		4		17,0942109	0,02656829	0,78117553	15,0781847	-7,07818472	7,07818472	50,100699	-0,88477309	10,86	25,93
68	Sábado	12		5		16,8442819	0,02380332	0,80270043	14,0108601	-2,01086012	2,01086012	4,04355843	-0,167571677	10,86	24,87
69	Domingo	18		6		16,6237905	0,02136037	1,20376124	20,6589234	-2,65892338	2,65892338	7,06987356	-0,147717966	10,86	31,52
70	Lunes	21	13,57142857	7		15,9795901	0,01470476	1,86207229	32,5755424	-11,5755424	11,5755424	133,993182	-0,551216304	10,86	43,43
71	Martes	12		1		16,1369453	0,01613127	0,70232914	11,1187229	0,88127707	0,88127707	0,77664927	0,073439756	10,86	21,98
72	Miércoles	7		2		15,5921743	0,01052224	0,60049447	10,1242374	-3,12423737	3,12423737	9,76085916	-0,446319625	10,86	20,98
73	Jueves	9		3		15,1112941	0,00560822	0,77066717	12,498091	-3,49809098	3,49809098	12,2366405	-0,388676776	10,86	23,35
74	Viernes	22		4		16,584883	0,02028803	0,86174927	11,8089541	10,1910459	10,1910459	103,857416	0,463229358	10,86	22,67
75	Sábado	18		5		17,259971	0,02683603	0,8381866	13,328978	4,67102197	4,67102197	21,8184463	0,259501221	10,86	24,19
76	Domingo	29		6		18,0524686	0,03449264	1,26325583	20,8091882	8,1908118	8,1908118	67,0893979	0,282441786	10,86	31,67
77	Lunes	23	17,14285714	7		17,4416138	0,02803917	1,78178618	33,6792294	-10,6792294	10,6792294	114,04594	-0,46431432	10,86	44,54
78	Martes	17		1		18,2275697	0,03561833	0,7363598	12,2694462	4,73055377	4,73055377	22,378139	0,278277869	10,86	23,13
79	Miércoles	7		2		17,5198314	0,02818477	0,57080426	10,9669434	-3,96694339	3,96694339	15,7366399	-0,566706199	10,86	21,82
80	Jueves	8		3		16,7415022	0,02011963	0,72740371	13,523268	-5,523268	5,523268	30,5110408	-0,690460001	10,86	24,38
81	Viernes	16		4		16,9647597	0,02215101	0,8737736	14,4443153	1,55568466	1,55568466	2,42015477	0,097230291	10,86	25,30
82	Sábado	14		5		16,9549326	0,02183123	0,83634441	14,2382009	-0,23820086	0,23820086	0,05673965	-0,017014347	10,86	25,09
83	Domingo	21		6		16,9370365	0,02143395	1,25980296	21,4459959	-0,44599589	0,44599589	0,19891233	-0,021237899	10,86	32,30
84	Lunes	32	16,42857143	7		17,0711123	0,02256037	1,7954865	30,2163683	1,78363174	1,78363174	3,18134219	0,055738492	10,86	41,07
85	Martes	15		1		17,462396	0,0262476	0,75447836	12,5870933	2,41290669	2,41290669	5,8221187	0,160860446	10,86	23,44
86	Miércoles	26		2		20,6462302	0,05782347	0,67253182	9,98259228	16,0174077	16,0174077	256,55735	0,616054143	10,86	20,84
87	Jueves	20		3		21,4682124	0,06546506	0,75757544	15,0602055	4,93979451	4,93979451	24,4015698	0,246989726	10,86	25,92
88	Viernes	16,6571429		4		21,2557148	0,06268543	0,86045843	18,8155589	-2,15841607	2,15841607	4,65875995	-0,12957901	10,86	29,67
89	Sábado	16,6571429		5		21,160663	0,06110806	0,82907955	17,8295248	-1,17238193	1,17238193	1,3744794	-0,070383135	10,86	28,69
90	Domingo	34		6		21,8706569	0,06759692	1,30335876	26,73525	7,26475001	7,26475001	52,7765928	0,213669118	10,86	37,59
91	Lunes	37	23,61632653	7		21,7884798	0,06609918	1,78110418	39,3898385	-2,38983854	2,38983854	5,71132822	-0,064590231	10,86	50,25
92	Martes	10		1		20,8868175	0,05642156	0,71374224	16,488807	-6,48880696	6,48880696	42,1046157	-0,64880696	10,86	27,35
93	Miércoles	7		2		19,7578063	0,04456723	0,62551124	14,0849947	-7,0849947	7,0849947	50,1971499	-1,0121421	10,86	24,94
94	Jueves	8		3		18,762373	0,03416723	0,70864168	15,0017918	-7,00179182	7,00179182	49,0250887	-0,875223978	10,86	25,86
95	Viernes	9		4		17,8584168	0,02478599	0,80778594	16,1736416	-7,17364161	7,17364161	51,4611339	-0,79707129	10,86	27,03
96	Sábado	10		5		17,2281216	0,01823518	0,79234368	14,8265977	-4,82659769	4,82659769	23,2960453	-0,482659769	10,86	25,68
97	Domingo	18		6		16,8597328	0,01436894	1,26852992	22,4781901	-4,47819014	4,47819014	20,0541869	-0,248788341	10,86	33,33
98	Lunes	26	12,57142857	7		16,6179473	0,0118074	1,7491115	30,0545331	-4,05453313	4,05453313	16,4392389	-0,155943582	10,86	40,91
99	Martes	10		1		16,3350403	0,00886025	0,69873642	11,8693583	-1,86935833	1,86935833	3,49450055	-0,186935833	10,86	22,73
100	Miércoles	9		2		16,1238382	0,00665963	0,61556293	10,2232935	-1,22329353	1,22329353	1,49644706	-0,135921503	10,86	21,08
101	Jueves	11		3		16,0621001	0,00597565	0,70512524	11,430743	-0,43074304	0,43074304	0,18553957	-0,039158458	10,86	22,29
102	Viernes	18		4		16,7674268	0,01296916	0,847047	12,9795656	5,02043436	5,02043436	25,2047612	0,27891302	10,86	23,84
103	Sábado	6		5		15,7442714	0,00260792	0,73158058	13,2958407	-7,29584066	7,29584066	53,2292909	-1,215973443	10,86	24,15
104	Domingo	14		6		15,2168308	-0,00269257	1,21703919	19,9753875	-5,97538751	5,97538751	35,7052559	-0,426813393	10,86	30,83
105	Lunes	27	13,57142857	7		15,2391493	-0,00244246	1,75245673	26,6112242	0,38877584	0,38877584	0,15114666	0,014399105	10,86	37,47
106	Martes	7		1		14,6494796	-0,00831473	0,66609762	10,646442	-3,64644203	3,64644203	13,2965395	-0,52092029	10,86	21,50
107	Miércoles	8		2		14,4560686	-0,01016569	0,6063784	9,01255834	-1,01255834	1,01255834	1,0252744	-0,126569793	10,86	19,87
108	Jueves	9		3		14,2566113	-0,01205861	0,69421541	10,1861707	-1,1861707	1,1861707	1,40700094	-0,131796745	10,86	21,04
109	Viernes	10		4		13,9701223	-0,01480291	0,82765706	12,0658057	-2,06580567	2,06580567	4,26755305	-0,206580567	10,86	22,92
110	Sábado	14		5		14,5383501	-0,0089726	0,76576871	10,2094406	-3,79055937	3,79055937	14,3683403	-0,270754241	10,86	21,07
111	Domingo	16		6		14,3737867	-0,01052851	1,20168758	17,6828218	-1,6828218	1,6828218	2,83188922	-0,105176363	10,86	28,54
112	Lunes	17	11,57142857	7		13,8385987	-0,01577511	1,67503379	25,1709885	-8,17098846	8,17098846	66,7650524	-0,48064638	10,86	36,03
113	Martes	9		1		13,7877955	-0,01612539	0,66412567	9,20734984	-0,20734984	0,20734984	0,04299396	-0,023038871	10,86	20,06
114	Miércoles	10		2		14,0777033	-0,01306506	0,62173932	8,35084327	-1,64915673	1,64915673	2,71971793	-0,164915673	10,86	19,21
115	Jueves	11		3		14,2649994	-0,01106144	0,70557788	9,76388855	-1,23611145	1,23611145	1,52797152	-0,112373768	10,86	20,62

Fuente. Elaboración propia.

Continuación Tabla 6. Determinación de los valores de inicio y simulación del pronóstico Multiplicativo de Winters para el Sancocho

Día	Día	Demanda	Demanda Pro	Valor de j	Ct	a1(T)	b2(T)	CT (T)	Pronóstico	e _r	e _r	e _r ²	(e _r /x _t)	ss	INV_MAX
61	Sábado	14		5		18,5695885	0,04378208	0,81835412	15,5819402	-1,58194024	1,58194024	2,50253491	-0,112995731	10,86	26,44
62	Domingo	24		6		18,741521	0,04506358	1,22473435	22,6162271	1,38377292	1,38377292	1,91482749	0,057657205	10,86	33,47
63	Lunes	32	18,57142857	7		18,4765502	0,04196324	1,95705901	37,4997073	-5,49970727	5,49970727	30,24678	-0,171865852	10,86	48,36
64	Martes	13		1		18,5421142	0,04219925	0,69516806	12,8544132	0,14558678	0,14558678	0,02119551	0,011198983	10,86	23,71
65	Miércoles	9		2		18,0535445	0,03689156	0,62676837	12,061272	-3,06127197	3,06127197	9,37138608	-0,34014133	10,86	22,92
66	Jueves	14		3		18,0114343	0,03610154	0,80102122	14,5652695	-0,56526947	0,56526947	0,31952958	-0,040376391	10,86	25,42
67	Viernes	8		4		17,0942109	0,02656829	0,78117553	15,0781847	-7,07818472	7,07818472	50,100699	-0,88477309	10,86	25,93
68	Sábado	20		5		16,8442819	0,02380332	0,80270043	14,0108601	-2,01086012	2,01086012	0,04355843	-0,167571677	10,86	24,87
69	Domingo	18		6		16,6237905	0,02136037	1,20376124	20,6589234	-2,65892338	2,65892338	7,06987356	-0,147717966	10,86	31,52
70	Lunes	21	13,57142857	7		15,9795901	0,01470476	1,86207229	32,5755424	-11,5755424	11,5755424	133,993182	-0,551216304	10,86	43,43
71	Martes	12		1		16,1369453	0,01613127	0,70232914	11,1187229	0,88127707	0,88127707	0,77664927	0,073439756	10,86	21,98
72	Miércoles	7		2		15,5921743	0,01052224	0,60049447	10,1242374	-3,12423737	3,12423737	9,76085916	-0,446319625	10,86	20,98
73	Jueves	9		3		15,1112941	0,00560822	0,77066717	12,890891	-3,49809098	3,49809098	12,2366405	-0,388676776	10,86	23,35
74	Viernes	22		4		16,584883	0,02028803	0,86174927	11,8089541	0,1910459	0,1910459	103,857416	0,463229358	10,86	22,67
75	Sábado	18		5		17,259971	0,02683603	0,8381866	13,328978	4,67102197	4,67102197	21,8184463	0,259501221	10,86	24,19
76	Domingo	29		6		18,0524686	0,03449254	1,26325583	20,8091882	8,1908118	8,1908118	67,0893979	0,282441786	10,86	31,67
77	Lunes	23	17,14285714	7		17,4416138	0,02803917	1,78178618	33,6792294	-10,6792294	10,6792294	114,04594	-0,46431432	10,86	44,54
78	Martes	17		1		17,2256797	0,03561833	0,7363598	12,2694462	4,73055377	4,73055377	22,378139	0,278267869	10,86	23,13
79	Miércoles	7		2		17,5198314	0,02818477	0,57080426	10,9669434	-3,96694339	3,96694339	15,7366399	-0,56706199	10,86	21,82
80	Jueves	8		3		16,7415022	0,02011963	0,72740371	13,52368	-5,52368	5,52368	30,5110408	-0,694060001	10,86	24,38
81	Viernes	16		4		16,9647597	0,02251101	0,8737736	14,4443153	1,55568466	1,55568466	2,42015477	0,097230291	10,86	25,30
82	Sábado	14		5		16,9549326	0,02183123	0,83634441	14,2382009	-0,23820086	0,23820086	0,05673965	-0,017014347	10,86	25,09
83	Domingo	21		6		16,9370365	0,02143395	1,25980296	21,4549959	-0,44599589	0,44599589	0,19891233	-0,021237899	10,86	32,30
84	Lunes	32	16,42857143	7		17,0711123	0,02256037	1,7954865	30,2163683	1,78363174	1,78363174	3,18134219	0,055738492	10,86	41,07
85	Martes	15		1		17,462396	0,0262476	0,75447836	12,5870933	2,41290669	2,41290669	5,8221187	0,160860446	10,86	23,44
86	Miércoles	26		2		20,6462302	0,05782347	0,67253182	9,98259228	16,0174077	16,0174077	256,55735	0,610654143	10,86	20,84
87	Jueves	20		3		21,4682124	0,06546506	0,75757544	15,0602055	4,93979451	4,93979451	24,4015698	0,246899726	10,86	25,92
88	Viernes	16,6571429		4		21,2557148	0,06268543	0,86045843	18,8155589	-2,15841607	2,15841607	4,65875995	-0,12957901	10,86	29,67
116	Viernes	7		4		13,6017043	-0,01758378	0,7814086	11,7973724	-4,79737244	4,79737244	23,0147823	-0,68523892	10,86	22,65
117	Sábado	10		5		13,5250056	-0,01817493	0,76186845	10,4022944	-0,40229436	0,40229436	0,16184075	-0,040229436	10,86	21,26
118	Domingo	27		6		14,5152344	-0,00809089	1,298971	16,2309906	10,7699004	10,7699004	115,971563	0,398852199	10,86	27,09
119	Lunes	32	15,14285714	7		15,0244166	-0,00291816	1,74223588	24,2999555	7,70004446	7,70004446	59,2906846	0,240626389	10,86	35,16
120	Martes	14		1		15,7032724	0,00389958	0,69772552	9,97616263	4,02383737	4,02383737	16,1912671	0,287416955	10,86	20,83
121	Miércoles	9		2		15,5685799	0,00251366	0,61528969	9,76576639	-0,76576639	0,76576639	0,58639816	-0,085085154	10,86	20,62
122	Jueves	11		3		15,5732275	0,002535	0,70560505	10,9866193	0,01338073	0,01338073	0,00017904	0,00121643	10,86	21,84
123	Viernes	19		4		16,5591552	0,01238892	0,83548452	12,1710348	6,82896516	6,82896516	46,6347652	0,359419219	10,86	23,03
124	Sábado	28		5		18,8423106	0,03507679	0,86886236	12,6253213	15,3746787	15,3746787	236,380746	0,549095668	10,86	23,48
125	Domingo	49		6		20,997902	0,05628193	1,45183379	24,5211788	24,4788212	24,4788212	599,212687	0,49956778	10,86	35,38
126	Lunes	16,6571429	20,95102041	7		19,7608856	0,04334895	1,60936305	36,6813547	-20,0242119	20,0242119	400,969061	-1,202139649	10,86	47,54
127	Martes	7		1		18,7046781	0,03235339	0,64992982	13,8719199	-6,8719199	6,8719199	46,4840317	-0,973988557	10,86	24,67
128	Miércoles	12		2		18,8232233	0,0321153	0,61857283	11,5287024	0,4712976	0,4712976	0,22212143	0,0392748	10,86	22,39
129	Jueves	11		3		18,488608	0,029537	0,68933011	13,3068105	2,30681052	2,30681052	5,32137478	-0,209710047	10,86	24,16
130	Viernes	6		4		17,2424811	0,01678036	0,76345478	15,4716235	-9,47162348	9,47162348	89,7116513	-1,578603913	10,86	26,33
131	Sábado	17		5		17,5188071	0,01937582	0,88386256	14,9959226	2,00407741	2,00407741	4,01632628	0,117886907	10,86	25,85
132	Domingo	19		6		17,0373007	0,01436699	1,40209574	25,4625266	-6,46252658	6,46252658	41,7642498	-0,340132978	10,86	36,32
133	Lunes	28	14,28571429	7		17,0906599	0,01475692	1,61364173	27,4423238	0,55767616	0,55767616	0,3110027	0,019917006	10,86	38,30
134	Martes	11		1		17,0851046	0,01455379	0,64902941	11,1173205	-0,11732051	0,11732051	0,0137641	-0,010665501	10,86	21,97
135	Miércoles	7		2		16,4488922	0,00804613	0,59005502	10,577384	-3,57738402	3,57738402	12,7976764	-0,51105846	10,86	21,43
136	Jueves	4		3		15,2580708	-0,00394254	0,62621465	11,3442632	-7,34426318	7,34426318	53,9382016	-1,836065794	10,86	22,20
137	Viernes	11		4		15,1589385	-0,00489444	0,75788826	11,6458371	-0,64583713	0,64583713	4,0171056	-0,058712467	10,86	22,50
138	Sábado	10		5		14,7219392	-0,00921549	0,85363203	13,3940922	-3,39409217	3,39409217	11,5198616	-0,339409217	10,86	24,25
139	Domingo	17		6		14,4215063	-0,01212766	1,36910278	20,6286473	-3,62864731	3,62864731	13,1670813	-0,213449842	10,86	31,49
140	Lunes	24	12	7		14,4615692	-0,01160576	1,62042783	23,2515748	0,74842518	0,74842518	0,56014026	0,031184833	10,86	34,11
141	Martes	4		1		13,5174758	-0,02093064	0,59685605	9,37845118	5,37845118	5,37845118	28,9277371	-1,344612795	10,86	20,24
142	Miércoles	2		2		12,3592483	-0,0232036	0,52678307	7,96370425	-5,96370425	5,96370425	35,5657684	-2,981852126	10,86	18,82
143	Jueves	8		3		12,3773817	-0,03179923	0,62918823	7,71931337	0,28068663	0,28068663	0,0787498	0,035085828	10,86	18,58
144	Viernes	9		4		12,2926767	-0,03232829	0,75406736	9,35632509	-0,35632509	0,35632509	0,12696757	-0,03991676	10,86	20,21
145	Sábado	10		5		12,1989434	-0,03294234	0,8486249	10,465826	-0,46582603	0,46582603	0,21699389	-0,046582603	10,86	21,32
146	Domingo	16		6		12,1120435	-0,03348192	1,36199542	16,6565059	-0,65650592	0,65650592	0,43100002	-0,041013162	10,86	27,51
147	Lunes	21	10	7		12,177694	-0,03249059	1,63579937	19,5724373	1,42756268	1,42756268	2,0379352	0,067979175	10,86	30,43
148	Martes	14		1		13,4179816	-0,01976281	0,66282993	7,24893808	6,75106192	6,75106192	45,576837	0,482218709	10,86	18,11
149	Miércoles	7		2		13,3858391	-0,01988661	0,52621536	7,05795489	-0,05795489	0,05795489	0,00335877	-0,00827927	10,86	17,91
150	Jueves	6		3		12,9349968	-0,02419616	0,60476046	8,40970006	-2,40970006	2,40970006	5,80665437	-0,401616676	10,86	19,27
151	Viernes	10		4		12,9502536	-0,02380163	0,75674436	9,73561331	0,26438669	0,26438669	0,06990032	0,026438669	10,86	20,59
152	Sábado	17		5		13,7260519	-0,01580564	0,9062325	10,969709	0,60329099	0,60329099	36,3644094	0,3547273	10,86	21,83
153	Domingo	21		6		13,9024741	-0,01388336	1,38394048	18,6732926	2,32670741	2,32670741	5,41356735	0,110795591	10,86	29,53
154	Lunes	29	14,85714286	7		14,3206593	-0,00956267	1,69331111	22,718948	6,28105195	6,28105195	39,4516137	0,216587998		

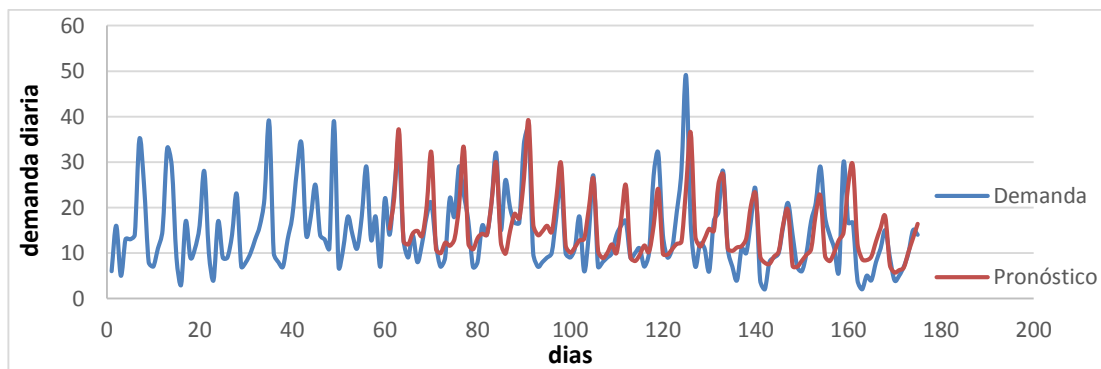
Para el cálculo del pronóstico presente en la Tabla 6 se aplicó la siguiente ecuación

$$\hat{x}_{T+t}(T) = [\hat{a}_1(T) + t\hat{b}_2(T)]\hat{c}_{T+t}(T + t - L) = (16.998 + 0.0421957) \times 0.8295247$$

$$\hat{x}_1(0) = 15.58194$$

De acuerdo a la Tabla 6. se promedió los errores al cuadrado del pronóstico, y se tuvo un ECM de 41.36, con un porcentaje de desviación de la MAPE del 28%. Adicionalmente en la Figura 4 se comparó los datos de demanda diaria del Sancocho y el resultado del pronóstico, donde se observó, que probablemente se presentó ocasiones de faltantes donde no se tenía el producto, especialmente los días 84, 85, 104, 119, 125 y 154, ya que, la demanda en estos días, era superior al resultado del pronóstico.

Figura 3. Demanda y pronóstico Multiplicativo de Winters para el Sancocho enero – junio 2010.



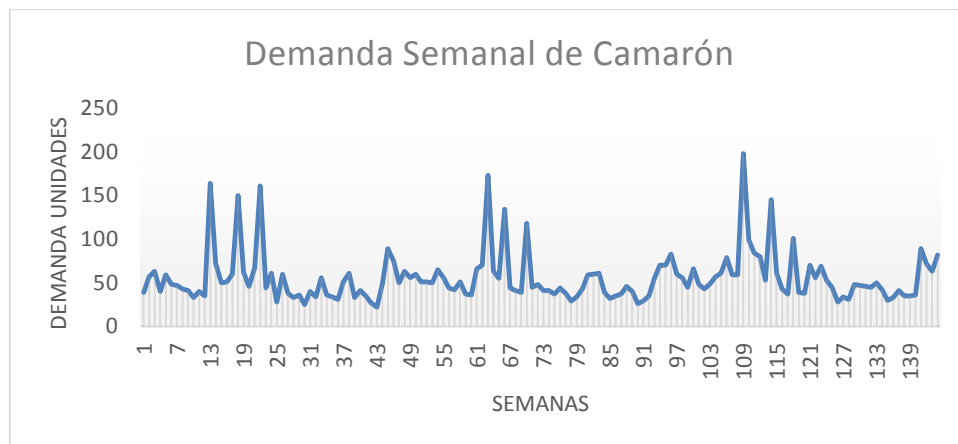
Fuente. Elaboración propia

Para el resto de los productos del Restaurante, se buscó hacer una explosión de materiales, es decir, se agrupó los productos de acuerdo con los requerimientos totales de las materias primas. Para ello, se sumaron los registros de las demandas de los productos, con requerimiento de materia prima similares decir, se estudió el comportamiento de la demanda de Alguacil, Camarón, Langostino, Tilapia, Filete Corvina, Trucha y (Calamar,

pulpo, Piangüa,) estos tres últimos materias primas corresponden a los productos mixtos. Ésta medida se aplicó por la necesidad de consolidar la información para el control de inventarios de la materia prima.

La demanda de las ocho materias primas tienen un comportamiento con tendencia creciente y decreciente, y también presenta aumento de la demandad debido a las cuatro temporadas especiales anteriormente mencionadas. Por ejemplo la Figura 4 muestra la demanda del Camarón correspondiente a la materia prima principal para elaborar los productos: Cazuela, Arroz, Guisados y Ceviches.

Figura 4. Demanda semanal de Camarón en los años 2010, 2011 y 2012.



Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de demanda del Restaurante.

Los picos de demanda que se muestran en la figura anterior corresponden a las temporadas especiales de Semana Santa, día de la Madre y día del padre; estos picos fueron considerados datos atípicos. Además los datos atípicos se presentan en cada uno de las ocho materias primas.

Sin embargo, un dato atípico puede causar un comportamiento no deseado en las primeras etapas del pronóstico. Una forma de identificar los datos atípicos y reemplazarlos por promedios adecuados o, incluso eliminarlos;

pero no es conveniente eliminarlos automáticamente, pues puede representar un cambio real en el nivel de la demanda. Es preferiblemente analizar más a fondo la situación específica para determinar la existencia de uno u otro.[2].

Después de aclarar la existencia e importancia de los datos atípicos, para el caso de la demanda de las materias primas del Restaurante, no se eliminaran estos datos, ya que es un comportamiento que se presenta todos los años, e incluso es una oportunidad que tiene la administradora del Restaurante, para elevar sus ventas durante estas temporadas especiales, sobre todo en Semana Santa. Por tanto, se realizó el pronóstico de la demanda incluyendo los datos atípicos, y también reemplazando los datos atípicos por el promedio, y luego se aplicó el sistema de pronóstico Suavización Exponencial Doble y un pronóstico Combinado.

Con el fin de ilustrar el desarrollo del sistema de pronóstico utilizado, se tomó como ejemplo el registro histórico de la demanda de Camarón. Primero, para la iniciación del pronóstico se determinó la ecuación de la regresión lineal obtenida del registro de los datos históricos de demanda, donde da como resultado la primera estimación del corte en el eje y conocido como $\hat{a}_1(0)$ y una estimación de la pendiente $\hat{b}_2(0)$. El corte inicial $\hat{a}_1(0)$ con el eje y debe trasladarse al nuevo sistema de coordenadas desde donde se van a iniciar los pronósticos, mediante la siguiente ecuación asumiendo un $m=48$ semanas:

$$\hat{b}_1(0) = \hat{a}_1(0) + m\hat{b}_2(0) = 48.38 + 48(-0.047) = 46.124 \text{ Ecuación 10}$$

Luego, se procedió a estimar los valores de arranque S_0 y $S_0^{[2]}$, asumiendo un valor $\alpha = 0.12915$ (el valor de α se optimizó con el ECM a través de *solver*).

$$S_0 = \hat{b}_1(0) - \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) \hat{b}_2(0) = 47.134 - \left(\frac{1-0.129}{0.129}\right) 46.124 = 46.44 \text{ Ecuación 11}$$

$$S_0^{[2]} = \hat{b}_1(0) - 2 \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \hat{b}_2(0) = 47.134 - 2 \left(\frac{1-0.129}{0.129} \right) 46.124 = 46.76 \text{Ecuación 12}$$

Posteriormente, se calculó los valores de S_1 y $S_1^{[2]}$, para el pronóstico de la semana 50 en adelante, donde x_T es la demanda de en el periodo T.

$$S_T = \alpha x_T + (1 - \alpha) S_{T-1} = (0.129)(56) + (1 - 0.129)(46.44) = 47.68 \text{Ecuación 13}$$

$$S_T^{[2]} = \alpha S_T + (1 - \alpha) S_{T-1}^{[2]} = (0.129)(47.68) + (1 - 0.129)(46.76) = 46.88 \text{Ecuación 14}$$

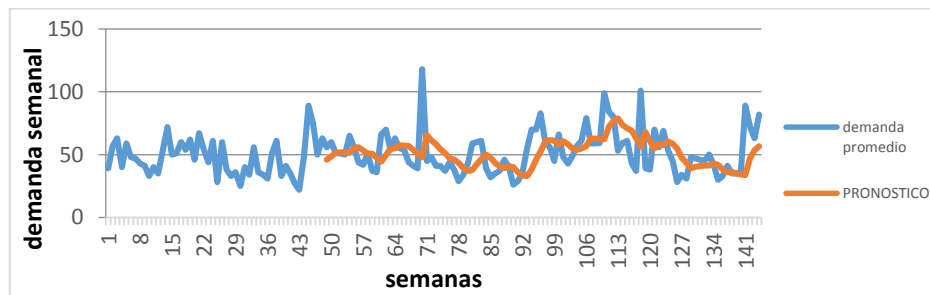
Finalmente, se calculó el pronóstico para las semanas 49-144 periodo correspondiente a los años 2011 y 2012.

$$\hat{x}_{T+1}(T) = \left(2 + \frac{\alpha}{1-\alpha} \right) S_T - \left(1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} \right) S_T^{[2]} \text{Ecuación 15}$$

$$\hat{x}_1(T) = \left(2 + \frac{0.129}{1 - 0.129} \right) (46.44) - \left(1 + \frac{0.129}{1 - 0.129} \right) (46.76) = 46.08$$

En la Tabla 7, se muestra los resultados del desarrollo del pronóstico para el Camarón, en donde se observó una MAPE = 27%, y una desviación estándar con respecto al promedio de ECM de 17.32 unidades. Adicionalmente en la . Figura 5 se graficó la simulación del pronóstico y la demanda promedio del Camarón en los años 2010, 2011 y 2012.

Figura 5. simulación del pronóstico y la demanda promedio del Camarón en los años 2010, 2011 y 2012



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 7. Simulación del sistema de pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Camarón

		alfa	0,12915864								
		Beta	0,87084136								
		a1	48,38			MAD	ECM	MAPE	MAPE'		
		b2	-0.047			12,84	300,00	25%	26%		
		b1	46,124	Desv.Esta		16,04964729	17,32063611				
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X´	ss	Inv_max	
	46,44	46,76									
56	47,68	46,88	46,08	9,92	9,92	98,47	0,18	0,22	33,95	80,03	
60	49,27	47,19	48,59	11,41	11,41	130,11	0,19	0,23	33,95	82,54	
51	49,49	47,48	51,66	-0,66	0,66	0,43	0,01	0,01	33,95	85,61	
51	49,69	47,77	51,80	-0,80	0,80	0,64	0,02	0,02	33,95	85,75	
50	49,73	48,02	51,89	-1,89	1,89	3,57	0,04	0,04	33,95	85,84	
65	51,70	48,50	51,69	13,31	13,31	177,27	0,20	0,26	33,95	85,63	
56	52,25	48,98	55,38	0,62	0,62	0,39	0,01	0,01	33,95	89,33	
44	51,19	49,27	56,01	-12,01	12,01	144,33	0,27	0,21	33,95	89,96	
42	50,00	49,36	53,40	-11,40	11,40	129,87	0,27	0,21	33,95	87,34	
51	50,13	49,46	50,74	0,26	0,26	0,07	0,01	0,01	33,95	84,69	
37	48,43	49,33	50,90	-13,90	13,90	193,21	0,38	0,27	33,95	84,85	
36	46,83	49,01	47,41	-11,41	11,41	130,16	0,32	0,24	33,95	81,36	
66	49,30	49,04	44,33	21,67	21,67	469,62	0,33	0,49	33,95	78,28	
70	51,98	49,42	49,60	20,40	20,40	415,98	0,29	0,41	33,95	83,55	
53,72743056	52,20	49,78	54,91	-1,18	1,18	1,40	0,02	0,02	33,95	88,86	
63	53,60	50,28	54,98	8,02	8,02	64,25	0,13	0,15	33,95	88,93	
55	53,78	50,73	57,41	-2,41	2,41	5,83	0,04	0,04	33,95	91,36	
53,72743056	53,77	51,12	57,28	-3,56	3,56	12,65	0,07	0,06	33,95	91,23	
44	52,51	51,30	56,82	-12,82	12,82	164,29	0,29	0,23	33,95	90,77	
41	51,02	51,26	53,90	-12,90	12,90	166,41	0,31	0,24	33,95	87,85	
39	49,47	51,03	50,75	-11,75	11,75	137,99	0,30	0,23	33,95	84,70	
118	58,32	51,97	47,68	70,32	70,32	4.945,35	0,60	1,47	33,95	81,63	
45	56,60	52,57	65,61	-20,61	20,61	424,81	0,46	0,31	33,95	99,56	
48	55,49	52,95	61,23	-13,23	13,23	174,98	0,28	0,22	33,95	95,18	
41	53,62	53,04	58,41	-17,41	17,41	303,06	0,42	0,30	33,95	92,36	
41	51,99	52,90	54,29	-13,29	13,29	176,59	0,32	0,24	33,95	88,24	
37	50,05	52,53	50,94	-13,94	13,94	194,39	0,38	0,27	33,95	84,89	
44	49,27	52,11	47,21	-3,21	3,21	10,28	0,07	0,07	33,95	81,15	
38	47,82	51,56	46,01	-8,01	8,01	64,16	0,21	0,17	33,95	79,96	
29	45,39	50,76	43,52	-14,52	14,52	210,82	0,50	0,33	33,95	77,47	
34	43,91	49,88	39,21	-5,21	5,21	27,19	0,15	0,13	33,95	73,16	
43	43,80	49,09	37,07	5,93	5,93	35,16	0,14	0,16	33,95	71,02	
59	45,76	48,66	37,72	21,28	21,28	452,93	0,36	0,56	33,95	71,67	
60	47,60	48,52	42,43	17,57	17,57	308,69	0,29	0,41	33,95	76,38	
61	49,33	48,63	46,54	14,46	14,46	209,13	0,24	0,31	33,95	80,49	
39	48,00	48,55	50,14	-11,14	11,14	124,04	0,29	0,22	33,95	84,09	
32	45,93	48,21	47,36	-15,36	15,36	236,07	0,48	0,32	33,95	81,31	
35	44,52	47,73	43,31	-8,31	8,31	69,12	0,24	0,19	33,95	77,26	
37	43,55	47,19	40,83	-3,83	3,83	14,66	0,10	0,09	33,95	74,78	
46	43,86	46,76	39,36	6,64	6,64	44,05	0,14	0,17	33,95	73,31	
40	43,36	46,32	40,54	-0,54	0,54	0,29	0,01	0,01	33,95	74,49	
26	41,12	45,65	39,97	-13,97	13,97	195,12	0,54	0,35	33,95	73,92	
29	39,56	44,86	35,92	-6,92	6,92	47,91	0,24	0,19	33,95	69,87	
35	38,97	44,10	33,46	1,54	1,54	2,37	0,04	0,05	33,95	67,41	
54,91666667	41,03	43,71	33,07	21,84	21,84	477,18	0,40	0,66	33,95	67,02	
70	44,77	43,84	37,95	32,05	32,05	1.026,98	0,46	0,84	33,95	71,90	
70	48,03	44,38	45,83	24,17	24,17	583,97	0,35	0,53	33,95	79,78	
83	52,55	45,44	52,21	30,79	30,79	947,75	0,37	0,59	33,95	86,16	
60	53,51	46,48	60,71	-0,71	0,71	0,50	0,01	0,01	33,95	94,66	
56	53,83	47,43	61,58	-5,58	5,58	31,12	0,10	0,09	33,95	95,53	
45	52,69	48,11	61,18	-16,18	16,18	261,80	0,36	0,26	33,95	95,13	
66	54,41	48,92	57,95	8,05	8,05	64,80	0,12	0,14	33,95	91,90	
48	53,58	49,52	60,71	-12,71	12,71	161,51	0,26	0,21	33,95	94,66	
43	52,21	49,87	58,24	-15,24	15,24	232,25	0,35	0,26	33,95	92,19	
49	51,80	50,12	54,90	-5,90	5,90	34,86	0,12	0,11	33,95	88,85	
57	52,47	50,42	53,73	3,27	3,27	10,71	0,06	0,06	33,95	87,68	
61	53,57	50,83	54,82	6,18	6,18	38,18	0,10	0,11	33,95	88,77	
79	56,86	51,61	56,72	22,28	22,28	496,36	0,28	0,39	33,95	90,67	
59	57,13	52,32	62,88	-3,88	3,88	15,08	0,07	0,06	33,95	96,83	
59	57,37	52,98	62,66	-3,66	3,66	13,38	0,06	0,06	33,95	96,61	
59,16666667	57,61	53,57	62,43	-3,26	3,26	10,63	0,06	0,05	33,95	96,38	
99	62,95	54,78	62,24	36,76	36,76	1.351,52	0,37	0,59	33,95	96,19	
84	65,67	56,19	72,33	11,67	11,67	136,15	0,14	0,16	33,95	106,28	
80	67,52	57,65	76,56	3,44	3,44	11,85	0,04	0,04	33,95	110,51	
53	65,65	58,69	78,85	-25,85	25,85	668,36	0,49	0,33	33,95	112,80	
59,16666667	64,81	59,48	73,64	-14,47	14,47	209,42	0,24	0,20	33,95	107,59	
61	64,32	60,10	70,93	-9,93	9,93	98,64	0,16	0,14	33,95	104,88	
43	61,56	60,29	69,16	-26,16	26,16	684,20	0,61	0,38	33,95	103,11	
37	58,39	60,05	63,03	-26,03	26,03	677,32	0,70	0,41	33,95	96,97	
101	63,89	60,54	56,49	44,51	44,51	1.981,02	0,44	0,79	33,95	90,44	
39	60,68	60,56	67,74	-28,74	28,74	826,18	0,74	0,42	33,95	101,69	
38	57,75	60,20	60,82	-22,82	22,82	520,55	0,60	0,38	33,95	94,76	
70	59,33	60,09	54,94	15,06	15,06	226,82	0,22	0,27	33,95	88,89	
56	58,90	59,93	58,47	-2,47	2,47	6,09	0,04	0,04	33,95	92,42	
69	60,21	59,97	57,72	11,28	11,28	127,29	0,16	0,20	33,95	91,67	
53	59,28	59,88	60,48	-7,48	7,48	55,94	0,14	0,12	33,95	94,43	
45	57,43	59,56	58,58	-13,58	13,58	184,49	0,30	0,23	33,95	92,53	
28	53,63	58,80	54,98	-26,98	26,98	728,16	0,96	0,49	33,95	88,93	
34	51,09	57,80	47,70	-13,70	13,70	187,63	0,40	0,29	33,95	81,65	
31	48,50	56,60	43,39	-12,39	12,39	153,59	0,40	0,29	33,95	77,34	
48	48,43	55,55	39,20	8,80	8,80	77,49	0,18	0,22	33,95	73,15	
47	48,25	54,60	40,27	6,73	6,73	45,30	0,14	0,17	33,95	74,22	
46	47,96	53,75	40,95	5,05	5,05	25,47	0,11	0,12	33,95	74,90	
45	47,58	52,95	41,31	3,69	3,69	13,58	0,08	0,09	33,95	75,26	
50	47,89	52,30	41,41	8,59	8,59	73,81	0,17	0,21	33,95	75,36	
42	47,13	51,63	42,83	-0,83	0,83	0,69	0,02	0,02	33,95	76,78	
30	44,92	50,76	41,96	-11,96	11,96	143,12	0,40	0,29	33,95	75,91	
33	43,38	49,81	38,21	-5,21	5,21	27,10	0,16	0,14	33,95	72,15	
41	43,07	48,94	35,99	5,01	5,01	25,06	0,12	0,14	33,95	69,94	
35	42,03	48,04	36,33	-1,33	1,33	1,78	0,04	0,04	33,95	70,28	
35	41,12	47,15	35,12	-0,12	0,12	0,01	0,00	0,00	33,95	69,07	
36	40,46	46,29	34,20	1,80	1,80	3,25	0,05	0,05	33,95	68,14	
89	46,73	46,34	33,77	55,23	55,23	3.050,62	0,62	1,64	33,95	67,72	
72	49,99	46,81	47,17	24,83	24,83	616,49	0,34	0,53	33,95	81,12	
63	51,67	47,44	53,64	9,36	9,36	87,58	0,15	0,17	33,95	87,59	
82	55,59	48,49	56,53	25,47	25,47	648,70	0,31	0,45	33,95	90,48	

Fuente. Elaboración propia

Se observa en la Tabla 8. que al agrupar los datos, de la demanda no por plato sino por materia prima principal, por ejemplo para el caso del Camarón se tiene un porcentaje de desviación del 34% aplicando el sistema de pronóstico de Suavización Doble. Para tener una mayor precisión del sistema de pronóstico a utilizar, se procedió a realizar el sistema de pronóstico Suavización Doble, primero incluyendo la demanda con los datos atípicos, y luego reemplazando los datos atípicos de la demanda por su promedio. Los resultados de los pronósticos de las seis materias primas se encuentran en los Anexo 1 del presente trabajo de grado.

Tabla 8. Resultados de indicadores de precisión del pronóstico Suavización Exponencial Doble con datos atípicos.

	MATERIA PRIMA	INDICADORES DE PRECISIÓN			
		MAD lel	ECM $e2$	MAPE lel/xt	MAPE' $lel/x't$
SISTEMA DE PRONÓSTICO	Camarón	18,96	806,46	34%	34%
	Mixta	11,60	370,66	41%	37%
	Langostino	8,07	141,97	44%	40%
	Tilapia	8,92	149,34	41%	37%
	Filetes	11,75	246,56	37%	34%
	Truchas	12,87	600,62	53%	260%

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de demanda del Restaurante

Con los resultados de ambos pronóstico se hizo una combinación de ellos, cuyo resultado se muestran en la Tabla 8. donde se observó que las % MAPE disminuyeron en todos los platos, por ejemplo, para el Camarón con los datos atípicos se tiene %MAPE de 34%, mientras que con el promedio fue de 25%. Por otro lado, se observó que de los tres pronósticos aplicados, el que tenía menor %MAPE y desviación estándar de los errores, era cuando se usaba la demanda al remplazar los datos atípicos por el promedio.

Tabla 9. Resultados de indicadores de precisión del pronóstico Suavización Exponencial Doble reemplazando los datos atípicos por el promedio de la demanda.

	MATERIA PRIMA	INDICADORES DE PRECISIÓN			
		MAD	ECM	MAPE	MAPE'
		<i>lel</i>	<i>e2</i>	<i>lel/xt</i>	<i>lel/x't</i>
SISTEMA DE PRONÓSTICO	Camarón	12.84	300	26%	25%
	Mixta	7.82	107.73	31%	28%
	Langostino	5.65	56.12	35%	34%
	Tilapia	6.87	74.05	32%	31%
	Filetes	8.94	135.43	30%	28%
	Truchas	9.56	163.49	69%	43%

Fuente. Elaboración propia.

6.3 CONTROL DE INVENTARIO

La administración de los inventarios, es decir, la planificación y control de los inventarios para cumplir las prioridades competitivas de la organización, es un motivo importante de preocupación para todos los gerentes de todo tipo de empresas. La administración eficaz de los inventarios es esencial para realizar el pleno potencial de toda cadena de valor. El desafío no radica en reducir los inventarios a su mínima expresión para minimizar los costos, ni en tener inventarios en exceso para satisfacer todas las demandas, sino en mantener la cantidad adecuada para que la empresa alcance sus prioridades competitivas de la forma más eficiente posible. Este tipo de eficiencia sólo puede darse si la cantidad correcta de inventario fluye a través de la cadena de valor, que abarca a los proveedores, la empresa, los almacenes o centros de distribución y los clientes. [10]

Los problemas de control de inventarios se pueden clasificar de acuerdo con las características de la demanda y los tiempos de reposición. Tanto la

demanda como los tiempos de reposición pueden ser determinísticas o aleatorios. La demanda se puede clasificar en: Demanda constante y conocida, demanda determinísticas (variable pero conocida) y demanda probabilística o aleatoria. Un concepto clave para todo sistema de control es el de Inventario de Seguridad, el cual protege contra las posibles fluctuaciones de la demanda y de los tiempos de reposición. Además, se definirá el concepto de servicio al cliente y diversas formas de tratar los costos de faltante de inventario, los cuales han demostrado ser muy difíciles de estimar. Es necesario definir claramente algunos conceptos sobre el inventario. Es tan importante el inventario físico visible en las estanterías de la bodega o del almacén, al este es el inventario a la mano, como el inventario efectivo o posición del inventario, el cual puede considerarse como un inventario virtual. También el inventario efectivo es un concepto fundamental para el control de inventarios, ya que es con base en él que se deben tomar las decisiones de control, tales como cuándo y cuánto pedir. Se define el inventario neto a la diferencia entre el inventario a la mano y las requisiciones pendientes con los clientes. Por otra parte, el inventario de seguridad es el inventario neto promedio justo antes de que llegue un pedido. Un valor positivo del inventario de seguridad permite tener unidades en inventario para responder a demandas mayores que la demanda promedio durante el tiempo efectivo que tarda en llegar un pedido, o sea durante el tiempo de reposición. El inventario de seguridad depende de las fluctuaciones de la demanda durante el tiempo de reposición, o equivalentemente, de la desviación estándar de los errores del pronóstico de la demanda total sobre el tiempo de reposición.[2]

A parte existen tres preguntas claves a responder en cualquier sistema de control de inventarios: ¿Con qué frecuencia debe revisarse el nivel de inventario?, ¿Cuándo y qué cantidad debe ordenarse?

Para el caso de la demanda probabilística, estas tres preguntas son mucho más difíciles de responder. La respuesta a la primera pregunta implica altos costos de revisión frecuente del nivel de inventario, comparados con los costos de mantener inventario de seguridad para responder a la demanda durante el tiempo de reposición. Para responder la segunda pregunta debe tenerse en cuenta el equilibrio entre los costos de mantenimiento de inventario al ordenar anticipadamente y el nivel de servicio que se quiere dar al cliente. Finalmente, la respuesta a la tercera pregunta tiene en cuenta de nuevo el costo total relevante y, para algunos casos, está muy relacionada con la segunda pregunta.[2]

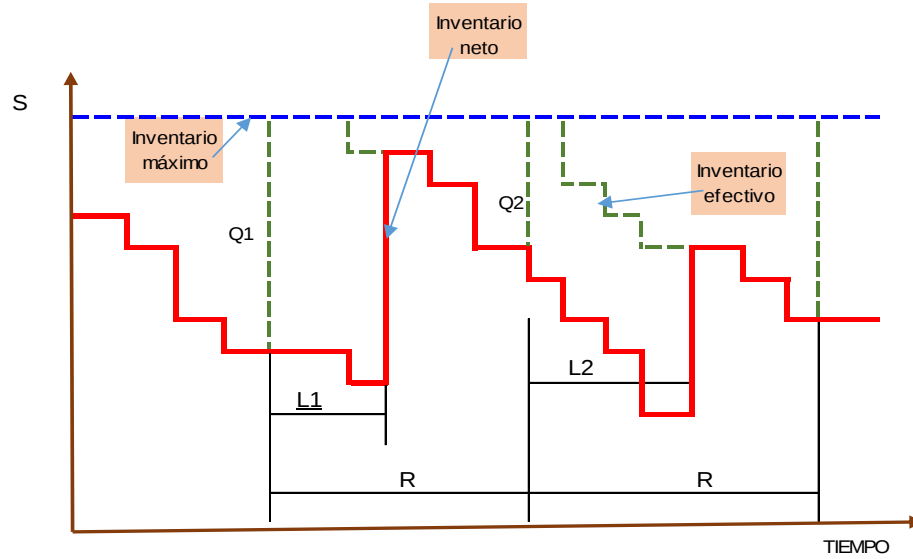
Sin embargo, La primera pregunta también está relacionada con la frecuencia de revisión del inventario efectivo se enmarca dentro de dos sistemas básicos: La revisión continua y la revisión periódica. Lo que trata de determinarse es el intervalo de tiempo que transcurre entre dos revisiones sucesivas del nivel de inventario efectivo. En la revisión continua, como su nombre lo indica, teóricamente se revisa el nivel de inventario en todo momento. Sin embargo, obviamente, esto no es posible en la práctica. Lo que se hace entonces es revisar el inventario cada vez que ocurre una transacción (despacho, recepción, demanda, etc.) y por ello también se le conoce como “sistema de reporte de transacciones”. En un sistema de revisión continua es difícil coordinar en general las actividades de control y el control de varios ítems simultáneamente, pero este sistema necesita un menor inventario de seguridad que el sistema periódico, ya que la protección sólo debe hacerse sobre el tiempo de reposición L . En los sistemas de revisión periódica, el nivel del inventario se consulta cada R unidades de tiempo. Obviamente, si $R \rightarrow 0$, este sistema se convierte en uno de revisión continua. En general, este sistema permite coordinar las actividades y el control de ítems en forma simultánea, pero requiere de un mayor inventario de seguridad que el sistema continuo, ya que la protección debe garantizarse

para un intervalo de tiempo igual al tiempo de reposición + el intervalo de revisión $(R + L)$. [2]

Debido a que la demanda de los productos que ofrece el Restaurante es Probabilística, se utilizó para el control de los inventarios un sistema (R,S) . Este sistema se conoce también como el sistema del ciclo de reposición y se encuentra a menudo en organizaciones que no utilizan control sistematizado de los inventarios. Aquí, cada R unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo, y se ordena una cantidad tal que este inventario suba al valor máximo S , en la Figura 6. representa el proceso del nivel de inventario con respecto del tiempo.

La principal ventaja de este método es la de permitir el control coordinado de diversos ítems relacionados entre sí, bien sea por ser proporcionados por el mismo proveedor, por compartir un mismo sistema de transporte, por ser producidos en la misma línea de manufactura, o por cualquier otra razón que permita obtener economías de escala en la adquisición o producción del pedido. Igualmente, el nivel máximo de inventario S puede ser ajustado fácilmente si el patrón de demanda tiende a cambiar con el tiempo. Su principal desventaja es que para un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema presenta costos de mantenimiento del inventario mayores que aquéllos de los sistemas continuos, ya que el nivel de inventario de seguridad requerido es mayor. Esto se da porque entre un período de revisión y otro, no se tiene información acerca del inventario efectivo, pudiendo caer éste a niveles indeseables si no se tiene el inventario de seguridad adecuado y, por lo tanto, éste debe cubrir fluctuaciones de demanda para un tiempo igual al período de revisión R más el tiempo de reposición L $(R + L)$. [2]

Figura 6. Nivel de Inventario con el Sistema de Control del Inventario (R,S).



Fuente. Tomada de[2], capítulo 5: Inventarios de demanda probabilística

Uno de los objetivos de cualquier sistema de control de inventario es evaluar los costos totales relevantes, ya que, para la gestión de inventarios es importante saber en los propósitos de toma de decisiones cuánto costará la estrategia seleccionada para controlar los inventarios, los cuales sus costos se divide en tres categorías: costos de mantener, costos de ordenar y costos de agotados.

Las ecuaciones que se utilizaron en el sistema de control de inventarios (R,S) se muestran a continuación.

$$CTR = \frac{A}{R} + \left(\frac{DR}{2} + k\sigma_{R+L} \right) vr + \frac{1}{R} (B_2 v) \sigma_{R+L} G_Z(k) \text{Ecuación 16}$$

$$G_Z(K) = \frac{DR}{\sigma_{R+L}} (1 - P_2) \text{Ecuación 17}$$

$$S = \hat{x}_{R+L} + k\sigma_{R+L} = (d * (R + L)) + IS \text{Ecuación 18}$$

$$\sigma_{R+L} = \sigma_1 * \sqrt{R + L} \text{Ecuación 19}$$

$$P_2 = 1 - \frac{G_z * \sigma_{R+L}}{D * R} \text{Ecuación 20}$$

$$P_{U(K)} = 1 - P_1 \text{Ecuación 21}$$

$$Q = D * R \text{Ecuación 22}$$

Cuya notación es la siguiente:

D = Rata de demanda, en unidades/año.

$G_z(k)$ =Función especial de la distribución normal unitaria $N(0, 1)$.

k =Factor de seguridad.

L = Tiempo de reposición.

$P_u(k)$ = Probabilidad de que la normal unitaria $z \sim N(0, 1)$ tome un valor mayor o igual que k .

r = Tasa del costo de mantenimiento del inventario, en %/año.

s = Punto de reorden, en unidades.

IS = Inventario de seguridad, en unidades.

v = Valor unitario del ítem, en \$/unidad.

A = Costo de Ordenar en \$/unidad

$\hat{x}_{R+L}$ = Demanda pronosticada sobre un intervalo de tiempo igual a $R+L$

σ_{R+L} = Desviación estándar estimada de los errores de pronósticos sobre un intervalo igual a $R + L$.

CTR = Costo Total Relevante.

Q = Tamaño del pedido económico de pedido en unidades

Luego abordar parte de la teoría del control de inventario, se precedió a aplicar un sistema de control de inventarios (R,S), trabajando bajo los siguientes supuestos:

1. El tiempo de reposición L , se halló de acuerdo a la información dada por la administradora del Restaurante, el en que se tuvo en cuenta el periodo de tiempo transcurrido desde la toma o realización del pedido al proveedor, hasta que llega la materia prima al Restaurante se midió en días.
2. Los costos de ordenar A o alistamiento de la materia prima, se calcularon estimado del gasto del recibo de teléfono, sumando el gastos de la gasolina en el caso de ir directamente donde proveedor.
3. Para el valor del producto V , en este caso costo de la materia prima se definió de acuerdo al registro de las facturas de compra.
4. La Tasa del costo de mantenimiento del inventario, en %/año. se manejó con diferentes valores, con el fin de crear distintos escenarios y ver los comportamientos de los costos totales relevantes.
5. El nivel de servicio P_2 , Fracción o proporción especificada de la demanda a ser satisfecha rutinariamente del inventario a la mano (o sea cuando no se pierde la venta o no se satisface mediante una requisición pendiente.
6. Fracción estimada del costo de faltante B_2 , puede tener un límite inferior en el porcentaje de margen del producto, ya que puede ser

mucho mayor debido a la pérdida de imagen e incluso a la pérdida de clientes por faltantes frecuentes y bajo nivel de servicio. Para el caso del Restaurante se toma la fracción B_2 como el margen de producto teniendo en cuenta el precio de venta y el costo de la materia prima para cada producto.

$$B_2 = \frac{\text{PRECIO DE VENTA} - \text{COSTO MATERIA PRIMA}}{\text{PRECIO DE VENTA}}$$

En la Tabla 10. Se muestran los datos utilizados para el modelo de control de inventarios (R,S) que se le aplicó en el restaurante. Es importante resaltar que se simularon diferente escenario con el fin de minimizar los costos totales relevante descritos en la Ecuación 16. La cual es adecuada en aquéllos casos en los que se puede estimar cuánto cuesta cada unidad de faltante debido a rompimientos de inventario. Por ejemplo, es útil para el caso de productos de consumo masivo sustituibles, para los cuales, si no están en la góndola, se pierde la venta, dejándose de percibir el margen del producto.

Tabla 10 Datos del Restaurante utilizados en el modelo de control de inventarios (R,S)

Producto	Precio del producto (\$/producto)	costo materia prima V (\$)	Tasa r (\$/\$año)	costo ordenar A (\$/pedido)	R semanal	Lead Time L (dias)	B_2
Camarón	22.000	3.000	30%	75.000	1	3	0,864
Mixta	22.000	3.200	30%	75.000	1	3	0,855
Langostino	30.000	3.600	30%	75.000	1	3	0,880
Tilapia	18.000	3.500	30%	90.000	1	1	0,806
Trucha	18.000	3.500	30%	75.000	1	2	0,806
Filete	18.000	3.500	30%	75.000	1	2	0,806

Fuente. Elaboración propia a partir del levantamiento de la información del Restaurante.

Se observa en la Tabla 10. por ejemplo que el precio de venta del producto oscila entre \$18.000 y \$30.000 de acuerdo a la materia prima a utilizar, pero el costo de la misma está entre \$3000 y \$3.600 dejando un margen de producto o ganancia hasta un 88%. Para el control de inventario el margen de ganancia se convierte el % de pérdida, es decir, en cuestión monetaria lo que la administradora deja de recibir, cada vez hay una venta pérdida por no tener el producto en su inventario. Por otro lado el tiempo de reposición L, tiene un periodo de uno a cuatro días, desde que se genera la orden de compra, hasta que llega la materia prima al Restaurante, la Tilapia presente el menor Lead Time, debido a que el proveedor se encuentra a 10 minutos de la ubicación del Restaurante, además que la administradora va directamente por el materia prima.

Sin embargo, de acuerdo a la Tabla 10. los únicos datos que no provienen del levantamiento de la información, son la tasa de costo de mantener inventario r, el periodo de revisión R. se asumió un nivel de servicio $P_2 = 95\%$ para todo los productos; por consiguiente, se procedió calcular el valor de $Q, P_1, G_z(k)$ utilizando los datos del Camarón.

$$Q = D \times R = 51.34 \times 1 = 51.34$$

$$G_z(k) = \frac{Q}{\sigma_{R+L}}(1 - P_2) = \frac{51.34}{34.41}(1 - 0.95) = 0.1240$$

Con el valor de $G_z(k)$, se busca el valor de $k = 0.78$ y $P_z(k) = 0.217695$ y posteriormente se calculó el valor de P_1 :

$$P_1 = 1 - P_z(k) = 1 - 0.217695 = 0.7823$$

Los resultados de los datos de muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de las Ecuaciones 17, 21 Y 22. Aplicadas a los datos con demanda promedio del Restaurante

Producto	Q (unidades/semana)	Pu(K)	K	G(k)	P2	P1
Camarón	51,3417	0,217695	0,78	0,124001144	0,95	0,7823050
Mixta	27,8611	0,200454	0,84	0,112292735	0,95	0,7995460
Langostino	18,4337	0,102042	1,27	0,102937186	0,95	0,8979580
Tilapia	22,7251	0,123024	1,16	0,12351603	0,95	0,8769760
Trucha	24,2053	0,245097	0,69	0,146612093	0,95	0,7549030
Filete	32,8864	0,125072	1,15	0,124609568	0,95	0,8749280

Fuente. Elaboración propia a partir datos del Restaurante.

Tabla 12. Resultados de las Ecuaciones 17, 21 y 22. Aplicadas a los datos con demanda original incluyendo los datos atípicos del Restaurante.

Producto	Q	PU(K)	K	G(k)	P2	P1
Camarón	55,7611	0,156248	1,01	0,081012963	0,95	0,8437520
Mixta	29,9980	0,127143	1,14	0,063121519	0,95	0,8728570
Langostino	20,3637	0,137857	1,09	0,069605484	0,95	0,8621430
Tilapia	24,9488	0,173609	0,94	0,094302328	0,95	0,8263910
Trucha	30,7708	0,111232	1,22	0,053334737	0,95	0,8887680
Filete	35,3953	0,181411	0,91	0,098409886	0,95	0,8185890

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 11. las cantidades a ordenar Q de materia prima, oscila entre 18 y 51 unidades, en el que la probabilidad P2 de la demanda sea satisfecha de inventario a la mano es del 95% para las seis materias primas; mientras que la probabilidad P1 de no tener faltantes por cada ciclo de reposición es del 78% para el Camarón, 80% para la Mixta, 89% el Langostino, 87% la Tilapia y trucha; 75% para el Filete. Sin embargo al en la

Tabla 12. se observó, que al utilizar los datos originales, las cantidad a ordenar aumenta al y los niveles de servicio P1 oscilan entre 81% y 88%.

A continuación, se procedió a dar valor a la variable R, inicialmente con una semana, ya que la administradora revisa el inventario cada domingo, para posteriormente simular distintos escenarios y observar como fue el comportamiento de los costos totales relevantes. Se utilizó los datos del pronóstico de la demanda promedio.

$$\sigma_{R+L} = \sigma_1 * \sqrt{R+L} = 17,32 * \left(\sqrt{1 + \frac{3}{7}} \right) = 20,7021$$

$$\hat{x}_{R+L} = (d * (R + L)) = 51 \times \left(1 + \frac{3}{7} \right) = 73$$

$$\text{inventario seguridad IS} = k\sigma_{R+L} = 0,78 \times 20,7021 = 16$$

$$S = \hat{x}_{R+L} + \text{IS} = 73 + 16 = 89$$

$$\text{Costo de ordenar} = \frac{A}{R} = \frac{75.000}{1/48} = 3.600.000$$

$$\text{costo de mantener} = \left(\frac{Q}{2} + k\sigma_{R+L} \right) vr = \left(\frac{51,34}{2} + 16 \right) (3.000 \times 0,3) = 37.637$$

$$\text{Costo de faltante} = \frac{1}{R} (B_2 v) \sigma_{R+L} G_Z(k)$$

$$\text{Costo falta} = \left(\frac{1}{1/48} \right) (0,864 \times 18.000) (20,7021) (0,124001144) = 312.252$$

$$\text{Costo Total Relevante CTR} = \text{Costo de ordenar} + \text{Costos de mantener} + \text{costo faltante}$$

$$\text{CTR} = \frac{A}{R} + \left(\frac{DR}{2} + k\sigma_{R+L} \right) vr + \frac{1}{R} (B_2 v) \sigma_{R+L} G_Z(k)$$

$$CTR = 3.600.000 + 37.637 + 312.352 = 3.956.889$$

Tabla 13. Resultado de la política de control de inventarios (R,S),reemplazando los datos atípicos de la demanda por el promedio

Product	promedian pronos(s eman	DesviaEs tandPro nós	InventaS egurid IS	$\sigma(R+L)$	Demand a (R+L)	Invent ario Máxi mo S	Costo ordenar	Costo Mantener Inventario \$/año	Costo del faltante \$/año	Costo Total Relevante CTR (\$/año)
Camarón	51	17,32	16	20,7021	73	89	3.600.000	37.637	319.252	3.956.889
Mixta	28	10,38	10	12,4056	40	50	3.600.000	23.377	182.850	3.806.227
Langostino	18	7,49	11	8,9539	26	38	3.600.000	22.235	140.155	3.762.391
Tilapia	23	8,61	11	9,1993	26	37	4.320.000	23.135	153.773	4.496.909
Trucha	24	7,28	6	8,2549	31	37	3.600.000	18.688	163.789	3.782.477
Filete	33	11,64	15	13,1958	42	57	3.600.000	33.199	222.531	3.855.731
TOTAL	177	63	69	73	239	308	22.320.000	158.272	1.182.351	23.660.623

Fuente. Elaboración propia a partir datos del Restaurante.

Se aclara que, el Sancocho por ser el único producto que no es a la carta, cuya preparación es previa, no se aplica la política de control de inventarios (R,S).

Tabla 14. Resultado de la política de control de inventarios (R,S), utilizando los datos de demanda con atípicos

Producto	promdD emanpr onossem an	DesviacioE standarPro nóstic	Inventa Segur IS	$\sigma(R+L)$	Demand a (R+L)	Inven MáxS	Costo ordenar (\$/año)	Costo Mantener Inventario (\$/año)	Costo del faltant(\$/ año)	Costo Total Relevant CTR (\$/año)
Camarón	56	28,79	35	34,4150	80	114	3.600.000	56.376	346.733	4.003.109
Mixta	30	19,88	27	23,7621	43	70	3.600.000	40.404	196.874	3.837.278
Langostino	20	12,24	16	14,6279	29	45	3.600.000	28.216	154.829	3.783.045
Tilapia	25	12,37	12	13,2281	29	41	4.320.000	26.154	168.820	4.514.974
Trucha	31	25,44	35	28,8469	40	75	3.600.000	53.108	208.216	3.861.324
Filete	35	15,86	16	17,9836	46	62	3.600.000	35.766	239.508	3.875.274
TOTAL	197	115	142	133	265	407	22.320.000	240.024	1.314.980	23.875.004

Fuente. Elaboración propia a partir datos del Restaurante.

Se observó, en la Tabla 14. que el costo total relevante al utilizar una política de control de inventario (R,S), es de \$ 23.875.004 anuales por las 6 materias primas. Por ejemplo para el Camarón la política es revisar el inventario cada semana y ordenar una cantidad igual a 114 unidades menos el inventario

efectivo al momento de la revisión. Mediante este método se conseguirá un nivel de servicio aproximado de P2 igual al 95%, con un costo total relevante de \$4.003.109 al año.

Inicialmente, al simular un escenario bajo el supuesto que las siete materias primas principales, se le hace revisión R de su inventario cada semana y además tienen un tasa de costo de mantenimiento r del 30%, de acuerdo a la Tabla 13 se observó que el trabajar con los pronóstico de la demanda reemplazando los datos atípicos por el promedio dio como resultado las siguientes políticas de control de inventario: por ejemplo para el Camarón se debe revisar el inventario cada semana y ordenar una cantidad igual a 113 unidades menos el inventario efectivo al momento de la revisión. Mediante este método se conseguirá un nivel de servicio aproximado del 99% con un costo total relevante del \$3.956.889 pesos anuales. Se comparó los resultados de ésta política de control de inventarios con la del Camarón utilizando los datos de demanda original, y se observó que, tiene un menor costo total relevante con un valor de \$23.660.623 al año por las seis materias primas.

Además se comparó los resultados de la Tabla 13 y la Tabla 14. al utilizar los datos de demanda, y luego reemplazando el dato atípico por el promedio de la demanda, se observó que la Tilapia, es la materia prima con mayor CTR superior a los \$ 4.000.000 al año; sin embargo las seis materias primas principales presenta un menor Costo Total Relevante y los inventarios máximos disminuyeron cuando se utiliza los datos reemplazados por el promedio.

Por otro lado, cuando se simula un escenario disminuyendo el periodo de revisión R igual la 3 días, y manteniendo el valor de las variables, se observa, que el Costo Total Relevante en cada una de las materias primas

aumenta, el doble, de cuando se maneja un $R = 1$ semana. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Resultado de la política de control de inventarios (R,S),reemplazando los datos atípicos de la demanda por el promedio, manejando un $R = 3$ días

Producto	promedio de Demanda pronostico (semanal)	Desviación Estándar Pronóstico	Inveta Seguridad IS	$\sigma(R+L)$	Demand a(R+L)	Invent ario Máximo S	Costo ordenar (\$/año)	Costo Mantener inventario (\$/año)	Costo del faltante (\$/año)	Costo Total Relevante CTR (\$/año)
Camarón	51	17,32	31	16,0358	44	75	8.400.000	37.611	48.827	8.486.439
Mixta	28	10,38	17	9,6093	24	41	8.400.000	22.336	42.015	8.464.351
Langostino	18	7,49	12	6,9356	16	28	8.400.000	17.300	40.799	8.458.098
Tilapia	23	8,61	11	6,5049	13	24	10.080.000	16.724	37.565	10.134.289
Trucha	24	7,28	11	6,1528	17	28	8.400.000	16.817	30.653	8.447.470
Filete	33	11,64	18	9,8355	23	41	8.400.000	26.298	41.100	8.467.398
TOTAL	177	63	100	55	137	237	52.080.000	137.087	240.959	52.458.046

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos del Restaurante.

Un tema clave en el control de inventarios es el control de ítems perecederos, estacionales o de moda', ya que pueden llegar a un alto grado de obsolescencia en tiempos relativamente cortos. En otras palabras, suelen ser productos de muy corto ciclo de vida, como por ejemplo, los alimentos, los teléfonos celulares, las calculadoras e incluso los computadores.[2]. Por lo tanto, una política de control para este tipo de productos se basa en un en las utilidades esperadas o márgenes de ganancia por producto, teniendo en cuenta las cantidades a ordenar, los excedentes y faltantes esperados, así como el la probabilidad de ocurrencia, en este caso, de que se venda cierta cantidad producto en el Restaurante.

Al ser el Sancocho, el único producto que no es a la carta, y además de ser el producto que más se vende en el Restaurante, cuyo valor de salvamento económicamente es cero, ya que, por la naturaleza del producto por ser perecedero no se puede guardar luego de estar previamente elaborado. Por

consiguiente, la administradora procede a Regalar el excedente del producto diario, que no se vendió a un grupo de personas con escasos recursos económicos. Este acto no puede ser tomado como una acción de responsabilidad social empresarial, debido a que no se encuentra documentando y registrado ante el gobierno como una donación, la cual en términos tributarios, equivale hasta el 30% descuento del valor total del impuesto de la renta, de acuerdo con el Estatuto Tributario en Colombia, un acto de Responsabilidad Social Empresarial, debe cumplir con ciertos lineamientos y planes de acción entregable que aporten a la Cultura, Educación, Vivienda, Ambiente y sociedad, entre otros ítems.

A continuación, se propuso para el Sancocho aplicar una política de control de inventario para ítems perecederos, teniendo en cuenta que la a pedir Q, se determinó a través del precio de venta y el costo de la materia prima, incluyendo las utilidades esperadas en pesos (\$). Para la política de control se toma como muestra 175 datos diarios de la demanda del Sancocho que equivalen a los días del periodo enero a junio del año 2010.

En el presente trabajo de grado, para el Sancocho se trabajó bajo los siguientes supuestos:

- El costo de salvamento del producto es 0\$, debido a que no se recupera el costo del Sancocho, al donar las unidades restantes en el día.
- El costo de adquirir una unidad del producto (un plato de Sancocho), se determinó dividiendo el costo total de producir una olla de sancocho, entre el número de platos que se producen. Adicionalmente se incluye en el costo total, la mano de obra, insumos, y materia prima principal.

Se utilizó las siguientes ecuaciones en la aplicación de la Política de control (s,Q), con utilidad esperada.

$$Q^* = \mu + K * \sigma \text{Ecuación 23}$$

$$P_1 = \frac{p-v}{p-s} \text{Ecuación 24}$$

$$E[U(Q)] = (p - sa)\mu - (v - sa)Q - (p - sa)\sigma G_z\left(\frac{Q-\mu}{\sigma}\right) \text{Ecuación 25}$$

$$\text{Excedentes esperados} = (Q - \mu) \left[1 - p_z\left(\frac{Q-\mu}{\sigma}\right)\right] + \sigma f_z\left(\frac{Q-\mu}{\sigma}\right) \text{Ecuación 26}$$

$$\text{Faltantes esperados} = (\mu - Q)p_z\left(\frac{Q-\mu}{\sigma}\right) + \sigma f_z\left(\frac{Q-\mu}{\sigma}\right) \text{Ecuación 27}$$

$$f_z(k^*) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp[-(k^*)^2/2] \text{Ecuación 28}$$

$$s = dl + k\sigma\sqrt{l} \text{Ecuación 29}$$

$$CTR = \frac{AD}{Q} + \left(\frac{Q}{2} + k\sigma_l\right) vr + \frac{D}{Q} B_1 P_z(k) \text{Ecuación 30}$$

Donde:

Q^* = Tamaño óptimo de orden correspondiente al nivel de servicio óptimo anterior, o sea que P_1^* es la probabilidad de que la demanda durante el período sea menor o igual que Q^* .

P_1^* = Nivel óptimo de servicio (probabilidad de que no haya faltante en cada ciclo)

μ = Medio o promedio del pronóstico de la demanda de Sancocho.

σ = Desviación estándar de los errores del pronóstico de la demanda.

p = Precio de Venta (\$) del Sancocho por unidad.

v = Valor o costo (\$) de producir una unidad de Sancocho.

sa = Valor de salvamento (\$) por unidad de sancocho.

f_z = Función de la distribución Normal de Probabilidad.

s = Punto de reorden. En la ecuación se asume el promedio de la demanda como $d = \mu$.

l = Tiempo de reposición en días.

B_1 = Costo en que se incurre por cada ocasión de faltante.

Luego de haber abordado un poco de teoría acerca de la política de control de inventario para perecederos, se procedió aplicarla, los datos iniciales se muestran en la Tabla 16 los valores de μ y σ provienen como resultado del sistema de pronóstico Suavización Exponencial Doble, reemplazando los datos atípicos de la demanda original, por el promedio de la demanda. La materia prima principal pescado Alguacil, el cual es utilizado para la preparación del Sancocho, tiene un tiempo de reposición de 3 días en el que el producto es traído al Restaurante por el Proveedor.

En la Tabla 17 se observa los resultados luego de aplicar las Ecuación 11, Ecuación 12, Ecuación 13, Ecuación 14, Ecuación 15, Ecuación 16 y Ecuación 17. donde se tiene un nivel de servicio P_1 del 78%, con la siguiente política de control de inventarios: ordenar una cantidad $Q^* = 22$ unidades, con una Utilidad esperada de \$131.128 diarios y un costo total relevante de \$19,111,364 al año; se espera que ocurra un faltante de 4 unidades y sobren 11 unidades.

Tabla 16. Datos iniciales del Sancocho

DATOS	
Precio de venta (p)	\$14,000
Costo producto (v)	\$3,000
Tiempo reposición (l)	3 días
Costo salvamento (sa)	\$0
Promedio demanda pronostico (μ)	14.89 unid/día
Desviación estándar error pronostico (σ)	8.179 unid

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 17. Resultados de la política de control de inventarios perecederos, aplicados al Sancocho.

DATOS	
Cantidad ordenar (Q^*)	21.78 unidad
Nivel servicio (P_1)	0.7857
Probabilidad ($P_z(k)$)	0.2143
Factor seguridad (k)	0.79
$G_z(K)$	0.122340
Faltantes esperados	3.56
Excedentes esperados	10.4
Costo total Relevante	\$19,111,364

Fuente. Elaboración propia.

Para el caso de los faltantes y excedentes esperados recuérdese son variables aleatorias y que se muestran sus valores esperados, es decir, que si observáramos el comportamiento del sistema por un número suficiente de semanas, en algunas ocasiones habría sobrantes y en otras ocasiones ocurrirían faltantes. Si se calculara el promedio de los excedentes cuando

ocurren y de los faltantes cuando ocurren. Así, los dos valores positivos obtenidos no representan contradicción alguna. De acuerdo con lo estudiado anteriormente, existen varias estrategias obvias para mejorar la rentabilidad de la cadena de abastecimiento en el caso de productos de estilo o de moda. La primera es aumentar el valor de salvamento s a través, por ejemplo, del envío del producto cuando la estación termine a otros lugares donde pueda ser demandado. Otras alternativas pueden ser disminuir el costo bajo inventario, disminuir los tiempos de reposición, disminuir la variabilidad de los errores del pronóstico de la demanda.[2].

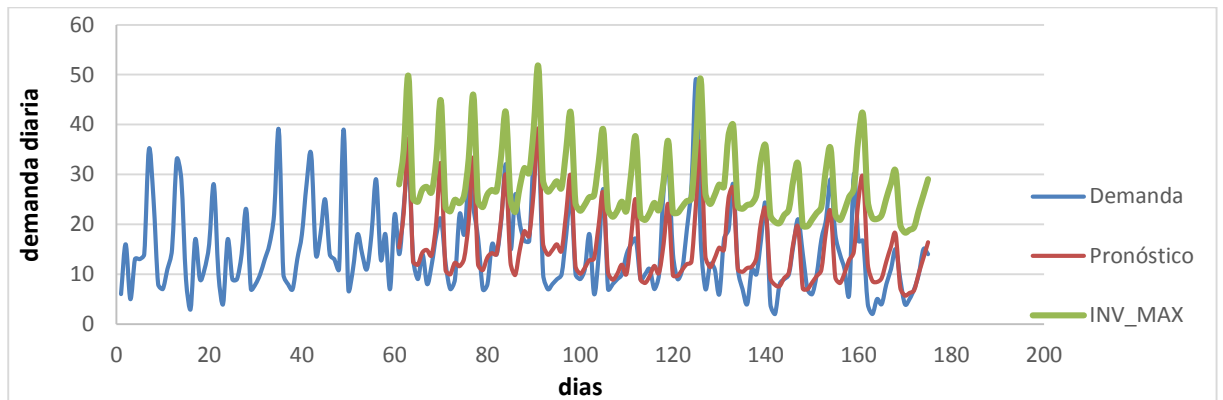
7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados finales se le da respuesta a la problemática principal que presentaba el Restaurante, el cual no se tenían ningún mecanismo de control de inventario por tanto se presentaba, faltantes y excedentes de productos, ocasionando pérdidas y mala imagen ante los clientes. Por ende, la recopilación de los datos ayudó a realizar una caracterización de cómo se encontraba el Restaurante; además analizar el comportamiento de los demanda a través del registro histórico de tres años consecutivos, que facilitó realizar sistemas de pronósticos para posteriormente, evaluar la política de control de inventario (R,S) más adecuada.

Durante el proceso de caracterización de obtuvieron resultados tales como, agrupar los datos de los productos por materia prima principal, generando solo siete productos a estudiar: Sancocho, Camarón, Langostino, Mixto, Tilapia, Filete, Trucha. De los siete productos, el Sancocho es el producto con mayor demanda en el restaurante, además de ser el único que no es a la carta, ya que es preparado previamente, por tanto, se estudió su demanda diaria, se aplicó el sistema de pronóstico Multiplicativo de Winters, cuyo promedio de la demanda del pronóstico fue de 15 platos por día. Se simuló el escenario de calcular el inventario máximo suponiendo un $k = 1.96$ y con un tiempo de reposición $L_t = 0$ días, los resultados del pronóstico y el inventario máximo se muestran en la Figura 7. Cabe resaltar, que este producto no tiene ningún valor monetario de salvamento, cuando no se vende, debido a que su ciclo de vida es aproximadamente 12 horas luego de estar cocido. Sin embargo, el Sancocho que no es vendido se regala a personas de escasos recursos económicos conocidos como “indigentes”. Este acto de responsabilidad social aunque no genera ganancia monetaria alguna, crea

un entorno de seguridad social debido a que no es invadido ni asaltado por este grupo de personas.

Figura 7. Gráfica de comparativa del comportamiento de la Demanda, el Pronóstico y el Inventario Máximo del Sancocho.



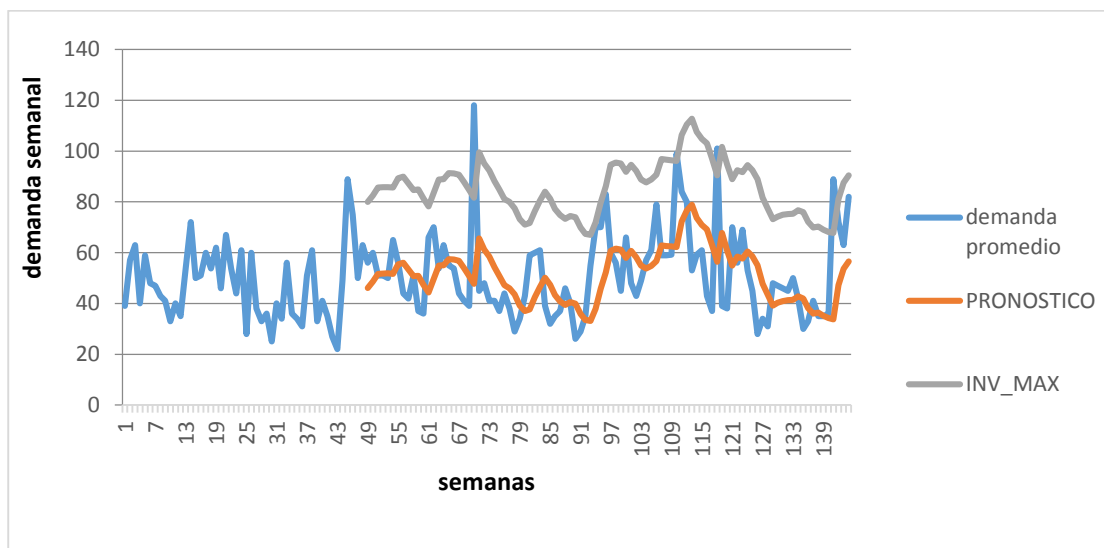
Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 7. Se observa que en el día 126 probablemente exista un faltante debido a que la demanda es superior que el pronóstico el nivel de inventario máximo para esta fecha. Luego de conocer el comportamiento diario de la demanda del Sancocho, se propuso establecer una política de control de inventarios para ítems perecederos, calculando teóricamente la cantidad a ordenar Q , los resultados arrojaron que se debe ordenar producir 22 unidades diarias, con una probabilidad de que no haya faltantes en cada ciclo del 78% y un costo total relevante de 19 millones de pesos anuales.

Continuando con el proceso de caracterización de las seis materias primas restantes, se identificó que el comportamiento de la demanda era similar, en el que la venta de los productos aumentaba considerablemente en fechas especiales como la Semana Santa, Día de la Madre, el Día del Padre y Navidad, por tanto se le aplicó el sistema de pronóstico Suavización

Exponencial Doble a cada uno de las seis materias primas, teniendo en cuenta primero los datos atípico de la demanda , y luego reemplazando el dato atípico por el promedio de la demanda. Los resultados obtenidos muestran que al utilizar el registro de la demanda reemplazando los datos atípicos por el promedio, la desviación estándar de los errores del pronóstico disminuye al igual que % MAPE, en cada uno de los platos. Dentro del sistema de pronostico se simulo el escenario de comparar el uno grafica el comportamiento de la demanda, los resultados del sistema de pronostico y el inventario máximo, suponiendo un factor de seguridad $k= 1.96$ con un lead time = 0 y un periodo de recisión $R = 1$ semana. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de este escenario, en el que se observa que ocurra probablemente un agotado en la semana 70 y 140, ya que, la demanda promedio supera el promedio y el inventario máximo para esta fecha.

Figura 8. Gráfica de comparativa del comportamiento de la Demanda semanal, el Pronóstico y el Inventario Máximo del Camarón.



Fuente. Elaboración propia.

Por otro lado, para atender el aumento de la demanda es las fechas especiales ya mencionado, la administradora tendrá claro, que deberá

establecer plan de acción de acuerdo con la experticia y el registro de las demandas en años anteriores, ya sea, aumentado el % de orden de pedidos de materia primas para estas fechas.

Es importante resaltar, que aunque la naturaleza de los materias primas de los productos del Restaurante a estudiar es perecedera, el ciclo de vida en promedio para cada una de ellas es aproximadamente de 60 días en un estado de congelación, pero debido al movimiento de su demanda, las materias primas son utilizadas en un periodo frecuente de máximo de tres semanas, por lo tanto, el modelo de control de inventarios propuesto permite llevar un control semanal de la materia prima, teniendo en cuenta que la orden de pedido o compra de es también semanal con un tiempo de reposición máximo de 2 días, además de tener un inventario máximo suficiente para producir de en promedio 40 platos semanales por cada una de las materias primas requeridas. Asumiendo para esta política de control un costo total relevante de 23 millones de pesos al año, a un nivel de servicio del P_2 del 95%. Sin embargo, se simuló otro escenario disminuyendo el periodo de revisión del inventario a 3 días, y se observa que el costo total relevante aumenta a 53 millones de pesos al año, al igual que el inventario máximo.

Finalmente, el sistema de periódico de control de inventario (R,S) propuesto, permite un mayor control, al agruparlas diversos materias primas relacionadas entre sí, debido a su naturaleza perecedera al ser mariscos, sin embargo los costos de mantener inventario aumentan debido a que el inventario de seguridad es mayor, pero los costos de ordenar son menores si se comparan con una política de revisión continua. Por ejemplo con una revisión semanal los costos de mantener el inventario de las seis materias primas son de \$137.252 pesos al año y de ordenar es de 22 millones al año, mientras que si

la revisión se hace cada 3 días, los costos de mantener y ordenar son de \$137.087 pesos y 52 millones de pesos al año respectivamente.

8. CONCLUSIONES

El control de inventarios es uno de los temas más complejos y apasionantes de la logística y de la planeación y administración de la cadena de abastecimiento. Es muy común escuchar a los administradores, gerentes y analistas de logística afirmar que uno de sus principales problemas a los que se deben enfrentar es la administración de los inventarios[2].

En el Restaurante objeto de estudio se presentan dos problemas, uno asociado a la gestión de materias primas y otro a las decisiones de un proceso de fabricación para inventario. En el caso de las materias primas ocurre el conocido “desbalanceo del inventario”, es decir, la existencia de excesos y faltantes, el cual genera ventas perdidas cuando el cliente requiere el producto y no se puede producir por falta de materia prima, generando niveles de servicio bajos. La otra situación está dada en la determinación diaria de cuánto elaborar de un producto perecedero (Sancocho) considerando la teoría clásica de los inventarios para productos perecederos.

En el proceso de caracterización de los productos, se encontró que el Sancocho, presentó mayor demanda, además de ser, uno de los productos principales el cual no es a la carta, puesto que, es previamente elaborado. El comportamiento de su demanda es totalmente estacional, es decir, los fines de semana aumentan los niveles de venta del producto, mientras que entre semana, especialmente los días martes y miércoles su demanda disminuye. Debido a este comportamiento, se decidió aplicar el sistema de pronóstico Modelo Multiplicativo de Winter a la demanda diaria del Sancocho, cuyo resultado arrojó un ECM de 41.36, con un porcentaje de desviación de la MAPE del 26.5%. Continuado con la caracterización del resto de los productos del Restaurante, se decide, agrupar sus demandas, de acuerdo a

los requerimientos de materiales necesarios para su elaboración. Se obtuvo un total de seis familias de materias primas: Camarón, Langostino, Mixtos, Tilapia, Filete y Trucha. Estas materias primas presentaron un comportamiento de su demanda creciente y decreciente durante todo el año; por consiguiente, se aplicó el sistema de pronóstico Suavización Exponencial Doble a las demandas semanales de seis materias primas tomando los datos atípicos y luego remplazando los datos atípicos por el promedio de la demanda. Los resultados del pronóstico arrojaron un porcentaje de desviación de los errores MAPE entre un 25% y 43%.

Para solucionar la problemática principal que presenta el Restaurante, se propuso aplicar dos tipos de modelos de control de inventario, teniendo en cuenta las características del producto y el comportamiento de su demanda. El primer modelo utilizado fue de control de inventarios para ítems perecederos, el cual es aplicado a un solo producto que es el Sancocho, debido a que es previamente cocido, además de ser el producto con mayor demanda en el Restaurante cuyo comportamiento de la demanda se eleva los fines de semana, es decir, presenta un comportamiento estacional. La política de control muestra que se debe ordenar en promedio $Q=22$ unidades diarias de sancocho.

El segundo modelo que se utilizó es de revisión periódica (R,S), y se aplicó al resto de los productos agrupados por materia prima principal, en donde el periodo de revisión es semanal y sus inventarios máximos varía para cada uno de los seis grupos de materia prima. Se simuló un segundo escenario en el que disminuye el periodo de revisión a 3 días, pero el costo total relevante aumenta comparado con un periodo de revisión semanal.

En conclusión la realización del presente trabajo de grado, permite observar, que para establecer, una política que facilite el control de inventarios, se debe tener en cuenta, algunos factores claves, como la naturaleza del producto a controlar, el registro histórico y su comportamiento de la demanda, ya que, por ejemplo para este caso de estudio, aunque los productos son perecederos, la rotación de su inventario hace que parezcan productos con ciclos de vida largos, permitiendo establecer predicción más cercana de la demanda, con ayuda de los sistemas de pronóstico.

Anexo 1. Simulación de pronóstico Suavización Doble para Camarón con Datos atípico.

[illegible]

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 2. Simulación pronóstico Suavización Doble para Langostino con datos atípicos.

		alfa	0,15213128					
		Beta	0,84786872					
		a1	19,14			MAD	ECM	MAPE
		b2	0,041			8,27	149,78	44%
		b1	21,108	Desv Esta	10,33169795	12,23858523		42%
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X'
25	21,51	20,78	21,15	3,85	3,85	14,83	0,15	0,18
17	20,82	20,79	22,36	-5,36	5,36	28,75	0,32	0,24
27	21,76	20,94	20,86	6,14	6,14	37,69	0,23	0,29
23	21,95	21,09	22,73	0,27	0,27	0,07	0,01	0,01
13	20,59	21,01	22,96	-9,96	9,96	99,27	0,77	0,43
20	20,50	20,93	20,09	-0,09	0,09	0,01	0,00	0,00
28	21,64	21,04	19,98	8,02	8,02	64,26	0,29	0,40
18	21,09	21,05	22,34	-4,34	4,34	18,87	0,24	0,19
29	22,29	21,24	21,13	7,87	7,87	61,94	0,27	0,37
30	23,46	21,58	23,53	6,47	6,47	41,85	0,22	0,27
30	24,46	22,01	25,69	4,31	4,31	18,59	0,14	0,17
28	25,00	22,47	27,34	0,66	0,66	0,44	0,02	0,02
16	23,63	22,64	27,98	-11,98	11,98	143,48	0,75	0,43
24	23,68	22,80	24,79	-0,79	0,79	0,62	0,03	0,03
59	29,06	23,75	24,72	34,28	34,28	1.174,83	0,58	1,39
15	26,92	24,24	35,31	-20,31	20,31	412,54	1,35	0,58
13	24,80	24,32	30,08	-17,08	17,08	291,82	1,31	0,57
62	30,46	25,26	25,37	36,63	36,63	1.342,01	0,59	1,44
31	30,54	26,06	36,60	-5,60	5,60	31,35	0,18	0,15
19	28,79	26,47	35,83	-16,83	16,83	283,22	0,89	0,47
19	27,30	26,60	31,51	-12,51	12,51	156,57	0,66	0,40
40	29,23	27,00	28,12	11,88	11,88	141,12	0,30	0,42
13	26,76	26,96	31,86	-18,86	18,86	355,71	1,45	0,59
21	25,88	26,80	26,52	-5,52	5,52	30,49	0,26	0,21
14	24,08	26,39	24,81	-10,81	10,81	116,76	0,77	0,44
14	22,54	25,80	21,35	-7,35	7,35	54,08	0,53	0,34
9	20,48	24,99	18,70	-9,70	9,70	94,13	1,08	0,52
16	19,80	24,20	15,17	0,83	0,83	0,70	0,05	0,06
8	18,01	23,26	14,61	-6,61	6,61	43,70	0,83	0,45
15	17,55	22,39	11,81	3,19	3,19	10,18	0,21	0,27
15	17,16	21,60	11,84	3,16	3,16	10,00	0,21	0,27
11	16,22	20,78	11,93	-0,93	0,93	0,87	0,08	0,08
13	15,73	20,01	10,85	2,15	2,15	4,61	0,17	0,20
16	15,77	19,37	10,69	5,31	5,31	28,21	0,33	0,50
18	16,11	18,87	11,54	6,46	6,46	41,77	0,36	0,56
18	16,40	18,49	12,86	5,14	5,14	26,43	0,29	0,40
10	15,43	18,03	13,93	-3,93	3,93	15,43	0,39	0,28
11	14,75	17,53	12,36	-1,36	1,36	1,84	0,12	0,11
11	14,18	17,02	11,48	-0,48	0,48	0,23	0,04	0,04
15	14,31	16,61	10,83	4,17	4,17	17,36	0,28	0,38
15	14,41	16,27	11,59	3,41	3,41	11,61	0,23	0,29
6	13,13	15,80	12,22	-6,22	6,22	38,64	1,04	0,51
13	13,11	15,39	9,99	3,01	3,01	9,06	0,23	0,30
13	13,09	15,04	10,43	2,57	2,57	6,61	0,20	0,25
20	14,15	14,90	10,80	9,20	9,20	84,59	0,46	0,85
24	15,64	15,02	13,25	10,75	10,75	115,51	0,45	0,81
26	17,22	15,35	16,39	9,61	9,61	92,42	0,37	0,59
26	18,56	15,84	19,42	6,58	6,58	43,24	0,25	0,34
26	19,69	16,42	21,76	4,24	4,24	17,97	0,16	0,19
26	20,65	17,07	23,54	2,46	2,46	6,06	0,09	0,10
20	20,55	17,60	24,87	-4,87	4,87	23,74	0,24	0,20
20	20,47	18,03	24,03	-4,03	4,03	16,26	0,20	0,17
13	19,33	18,23	23,34	-10,34	10,34	106,83	0,80	0,44
20	19,43	18,41	20,63	-0,63	0,63	0,39	0,03	0,03
15	18,76	18,47	20,63	-5,63	5,63	31,74	0,38	0,27
20	18,95	18,54	19,10	0,90	0,90	0,81	0,04	0,05
21	19,26	18,65	19,43	1,57	1,57	2,47	0,07	0,08
25	20,13	18,87	19,98	5,02	5,02	25,21	0,20	0,25
24	20,72	19,16	21,62	2,38	2,38	5,68	0,10	0,11
14	19,70	19,24	22,57	-8,57	8,57	73,40	0,61	0,38
76	28,26	20,61	20,24	55,76	55,76	3.108,99	0,73	2,75
48	31,27	22,23	37,29	10,71	10,71	114,71	0,22	0,29
33	31,53	23,65	41,92	-8,92	8,92	79,59	0,27	0,21
35	32,06	24,93	40,83	-5,83	5,83	33,97	0,17	0,14
27	31,29	25,89	40,47	-13,47	13,47	181,42	0,50	0,33
71	37,33	27,63	37,65	33,35	33,35	1.112,18	0,47	0,89
27	35,76	28,87	48,77	-21,77	21,77	473,74	0,81	0,45
18	33,06	29,51	43,88	-25,88	25,88	669,92	1,44	0,59
13	30,01	29,58	37,24	-24,24	24,24	587,75	1,86	0,65
23	28,94	29,48	30,50	-7,50	7,50	56,31	0,33	0,25
9	25,91	28,94	28,30	-19,30	19,30	372,37	2,14	0,68
9	23,33	28,09	22,33	-13,33	13,33	177,63	1,48	0,60
20	22,83	27,29	17,73	2,27	2,27	5,16	0,11	0,13
17	21,94	26,47	17,57	-0,57	0,57	0,32	0,03	0,03
10	20,12	25,51	16,59	-6,59	6,59	43,48	0,66	0,40
12	18,89	24,50	13,77	-1,77	1,77	3,15	0,15	0,13
15	18,30	23,56	12,27	2,73	2,73	7,46	0,18	0,22
22	18,86	22,84	12,09	9,91	9,91	98,16	0,45	0,82
9	17,36	22,01	14,16	-5,16	5,16	26,66	0,57	0,36
13	16,70	21,20	11,88	1,12	1,12	1,26	0,09	0,09
18	16,89	20,55	11,39	6,61	6,61	43,76	0,37	0,58
13	16,30	19,90	12,59	0,41	0,41	0,17	0,03	0,03
6	14,74	19,11	12,06	-6,06	6,06	36,72	1,01	0,50
17	15,08	18,50	9,57	7,43	7,43	55,20	0,44	0,78
6	13,70	17,77	11,05	-5,05	5,05	25,45	0,84	0,46
14	13,74	17,16	8,90	5,10	5,10	26,05	0,36	0,57
11	13,33	16,57	9,72	1,28	1,28	1,64	0,12	0,13
6	12,21	15,91	9,50	-3,50	3,50	12,22	0,58	0,37
12	12,18	15,34	7,85	4,15	4,15	17,23	0,35	0,53
11	12,00	14,83	8,45	2,55	2,55	6,51	0,23	0,30
14	12,30	14,45	8,66	5,34	5,34	28,54	0,38	0,62
8	11,65	14,02	9,77	-1,77	1,77	3,15	0,22	0,18
38	15,66	14,27	8,85	29,15	29,15	849,75	0,77	3,29
28	17,54	14,77	17,29	10,71	10,71	114,64	0,38	0,62
29	19,28	15,46	20,80	8,20	8,20	67,25	0,28	0,39
21	19,54	16,08	23,79	-2,79	2,79	7,789647251141	0,13	0,12

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 3. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Langostino con reemplazando el datos atípico por la demanda promedio.

	alfa	0,18403461						
	Beta	0,81596539						
	a1	15,64			MAD	ECM	MAPE	MAPE'
	b2	0,111			5,65	56,12	35%	34%
	b1	20,968		Desv.Esta	7,061870836	7,491349421		
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X'
25	21,31	20,23	21,08	3,92	3,92	15,37	0,16	0,19
17	20,52	20,28	22,63	-5,63	5,63	31,73	0,33	0,25
27	21,71	20,54	20,80	6,20	6,20	38,40	0,23	0,30
23	21,95	20,80	23,14	-0,14	0,14	0,02	0,01	0,01
13	20,30	20,71	23,35	-10,35	10,35	107,12	0,80	0,44
20	20,24	20,62	19,80	0,20	0,20	0,04	0,01	0,01
28	21,67	20,82	19,78	8,22	8,22	67,56	0,29	0,42
18	21,00	20,85	22,72	-4,72	4,72	22,28	0,26	0,21
29	22,47	21,15	21,18	7,82	7,82	61,22	0,27	0,37
30	23,86	21,65	24,09	5,91	5,91	34,94	0,20	0,25
30	24,99	22,26	26,56	3,44	3,44	11,82	0,11	0,13
28	25,54	22,86	28,33	-0,33	0,33	0,11	0,01	0,01
16	23,78	23,03	28,82	-12,82	12,82	164,37	0,80	0,44
24	23,82	23,18	24,71	-0,71	0,71	0,50	0,03	0,03
20,35416667	23,19	23,18	24,62	-4,26	4,26	18,16	0,21	0,17
15	21,68	22,90	23,19	-8,19	8,19	67,11	0,55	0,35
13	20,08	22,38	20,18	-7,18	7,18	51,53	0,55	0,36
20,35416667	20,13	21,97	17,26	3,09	3,09	9,57	0,15	0,18
31	22,13	22,00	17,88	13,12	13,12	172,15	0,42	0,73
19	21,56	21,92	22,29	-3,29	3,29	10,85	0,17	0,15
19	21,09	21,77	21,11	-2,11	2,11	4,46	0,11	0,10
40	24,57	22,28	20,25	19,75	19,75	389,96	0,49	0,98
13	22,44	22,31	27,37	-14,37	14,37	206,43	1,11	0,52
21	22,17	22,28	22,59	-1,59	1,59	2,54	0,08	0,07
14	20,67	21,99	22,04	-8,04	8,04	64,59	0,57	0,36
14	19,44	21,52	19,05	-5,05	5,05	25,54	0,36	0,27
9	17,52	20,78	16,90	-7,90	7,90	62,35	0,88	0,47
16	17,24	20,13	13,52	2,48	2,48	6,14	0,15	0,18
8	15,54	19,29	13,70	-5,70	5,70	32,47	0,71	0,42
15	15,44	18,58	10,95	4,05	4,05	16,41	0,27	0,37
15	15,36	17,99	11,59	3,41	3,41	11,59	0,23	0,29
11	14,56	17,35	12,14	-1,14	1,14	1,30	0,10	0,09
13	14,27	16,79	11,13	1,87	1,87	3,50	0,14	0,17
16	14,59	16,38	11,19	4,81	4,81	23,17	0,30	0,43
18	15,22	16,17	12,39	5,61	5,61	31,47	0,31	0,45
18	15,73	16,09	14,05	3,95	3,95	15,60	0,22	0,28
10	14,67	15,83	15,29	-5,29	5,29	27,98	0,53	0,35
11	14,00	15,49	13,26	-2,26	2,26	5,12	0,21	0,17
11	13,45	15,11	12,17	-1,17	1,17	1,37	0,11	0,10
15	13,73	14,86	11,40	3,60	3,60	12,94	0,24	0,32
15	13,97	14,70	12,35	2,65	2,65	7,02	0,18	0,21
6	12,50	14,29	13,07	-7,07	7,07	50,00	1,18	0,54
13	12,59	13,98	10,30	2,70	2,70	7,27	0,21	0,26
13	12,67	13,74	10,89	2,11	2,11	4,44	0,16	0,19
20	14,02	13,79	11,36	8,64	8,64	74,73	0,43	0,76
24	15,85	14,17	14,30	9,70	9,70	94,17	0,40	0,68
26	17,72	14,82	17,92	8,08	8,08	65,30	0,31	0,45
26	19,24	15,64	21,27	4,73	4,73	22,34	0,18	0,22
26	20,49	16,53	23,67	2,33	2,33	5,44	0,09	0,10
26	21,50	17,44	25,34	0,66	0,66	0,44	0,03	0,03
20	21,23	18,14	26,48	-6,48	6,48	41,93	0,32	0,24
20	21,00	18,67	25,01	-5,01	5,01	25,07	0,25	0,20
13	19,53	18,83	23,86	-10,86	10,86	117,94	0,84	0,46
20	19,61	18,97	20,39	-0,39	0,39	0,15	0,02	0,02
15	18,77	18,93	20,40	-5,40	5,40	29,21	0,36	0,26
20	18,99	18,94	18,56	1,44	1,44	2,07	0,07	0,08
21	19,36	19,02	19,05	1,95	1,95	3,79	0,09	0,10
25	20,40	19,27	19,78	5,22	5,22	27,24	0,21	0,26
24	21,06	19,60	21,78	2,22	2,22	4,93	0,09	0,10
14	19,76	19,63	22,85	-8,85	8,85	78,32	0,63	0,39
20,89583333	19,97	19,70	19,92	0,97	0,97	0,95	0,05	0,05
48	25,13	20,70	20,31	27,69	27,69	766,77	0,58	1,36
32	26,58	21,78	30,56	2,44	2,44	5,94	0,07	0,08
35	28,13	22,95	32,46	2,54	2,54	6,45	0,07	0,08
27	27,92	23,86	34,48	-7,48	7,48	55,92	0,28	0,22
20,89583333	26,63	24,37	32,89	-12,00	12,00	143,96	0,57	0,36
27	26,70	24,80	29,39	-2,39	2,39	5,73	0,09	0,08
18	25,10	24,85	29,02	-11,02	11,02	121,47	0,61	0,38
13	22,87	24,49	25,39	-12,39	12,39	153,58	0,95	0,49
23	22,89	24,19	20,89	2,11	2,11	4,47	0,09	0,10
9	20,34	23,48	21,30	-12,30	12,30	151,27	1,37	0,58
9	18,25	22,52	16,48	-7,48	7,48	55,93	0,83	0,45
20	18,57	21,79	13,02	6,98	6,98	48,78	0,35	0,54
17	18,28	21,15	14,62	2,38	2,38	5,65	0,14	0,16
10	16,76	20,34	14,77	-4,77	4,77	22,77	0,48	0,32
12	15,88	19,52	12,37	-0,37	0,37	0,14	0,03	0,03
15	15,72	18,82	11,43	3,57	3,57	12,78	0,24	0,31
22	16,88	18,46	11,92	10,08	10,08	101,59	0,46	0,85
9	15,43	17,90	14,93	-5,93	5,93	35,18	0,66	0,40
13	14,98	17,37	12,39	0,61	0,61	0,37	0,05	0,05
18	15,54	17,03	12,06	5,94	5,94	35,33	0,33	0,49
13	15,07	16,67	13,71	-0,71	0,71	0,50	0,05	0,05
6	13,40	16,07	13,11	-7,11	7,11	50,54	1,18	0,54
17	14,06	15,70	10,13	6,87	6,87	47,17	0,40	0,68
6	12,58	15,12	12,06	-6,06	6,06	36,70	1,01	0,50
14	12,84	14,70	9,46	4,54	4,54	20,62	0,32	0,48
11	12,50	14,30	10,56	0,44	0,44	0,20	0,04	0,04
6	11,31	13,75	10,30	-4,30	4,30	18,49	0,72	0,42
12	11,43	13,32	8,31	3,69	3,69	13,60	0,31	0,44
11	11,35	12,96	9,12	1,88	1,88	3,54	0,17	0,21
14	11,84	12,75	9,38	4,62	4,62	21,30	0,33	0,49
8	11,13	12,46	10,72	-2,72	2,72	7,41	0,34	0,25
38	16,08	13,12	9,51	28,49	28,49	811,46	0,75	2,99
28	18,27	14,07	19,70	8,30	8,30	68,88	0,30	0,42
29	20,25	15,21	23,42	5,58	5,58	31,11	0,19	0,24
21	20,39	16,16	26,42	-5,42	5,42	29,41	0,26	0,21

Fuente. Elaboración propia

Anexo 4. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para Mixtos con datos atípicos.

	alfa	0,03570074						
	Beta	0,96429926						
	a1	35,99			MAD	ECM	MAPE	MAPE'
	b2	-0,211			12,01	395,25	41%	40%
	b1	25,862		Desv.Esta	15,01543959	19,88077377		
demanda	S	S2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X'
	31,56	37,26						
31	31,54	37,06	25,65	5,35	5,35	28,61	0,17	0,21
23	31,24	36,85	25,82	-2,82	2,82	7,96	0,12	0,11
28	31,12	36,64	25,42	2,58	2,58	6,68	0,09	0,10
38	31,37	36,46	25,39	12,61	12,61	158,94	0,33	0,50
27	31,21	36,27	26,09	0,91	0,91	0,83	0,03	0,03
19	30,77	36,07	25,97	-6,97	6,97	48,52	0,37	0,27
27	30,64	35,88	25,28	1,72	1,72	2,96	0,06	0,07
27	30,51	35,69	25,21	1,79	1,79	3,21	0,07	0,07
42	30,92	35,52	25,14	16,86	16,86	284,21	0,40	0,67
31	30,92	35,35	26,15	4,85	4,85	23,49	0,16	0,19
32	30,96	35,20	26,33	5,67	5,67	32,16	0,18	0,22
32	31,00	35,05	26,57	5,43	5,43	29,48	0,17	0,20
24	30,75	34,89	26,80	-2,80	2,80	7,85	0,12	0,10
24	30,51	34,74	26,45	-2,45	2,45	6,01	0,10	0,09
114	33,49	34,69	26,12	87,88	87,88	7,722,39	0,77	3,36
49	34,04	34,67	32,24	16,76	16,76	280,87	0,34	0,52
18	33,47	34,63	33,39	-15,39	15,39	236,94	0,86	0,46
78	35,06	34,64	32,27	45,73	45,73	2,091,17	0,59	1,42
21	34,56	34,64	35,49	-14,49	14,49	210,05	0,69	0,41
26	34,25	34,62	34,47	-8,47	8,47	71,80	0,33	0,25
28	34,03	34,60	33,87	-5,87	5,87	34,41	0,21	0,17
63	35,06	34,62	33,43	29,57	29,57	874,20	0,47	0,88
26	34,74	34,62	35,52	-9,52	9,52	90,69	0,37	0,27
24	34,36	34,61	34,86	-10,86	10,86	117,93	0,45	0,31
9	33,45	34,57	34,09	-25,09	25,09	629,42	2,79	0,74
22	33,04	34,52	32,29	-10,29	10,29	105,83	0,47	0,32
15	32,40	34,44	31,51	-16,51	16,51	272,63	1,10	0,52
24	32,10	34,36	30,28	-6,28	6,28	39,41	0,26	0,21
22	31,74	34,26	29,75	-7,75	7,75	60,12	0,35	0,26
24	31,46	34,16	29,12	-5,12	5,12	26,18	0,21	0,18
25	31,23	34,06	28,66	-3,66	3,66	13,38	0,15	0,13
22	30,90	33,95	28,30	-6,30	6,30	39,64	0,29	0,22
21	30,55	33,83	27,74	-6,74	6,74	45,46	0,32	0,24
28	30,46	33,71	27,15	0,85	0,85	0,73	0,03	0,03
23	30,19	33,58	27,09	-4,09	4,09	16,71	0,18	0,15
29	30,15	33,46	26,68	2,32	2,32	5,40	0,08	0,09
26	30,00	33,33	26,72	-0,72	0,72	0,51	0,03	0,03
40	30,36	33,23	26,54	13,46	13,46	181,12	0,34	0,51
28	30,27	33,12	27,38	0,62	0,62	0,38	0,02	0,02
37	30,51	33,03	27,32	9,68	9,68	93,75	0,26	0,35
24	30,28	32,93	27,90	-3,90	3,90	15,24	0,16	0,14
20	29,91	32,82	27,53	-7,53	7,53	56,72	0,38	0,27
19	29,52	32,71	26,90	-7,90	7,90	62,34	0,42	0,29
24	29,33	32,58	26,22	-2,22	2,22	4,95	0,09	0,08
28	29,28	32,47	25,95	2,05	2,05	4,21	0,07	0,08
33	29,41	32,36	25,97	7,03	7,03	49,37	0,21	0,27
47	30,04	32,28	26,36	20,64	20,64	426,13	0,44	0,78
44	30,54	32,21	27,72	16,28	16,28	264,97	0,37	0,59
26	30,38	32,15	28,80	-2,80	2,80	7,85	0,11	0,10
23	30,11	32,07	28,54	-5,54	5,54	30,69	0,24	0,19
35	30,29	32,01	28,08	6,92	6,92	47,91	0,20	0,25
21	29,96	31,94	28,50	-7,50	7,50	56,25	0,36	0,26
15	29,42	31,85	27,90	-12,90	12,90	166,43	0,86	0,46
20	29,09	31,75	26,91	-6,91	6,91	47,70	0,35	0,26
31	29,15	31,66	26,32	4,68	4,68	21,87	0,15	0,18
17	28,72	31,55	26,56	-9,56	9,56	91,37	0,56	0,36
35	28,94	31,46	25,78	9,22	9,22	84,95	0,26	0,36
24	28,77	31,36	26,34	-2,34	2,34	5,46	0,10	0,09
33	28,92	31,28	26,08	6,92	6,92	47,93	0,21	0,27
22	28,67	31,18	26,47	-4,47	4,47	20,03	0,20	0,17
134	32,43	31,23	26,07	107,93	107,93	11,649,27	0,81	4,14
54	33,20	31,30	33,68	20,32	20,32	412,83	0,38	0,60
50	33,80	31,39	35,18	14,82	14,82	219,72	0,30	0,42
55	34,56	31,50	36,31	18,69	18,69	349,47	0,34	0,51
43	34,86	31,62	37,73	5,27	5,27	27,77	0,12	0,14
105	37,36	31,83	38,22	66,78	66,78	4,459,61	0,64	1,75
33	37,21	32,02	43,11	-10,11	10,11	102,17	0,31	0,23
36	37,17	32,20	42,59	-6,59	6,59	43,44	0,18	0,15
18	36,48	32,35	42,31	-24,31	24,31	591,11	1,35	0,57
45	36,78	32,51	40,76	4,24	4,24	17,97	0,09	0,10
20	36,19	32,64	41,22	-21,22	21,22	450,12	1,06	0,51
12	35,32	32,74	39,86	-27,86	27,86	776,15	2,32	0,70
25	34,95	32,82	38,00	-13,00	13,00	169,03	0,52	0,34
22	34,49	32,88	37,17	-15,17	15,17	230,09	0,69	0,41
29	34,30	32,93	36,16	-7,16	7,16	51,33	0,25	0,20
20	33,78	32,96	35,71	-15,71	15,71	246,89	0,79	0,44
12	33,01	32,96	34,64	-22,64	22,64	512,64	1,89	0,65
18	32,47	32,94	33,06	-15,06	15,06	226,67	0,84	0,46
13	31,78	32,90	31,98	-18,98	18,98	360,32	1,46	0,59
17	31,25	32,84	30,61	-13,61	13,61	185,22	0,80	0,44
21	30,88	32,77	29,60	-8,60	8,60	73,89	0,41	0,29
35	31,03	32,71	28,92	6,08	6,08	36,93	0,17	0,21
24	30,78	32,64	29,29	-5,29	5,29	27,95	0,22	0,18
23	30,50	32,56	28,85	-5,85	5,85	34,19	0,25	0,20
33	30,59	32,49	28,36	4,64	4,64	21,52	0,14	0,16
29	30,53	32,42	28,62	0,38	0,38	0,15	0,01	0,01
15	29,98	32,34	28,57	-13,57	13,57	184,22	0,90	0,48
21	29,66	32,24	27,53	-6,53	6,53	42,69	0,31	0,24
22	29,39	32,14	26,98	-4,98	4,98	24,80	0,23	0,18
27	29,30	32,04	26,53	0,47	0,47	0,22	0,02	0,02
28	29,25	31,94	26,46	1,54	1,54	2,37	0,05	0,06
30	29,28	31,84	26,47	3,53	3,53	12,47	0,12	0,13
45	29,84	31,77	26,62	18,38	18,38	337,77	0,41	0,69
48	30,49	31,73	27,84	20,16	20,16	406,47	0,42	0,72
44	30,97	31,70	29,21	14,79	14,79	218,83	0,34	0,51
35	31,12	31,68	30,22	4,78	4,78	22,873317651542	0,14	0,16

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 5.Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para Mixtos reemplazando los datos atípicos por la demanda promedio.

	alfa	0,12975286						
	Beta	0,87024714						
	a1	30,79			MAD	ECM	MAPE	MAPE´
	b2	-0,085			7,82	107,73	31%	28%
	b1	26,71		Desv.Esta	9,779198313	10,37923318		
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X´
	27,28	27,85						
31	27,76	27,84	26,63	4,38	4,38	19,14	0,14	0,16
23	27,14	27,75	27,68	-4,68	4,68	21,86	0,20	0,17
28	27,26	27,68	26,45	1,55	1,55	2,40	0,06	0,06
38	28,65	27,81	26,76	11,24	11,24	126,28	0,30	0,42
27	28,44	27,89	29,61	-2,61	2,61	6,84	0,10	0,09
19	27,21	27,80	29,06	-10,06	10,06	101,23	0,53	0,35
27	27,18	27,72	26,53	0,47	0,47	0,22	0,02	0,02
27	27,16	27,65	26,57	0,43	0,43	0,19	0,02	0,02
42	29,09	27,84	26,60	15,40	15,40	237,23	0,37	0,58
31	29,33	28,03	30,52	0,48	0,48	0,23	0,02	0,02
32	29,68	28,24	30,83	1,17	1,17	1,36	0,04	0,04
32	29,98	28,47	31,33	0,67	0,67	0,45	0,02	0,02
24	29,20	28,57	31,72	-7,72	7,72	59,56	0,32	0,24
24	28,53	28,56	29,94	-5,94	5,94	35,29	0,25	0,20
30,95833333	28,84	28,60	28,49	2,46	2,46	6,07	0,08	0,09
49	31,46	28,97	29,13	19,87	19,87	394,86	0,41	0,68
18	29,71	29,07	34,32	-16,32	16,32	266,42	0,91	0,48
30,95833333	29,87	29,17	30,46	0,50	0,50	0,25	0,02	0,02
21	28,72	29,11	30,68	-9,68	9,68	93,79	0,46	0,32
26	28,37	29,02	28,28	-2,28	2,28	5,18	0,09	0,08
28	28,32	28,93	27,63	0,37	0,37	0,14	0,01	0,01
63	32,82	29,43	27,63	35,37	35,37	1.251,18	0,56	1,28
26	31,94	29,76	36,72	-10,72	10,72	114,86	0,41	0,29
24	30,91	29,91	34,44	-10,44	10,44	109,02	0,44	0,30
9	28,06	29,67	32,06	-23,06	23,06	531,62	2,56	0,72
22	27,28	29,36	26,22	-4,22	4,22	17,83	0,19	0,16
15	25,68	28,88	24,89	-9,89	9,89	97,77	0,66	0,40
24	25,47	28,44	22,01	1,99	1,99	3,95	0,08	0,09
22	25,02	27,99	22,05	-0,05	0,05	0,00	0,00	0,00
24	24,88	27,59	21,59	2,41	2,41	5,78	0,10	0,11
25	24,90	27,24	21,78	3,22	3,22	10,40	0,13	0,15
22	24,52	26,89	22,21	-0,21	0,21	0,04	0,01	0,01
21	24,07	26,52	21,81	-0,81	0,81	0,65	0,04	0,04
28	24,58	26,27	21,24	6,76	6,76	45,65	0,24	0,32
23	24,37	26,02	22,63	0,37	0,37	0,14	0,02	0,02
29	24,97	25,89	22,47	6,53	6,53	42,59	0,23	0,29
26	25,11	25,79	23,92	2,08	2,08	4,32	0,08	0,09
40	27,04	25,95	24,32	15,68	15,68	245,72	0,39	0,64
28	27,16	26,11	28,38	-0,29	0,29	0,06	0,01	0,01
37	28,44	26,41	28,38	8,62	8,62	74,34	0,23	0,30
24	27,86	26,60	30,77	-6,77	6,77	45,88	0,28	0,22
20	26,84	26,63	29,32	-9,32	9,32	86,83	0,47	0,32
19	25,83	26,52	27,09	-8,09	8,09	65,43	0,43	0,30
24	25,59	26,40	25,02	-1,02	1,02	1,04	0,04	0,04
28	25,90	26,34	24,65	3,35	3,35	11,21	0,12	0,14
33	26,82	26,40	25,40	7,60	7,60	57,77	0,23	0,30
47	29,44	26,80	27,31	19,69	19,69	387,82	0,42	0,72
44	31,33	27,38	32,48	11,52	11,52	132,71	0,26	0,35
26	30,64	27,81	35,86	-9,86	9,86	97,30	0,38	0,28
23	29,65	28,04	33,89	-10,89	10,89	118,65	0,47	0,32
35	30,34	28,34	31,49	3,51	3,51	12,33	0,10	0,11
21	29,13	28,45	32,64	-11,64	11,64	135,45	0,55	0,36
15	27,30	28,30	29,92	-14,92	14,92	222,49	0,99	0,50
20	26,35	28,04	26,15	-6,15	6,15	37,79	0,31	0,24
31	26,95	27,90	24,40	6,60	6,60	43,52	0,21	0,27
17	25,66	27,61	25,86	-8,86	8,86	78,54	0,52	0,34
35	26,87	27,52	23,42	11,58	11,58	134,07	0,33	0,49
24	26,50	27,38	26,14	-2,14	2,14	4,56	0,09	0,08
33	27,34	27,38	25,49	7,51	7,51	56,47	0,23	0,29
22	26,65	27,28	27,30	-5,30	5,30	28,13	0,24	0,19
32,14583333	27,36	27,29	25,92	6,22	6,22	38,73	0,19	0,24
54	30,82	27,75	27,44	26,56	26,56	705,29	0,49	0,97
50	33,31	28,47	34,34	15,66	15,66	245,08	0,31	0,46
55	36,12	29,47	38,86	16,14	16,14	260,34	0,29	0,42
43	37,02	30,44	43,77	-0,77	0,77	0,60	0,02	0,02
32,14583333	36,38	31,22	44,57	-12,42	12,42	154,24	0,39	0,28
33	35,94	31,83	42,32	-9,32	9,32	86,90	0,28	0,22
36	35,95	32,36	40,67	-4,67	4,67	21,84	0,13	0,11
18	33,62	32,53	40,07	-22,07	22,07	487,27	1,23	0,55
45	35,10	32,86	34,88	10,12	10,12	102,40	0,22	0,29
20	33,14	32,90	37,67	-17,67	17,67	312,23	0,88	0,47
12	30,40	32,57	33,42	-21,42	21,42	458,74	1,78	0,64
25	29,70	32,20	27,90	-2,90	2,90	8,39	0,12	0,10
22	28,74	31,75	26,82	-4,82	4,82	23,23	0,22	0,18
29	28,74	31,35	25,20	3,80	3,80	14,47	0,13	0,15
20	27,60	30,87	25,73	-5,73	5,73	32,82	0,29	0,22
12	25,58	30,18	23,95	-11,85	11,85	140,47	0,99	0,50
18	24,60	29,46	20,29	-2,29	2,29	5,24	0,13	0,11
13	23,09	28,63	19,01	-6,01	6,01	36,11	0,46	0,32
17	22,30	27,81	16,72	0,28	0,28	0,08	0,02	0,02
21	22,13	27,07	15,97	5,03	5,03	25,30	0,24	0,31
35	23,80	26,65	16,45	18,55	18,55	343,95	0,53	1,13
24	23,83	26,28	20,53	3,47	3,47	12,04	0,14	0,17
23	23,72	25,95	21,01	1,99	1,99	3,98	0,09	0,09
33	24,92	25,82	21,16	11,84	11,84	140,24	0,36	0,56
29	25,45	25,77	23,90	5,10	5,10	26,03	0,18	0,21
15	24,10	25,55	25,09	-10,09	10,09	101,79	0,67	0,40
21	23,69	25,31	22,42	-1,42	1,42	2,03	0,07	0,06
22	23,47	25,07	21,84	0,16	0,16	0,03	0,01	0,01
27	23,93	24,93	21,64	5,36	5,36	28,75	0,20	0,25
28	24,46	24,86	22,79	5,21	5,21	27,13	0,19	0,23
30	25,18	24,91	24,00	6,00	6,00	36,06	0,20	0,25
45	27,75	25,27	25,49	19,51	19,51	380,52	0,43	0,77
48	30,38	25,94	30,60	17,40	17,40	302,90	0,36	0,57
44	32,15	26,74	35,48	8,52	8,52	72,56	0,19	0,24
35	32,52	27,49	38,35	-3,35	3,35	11,25	0,10	0,09

Fuente. Elaboración propia

Anexo 6. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para la Tilapia con datos atípicos

	alfa	0.09578446						
	Beta	0.90421554						
	a1	24,7			MAD	ECM	MAPE	MAPE ²
	b2	-0.079			8,92	153,12	40%	36%
	b1	20,908		Desv.Esta	11,15593335	12,37405405		
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X ²
	21,65	22,40						
11	20,63	22,23	20,83	-9,83	9,83	96,61	0,89	0,47
14	20,00	22,02	18,87	-4,87	4,87	23,69	0,35	0,26
13	19,33	21,76	17,77	-4,77	4,77	22,71	0,37	0,27
10	18,43	21,44	16,64	-6,64	6,64	44,07	0,66	0,40
17	18,30	21,14	15,11	1,89	1,89	3,57	0,11	0,13
16	18,08	20,85	15,15	0,85	0,85	0,72	0,05	0,06
28	19,03	20,67	15,01	12,99	12,99	168,63	0,46	0,86
25	19,60	20,57	17,21	7,79	7,79	60,71	0,31	0,45
21	19,73	20,49	18,53	2,47	2,47	6,12	0,12	0,13
24	20,14	20,46	18,90	5,10	5,10	26,03	0,21	0,27
15	19,65	20,38	19,80	-4,80	4,80	23,00	0,32	0,24
19	19,59	20,30	18,84	0,16	0,16	0,02	0,01	0,01
27	20,30	20,30	18,80	8,20	8,20	67,30	0,30	0,44
16	19,89	20,26	20,29	-4,29	4,29	18,42	0,27	0,21
72	24,88	20,70	19,47	52,53	52,53	2.759,47	0,73	2,70
39	26,23	21,23	29,49	9,51	9,51	90,39	0,24	0,32
17	25,35	21,63	31,76	-14,76	14,76	217,74	0,87	0,46
30	25,79	22,03	29,46	0,54	0,54	0,29	0,02	0,02
15	24,76	22,29	29,96	-14,96	14,96	223,69	1,00	0,50
13	23,63	22,42	27,49	-14,49	14,49	209,96	1,11	0,53
32	24,43	22,61	24,98	7,02	7,02	49,34	0,22	0,28
78	29,56	23,28	26,45	51,55	51,55	2.657,40	0,66	1,95
19	28,55	23,78	36,52	-17,52	17,52	306,90	0,92	0,48
21	27,83	24,17	33,83	-12,83	12,83	164,58	0,61	0,38
33	28,32	24,57	31,88	1,12	1,12	1,26	0,03	0,04
26	28,10	24,91	32,48	-6,48	6,48	41,98	0,25	0,20
16	26,94	25,10	31,64	-15,64	15,64	244,49	0,98	0,49
14	25,70	25,16	28,98	-14,98	14,98	224,38	1,07	0,52
16	24,77	25,12	26,30	-10,30	10,30	106,19	0,64	0,39
21	24,41	25,05	24,39	-3,39	3,39	11,48	0,16	0,14
17	23,70	24,92	23,70	-6,70	6,70	44,92	0,39	0,28
19	23,25	24,76	22,35	-3,35	3,35	11,23	0,18	0,15
31	23,99	24,69	21,58	9,42	9,42	88,75	0,30	0,44
26	24,19	24,64	23,22	2,78	2,78	7,71	0,11	0,12
15	23,31	24,51	23,68	-8,68	8,68	75,37	0,58	0,37
18	22,80	24,35	21,97	-3,97	3,97	15,76	0,22	0,18
24	22,91	24,21	21,08	2,92	2,92	8,52	0,12	0,14
17	22,35	24,03	21,48	-4,48	4,48	20,04	0,26	0,21
9	21,07	23,75	20,48	-11,48	11,48	131,82	1,28	0,56
14	20,39	23,43	18,10	-4,10	4,10	16,84	0,29	0,23
24	20,74	23,17	17,03	6,97	6,97	48,54	0,29	0,41
14	20,09	22,88	18,05	-4,05	4,05	16,37	0,29	0,22
11	19,22	22,53	17,01	-6,01	6,01	36,16	0,55	0,35
12	18,53	22,14	15,57	-3,57	3,57	12,72	0,30	0,23
21	18,77	21,82	14,53	6,47	6,47	41,82	0,31	0,44
42	20,99	21,74	15,39	26,61	26,61	708,13	0,63	1,73
25	21,38	21,70	20,16	4,84	4,84	23,39	0,19	0,24
38	22,97	21,83	21,01	16,99	16,99	288,63	0,45	0,81
18	22,49	21,89	24,23	-6,23	6,23	38,82	0,35	0,26
13	21,58	21,86	23,16	-10,16	10,16	103,18	0,78	0,44
11	20,57	21,74	21,28	-10,28	10,28	105,59	0,93	0,48
24	20,90	21,66	19,28	4,72	4,72	22,30	0,20	0,24
33	22,06	21,69	20,06	12,94	12,94	167,47	0,39	0,65
47	24,45	21,96	22,46	24,54	24,54	602,33	0,52	1,09
41	26,03	22,35	27,20	13,80	13,80	190,51	0,34	0,51
39	27,27	22,82	30,11	8,89	8,89	79,12	0,23	0,30
45	28,97	23,41	32,20	12,80	12,80	163,86	0,28	0,40
42	30,22	24,06	35,12	6,88	6,88	47,29	0,16	0,20
31	30,29	24,66	37,03	-6,03	6,03	36,36	0,19	0,16
43	31,51	25,31	36,53	6,47	6,47	41,90	0,15	0,18
63	34,53	26,20	38,36	24,64	24,64	606,93	0,39	0,64
31	34,19	26,96	43,74	-12,74	12,74	162,31	0,41	0,29
24	33,21	27,56	42,18	-18,18	18,18	330,58	0,76	0,43
29	32,81	28,06	39,46	-10,46	10,46	109,50	0,36	0,27
22	31,77	28,42	38,06	-16,06	16,06	257,87	0,73	0,42
38	32,37	28,80	35,48	2,52	2,52	6,33	0,07	0,07
11	30,32	28,94	36,32	-25,32	25,32	641,20	2,30	0,70
27	30,01	29,05	31,85	-4,85	4,85	23,52	0,18	0,15
21	29,14	29,06	31,07	-10,07	10,07	101,34	0,48	0,32
35	29,70	29,12	29,24	5,76	5,76	33,18	0,16	0,20
26	29,35	29,14	30,35	-4,35	4,35	18,95	0,17	0,14
18	28,26	29,06	29,58	-11,58	11,58	134,12	0,64	0,39
38	29,19	29,07	27,38	10,62	10,62	112,69	0,28	0,39
29	29,18	29,08	29,33	-0,33	0,33	0,11	0,01	0,01
25	28,78	29,05	29,28	-4,28	4,28	18,35	0,17	0,15
47	30,52	29,19	28,47	18,53	18,53	343,24	0,39	0,65
22	29,71	29,24	31,99	-9,99	9,99	99,87	0,45	0,31
15	28,30	29,15	30,22	-15,22	15,22	231,64	1,01	0,50
21	27,60	29,00	27,35	-6,35	6,35	40,37	0,30	0,23
18	26,68	28,78	26,05	-8,05	8,05	64,74	0,45	0,31
19	25,94	28,51	24,36	-5,36	5,36	28,69	0,28	0,22
17	25,09	28,18	23,11	-6,11	6,11	37,30	0,36	0,26
22	24,79	27,85	21,67	0,33	0,33	0,11	0,02	0,02
25	24,81	27,56	21,40	3,60	3,60	12,94	0,14	0,17
28	25,12	27,33	21,77	6,23	6,23	38,85	0,22	0,29
22	24,82	27,09	22,67	-0,67	0,67	0,45	0,03	0,03
17	24,07	26,80	22,31	-5,31	5,31	28,16	0,31	0,24
18	23,49	26,48	21,05	-3,05	3,05	9,30	0,17	0,14
20	23,15	26,16	20,18	-0,18	0,18	0,03	0,01	0,01
21	22,95	25,86	19,83	1,17	1,17	1,38	0,06	0,06
26	23,24	25,60	19,73	6,27	6,27	39,29	0,24	0,32
24	23,31	25,39	20,62	3,38	3,38	11,40	0,14	0,16
19	22,90	25,15	21,02	-2,02	2,02	4,08	0,11	0,10
14	22,05	24,85	20,41	-6,41	6,41	41,14	0,46	0,31
18	21,66	24,54	18,95	-0,95	0,95	0,90	0,05	0,05
12	20,73	24,18	18,47	-6,47	6,47	41,84	0,54	0,35

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 7. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para la Tilapia reemplazando los datos atípicos por la demanda promedio.

	alfa	0,10487615						
	Beta	0,87024714						
	a1	20,44			MAD	ECM	MAPE	MAPE´
	b2	0,007			6,87	74,05	32%	31%
	b1	20,776		Desv.Esta	8,592450726	8,605115455		
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X´
	20,72	20,66						
11	19,18	19,99	20,78	-9,78	9,78	95,71	0,89	0,47
14	18,16	19,30	18,28	-4,28	4,28	18,30	0,31	0,23
13	17,17	18,60	16,89	-3,89	3,89	15,10	0,30	0,23
10	15,99	17,86	15,57	-5,57	5,57	31,01	0,56	0,36
17	15,70	17,19	13,89	3,11	3,11	9,65	0,18	0,22
16	15,34	16,57	14,03	1,97	1,97	3,90	0,12	0,14
28	16,29	16,13	13,96	14,04	14,04	197,07	0,50	1,01
25	16,79	15,80	16,46	8,54	8,54	72,87	0,34	0,52
21	16,82	15,51	17,91	3,09	3,09	9,53	0,15	0,17
24	17,15	15,30	18,28	5,72	5,72	32,68	0,24	0,31
15	16,50	15,04	19,23	-4,23	4,23	17,91	0,28	0,22
19	16,35	14,81	18,13	0,87	0,87	0,75	0,05	0,05
27	17,06	14,67	18,08	8,92	8,92	79,48	0,33	0,49
16	16,53	14,50	19,74	-3,74	3,74	13,97	0,23	0,19
22,8125	16,77	14,38	18,79	4,02	4,02	16,16	0,18	0,21
39	18,69	14,47	19,46	19,54	19,54	381,95	0,50	1,00
17	18,05	14,49	23,41	-6,41	6,41	41,08	0,38	0,27
30	18,85	14,59	22,03	7,97	7,97	63,49	0,27	0,36
15	17,98	14,58	23,63	-8,63	8,63	74,47	0,58	0,37
13	17,01	14,47	21,79	-8,79	8,79	77,21	0,68	0,40
32	18,16	14,50	19,85	12,15	12,15	147,57	0,38	0,61
22,8125	18,19	14,52	22,26	0,55	0,55	0,31	0,02	0,02
19	17,83	14,51	22,31	-3,31	3,31	10,93	0,17	0,15
21	17,72	14,48	21,54	-0,54	0,54	0,29	0,03	0,03
33	18,88	14,59	21,34	11,66	11,66	136,06	0,35	0,55
26	19,16	14,70	23,69	2,31	2,31	5,35	0,09	0,10
16	18,35	14,72	24,15	-8,15	8,15	66,35	0,51	0,34
14	17,44	14,64	22,41	-8,41	8,41	70,80	0,60	0,38
16	16,85	14,51	20,57	-4,57	4,57	20,89	0,29	0,22
21	16,87	14,39	19,48	1,52	1,52	2,31	0,07	0,08
17	16,46	14,25	19,64	-2,64	2,64	6,97	0,16	0,13
19	16,32	14,11	18,94	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00
31	17,45	14,11	18,79	12,21	12,21	149,12	0,39	0,65
26	17,91	14,16	21,19	4,81	4,81	23,10	0,18	0,23
15	17,16	14,12	22,12	-7,12	7,12	50,71	0,47	0,32
18	16,82	14,05	20,57	-2,57	2,57	6,60	0,14	0,12
24	17,16	14,03	19,93	4,07	4,07	16,59	0,17	0,20
17	16,71	13,96	20,66	-3,66	3,66	13,41	0,22	0,18
9	15,49	13,78	19,80	-10,80	10,80	116,59	1,20	0,55
14	14,95	13,56	17,41	-3,41	3,41	11,63	0,24	0,20
24	15,53	13,43	16,51	7,49	7,49	56,13	0,31	0,45
14	14,98	13,25	17,88	-3,88	3,88	15,05	0,28	0,22
11	14,19	13,02	16,91	-5,91	5,91	34,95	0,54	0,35
12	13,61	12,76	15,50	-3,50	3,50	12,23	0,29	0,23
21	14,04	12,58	14,56	6,44	6,44	41,53	0,31	0,44
42	16,63	12,69	15,69	26,31	26,31	692,38	0,63	1,68
25	17,09	12,83	21,04	3,96	3,96	15,70	0,16	0,19
38	18,86	13,15	21,86	16,14	16,14	260,51	0,42	0,74
18	18,30	13,36	25,26	-7,26	7,26	52,68	0,40	0,29
13	17,29	13,44	23,83	-10,83	10,83	117,36	0,83	0,45
11	16,20	13,40	21,60	-10,60	10,60	112,37	0,96	0,49
24	16,61	13,40	19,34	4,66	4,66	21,71	0,19	0,24
33	17,92	13,54	20,22	12,78	12,78	163,43	0,39	0,63
47	20,52	13,94	22,83	24,17	24,17	584,39	0,51	1,06
41	22,16	14,45	27,90	13,10	13,10	171,48	0,32	0,47
39	23,38	15,03	30,80	8,20	8,20	67,27	0,21	0,27
45	25,06	15,71	32,73	12,27	12,27	150,60	0,27	0,37
42	26,21	16,42	35,54	6,46	6,46	41,68	0,15	0,18
31	26,06	17,02	37,19	-6,19	6,19	38,34	0,20	0,17
43	27,19	17,66	36,20	6,80	6,80	46,28	0,16	0,19
26,4375	26,44	18,14	37,87	-11,43	11,43	130,66	0,43	0,30
31	26,26	18,54	35,73	-4,73	4,73	22,35	0,15	0,13
24	25,37	18,80	34,90	-10,90	10,90	118,81	0,45	0,31
29	25,12	18,99	32,73	-3,73	3,73	13,90	0,13	0,11
22	24,17	19,06	31,98	-9,98	9,98	99,58	0,45	0,31
38	25,02	19,21	29,88	8,12	8,12	65,89	0,21	0,27
11	22,92	19,12	31,52	-20,52	20,52	420,92	1,87	0,65
27	22,78	19,03	27,18	-0,18	0,18	0,03	0,01	0,01
21	22,03	18,87	26,98	-5,98	5,98	35,77	0,28	0,22
35	22,84	18,82	25,56	9,44	9,44	89,09	0,27	0,37
26	22,60	18,75	27,34	-1,34	1,34	1,81	0,05	0,05
18	21,56	18,58	26,92	-8,92	8,92	79,61	0,50	0,33
38	22,75	18,55	24,90	13,10	13,10	171,64	0,34	0,53
29	22,84	18,54	27,45	1,55	1,55	2,42	0,05	0,06
25	22,49	18,49	27,65	-2,65	2,65	7,03	0,11	0,10
47	24,51	18,66	26,98	20,02	20,02	400,84	0,43	0,74
22	23,63	18,72	31,05	-9,05	9,05	81,92	0,41	0,29
15	22,14	18,61	29,14	-14,14	14,14	199,87	0,94	0,49
21	21,47	18,45	26,09	-5,09	5,09	25,92	0,24	0,20
18	20,57	18,21	24,85	-6,85	6,85	46,96	0,38	0,28
19	19,89	17,94	23,21	-4,21	4,21	17,76	0,22	0,18
17	19,10	17,61	22,09	-5,09	5,09	25,90	0,30	0,23
22	18,93	17,31	20,76	1,24	1,24	1,54	0,06	0,06
25	19,09	17,07	20,73	4,27	4,27	18,19	0,17	0,21
28	19,55	16,90	21,36	6,64	6,64	44,09	0,24	0,31
22	19,32	16,74	22,52	-0,52	0,52	0,27	0,02	0,02
17	18,60	16,52	22,22	-5,22	5,22	27,23	0,31	0,23
18	18,07	16,27	20,93	-2,93	2,93	8,59	0,16	0,14
20	17,82	16,03	20,09	-0,09	0,09	0,01	0,00	0,00
21	17,71	15,80	19,84	1,16	1,16	1,35	0,06	0,06
26	18,14	15,66	19,85	6,15	6,15	37,77	0,24	0,31
24	18,31	15,55	20,93	3,07	3,07	9,44	0,13	0,15
19	17,92	15,41	21,40	-2,40	2,40	5,75	0,13	0,11
14	17,07	15,20	20,74	-6,74	6,74	45,45	0,48	0,33
18	16,74	14,98	19,16	-1,16	1,16	1,34	0,06	0,06
12	15,83	14,70	18,71	-6,71	6,71	45,00	0,56	0,36

Fuente. Elaboración Propia.

	alfa		0,1219171							
	Beta		0,8780829							
	a1	42,56			MAD		ECM		MAPE	
	b2	-0,248			11,77		251,54		37%	
	b1	30,656			Desv.Esta		14,71215519		15,86003129	
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X´		
	32,44	34,23								
32	32,39	34,00	30,41	1,59	1,59	2,53	0,05	0,05		
25	31,49	33,70	30,55	-5,55	5,55	30,78	0,22	0,18		
27	30,94	33,36	28,97	-1,97	1,97	3,88	0,07	0,07		
14	28,88	32,81	28,18	-14,18	14,18	201,17	1,01	0,50		
42	30,48	32,53	24,39	17,61	17,61	310,15	0,42	0,72		
38	31,39	32,39	28,14	9,86	9,86	97,29	0,26	0,35		
36	31,95	32,34	30,26	5,74	5,74	32,99	0,16	0,19		
27	31,35	32,22	31,52	-4,52	4,52	20,41	0,17	0,14		
48	33,38	32,36	30,36	17,64	17,64	311,05	0,37	0,58		
42	34,43	32,61	34,54	7,46	7,46	55,60	0,18	0,22		
60	37,55	33,21	36,50	23,50	23,50	552,09	0,39	0,64		
51	39,19	33,94	42,49	8,51	8,51	72,50	0,17	0,20		
41	39,41	34,61	45,16	-4,16	4,16	17,33	0,10	0,09		
35	38,87	35,13	44,88	-9,88	9,88	97,55	0,28	0,22		
66	42,18	35,99	43,13	22,87	22,87	522,81	0,35	0,53		
38	41,67	36,68	49,23	-11,23	11,23	126,11	0,30	0,23		
43	41,83	37,31	47,35	-4,35	4,35	18,93	0,10	0,09		
84	46,97	38,49	46,98	37,02	37,02	1.370,25	0,44	0,79		
28	44,66	39,24	56,64	-28,64	28,64	820,08	1,02	0,51		
10	40,43	39,39	50,83	-40,83	40,83	1.667,30	4,08	0,80		
46	41,11	39,60	41,63	4,37	4,37	19,11	0,10	0,11		
84	46,34	40,42	42,84	41,16	41,16	1.694,12	0,49	0,96		
29	44,23	40,88	53,09	-24,09	24,09	580,19	0,83	0,45		
18	41,03	40,90	48,04	-30,04	30,04	902,18	1,67	0,63		
36	40,42	40,84	41,18	-5,18	5,18	26,80	0,14	0,13		
29	39,02	40,62	39,93	-10,93	10,93	119,52	0,38	0,27		
35	38,53	40,37	37,21	-2,21	2,21	4,87	0,06	0,06		
27	37,13	39,97	36,45	-9,45	9,45	89,26	0,35	0,26		
53	39,06	39,86	33,89	19,11	19,11	365,20	0,36	0,56		
42	39,42	39,81	38,15	3,85	3,85	14,79	0,09	0,10		
21	37,18	39,49	38,98	-17,98	17,98	323,34	0,86	0,46		
28	36,06	39,07	34,54	-6,54	6,54	42,82	0,23	0,19		
19	33,98	38,45	32,63	-13,63	13,63	185,70	0,72	0,42		
36	34,22	37,93	28,89	7,11	7,11	50,60	0,20	0,25		
27	33,34	37,37	30,00	-3,00	3,00	9,00	0,11	0,10		
34	33,42	36,89	28,75	5,25	5,25	27,52	0,15	0,18		
20	31,79	36,27	29,47	-9,47	9,47	89,75	0,47	0,32		
27	31,20	35,65	26,68	0,32	0,32	0,10	0,01	0,01		
28	30,81	35,06								

75

Anexo 9. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Filete reemplazando el datos atípico por la demanda promedio

	alfa	0,11061243						
	Beta	0,87024714						
	a1	36,95				MAD	ECM	MAPE
	b2	-0,124				8,94	135,43	30%
	b1	30,998			Desv.Esta	11,17456897	11,63757828	28%
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X'
	31,97	32,95						
32	31,36	32,14	30,87	1,13	1,13	1,27	0,04	0,04
25	30,06	31,30	30,49	-5,49	5,49	30,11	0,22	0,18
27	29,15	30,46	28,67	-1,67	1,67	2,77	0,06	0,06
14	26,91	29,49	27,67	-13,67	13,67	186,73	0,98	0,49
42	28,07	28,76	24,01	17,99	17,99	323,49	0,43	0,75
38	28,63	28,20	27,28	10,72	10,72	114,90	0,28	0,39
36	28,90	27,74	29,11	6,89	6,89	47,43	0,19	0,24
27	28,13	27,25	30,20	-3,20	3,20	10,26	0,12	0,11
48	29,79	27,01	29,13	18,87	18,87	356,10	0,39	0,65
42	30,57	26,89	32,93	9,07	9,07	82,28	0,22	0,28
60	33,24	27,07	34,73	25,27	25,27	638,72	0,42	0,73
51	34,57	27,39	40,19	10,81	10,81	116,77	0,21	0,27
41	34,62	27,66	42,67	-1,67	1,67	2,78	0,04	0,04
35	34,00	27,83	42,46	-7,46	7,46	55,69	0,21	0,18
66	36,89	28,30	40,95	25,05	25,05	627,55	0,38	0,61
38	36,30	28,65	46,57	-8,57	8,57	73,37	0,23	0,18
43	36,35	28,95	44,94	-1,94	1,94	3,76	0,05	0,04
35,29166667	35,54	29,12	44,69	-9,40	9,40	88,38	0,27	0,21
28	34,02	29,11	42,77	-14,77	14,77	218,06	0,53	0,35
10	30,72	28,73	39,56	-29,56	29,56	874,02	2,96	0,75
46	31,82	28,52	32,95	13,05	13,05	170,20	0,28	0,40
35,29166667	31,59	28,31	35,53	-0,24	0,24	0,06	0,01	0,01
29	30,70	28,04	35,29	-6,29	6,29	39,54	0,22	0,18
18	28,71	27,57	33,71	-15,71	15,71	246,65	0,87	0,47
36	28,97	27,20	29,99	6,01	6,01	36,15	0,17	0,20
29	28,42	26,81	30,96	-1,96	1,96	3,82	0,07	0,06
35	28,60	26,50	30,22	4,78	4,78	22,85	0,14	0,16
27	27,88	26,14	30,97	-3,97	3,97	15,75	0,15	0,13
53	30,12	26,08	29,83	23,17	23,17	536,98	0,44	0,78
42	30,86	26,11	34,67	7,33	7,33	53,70	0,17	0,21
21	29,18	25,95	36,21	-15,21	15,21	231,28	0,72	0,42
28	28,49	25,74	32,81	-4,81	4,81	23,17	0,17	0,15
19	26,89	25,37	31,59	-12,59	12,59	158,55	0,66	0,40
36	27,39	25,11	28,61	7,39	7,39	54,61	0,21	0,26
27	26,82	24,82	29,95	-2,95	2,95	8,73	0,11	0,10
34	27,10	24,59	29,08	4,92	4,92	24,24	0,14	0,17
20	25,80	24,26	29,92	-9,92	9,92	98,50	0,50	0,33
27	25,44	23,92	27,53	-0,53	0,53	0,28	0,02	0,02
28	25,23	23,61	27,14	0,86	0,86	0,74	0,03	0,03
25	24,72	23,28	27,06	-2,06	2,06	4,25	0,08	0,08
20	23,73	22,88	26,35	-6,35	6,35	40,32	0,32	0,24
26	23,53	22,52	24,68	1,32	1,32	1,75	0,05	0,05
21	22,80	22,12	24,66	-3,66	3,66	13,40	0,17	0,15
14	21,39	21,61	23,56	-9,56	9,56	91,39	0,68	0,41
44	23,48	21,41	21,13	22,87	22,87	523,01	0,52	1,08
56	26,63	21,57	25,81	30,19	30,19	911,18	0,54	1,17
37	27,26	21,79	32,32	4,68	4,68	21,89	0,13	0,14
25	26,49	21,89	33,43	-8,43	8,43	71,13	0,34	0,25
31	26,48	21,98	31,68	-0,68	0,68	0,46	0,02	0,02
27	26,03	22,01	31,56	-4,56	4,56	20,77	0,17	0,14
33	26,31	22,06	30,57	2,43	2,43	5,91	0,07	0,08
24	25,55	22,03	31,09	-7,09	7,09	50,24	0,30	0,23
47	27,43	22,20	29,52	17,48	17,48	305,69	0,37	0,59
53	29,73	22,61	33,32	19,68	19,68	387,12	0,37	0,59
44	30,74	23,08	37,76	6,24	6,24	38,89	0,14	0,17
41	31,29	23,54	39,38	1,62	1,62	2,61	0,04	0,04
42	31,88	24,02	40,02	1,98	1,98	3,92	0,05	0,05
31	31,17	24,35	40,73	-9,73	9,73	94,76	0,31	0,24
37	31,22	24,64	38,86	-1,86	1,86	3,45	0,05	0,05
28	30,26	24,79	38,63	-10,63	10,63	112,97	0,38	0,28
36,41666667	30,36	24,93	36,43	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
65	33,61	25,42	36,49	28,51	28,51	812,98	0,44	0,78
43	34,01	25,88	42,86	0,14	0,14	0,02	0,00	0,00
51	35,24	26,42	43,17	7,83	7,83	61,28	0,15	0,18
34	34,43	26,80	45,18	-11,18	11,18	124,92	0,33	0,25
72	37,92	27,52	43,02	28,98	28,98	839,69	0,40	0,67
39	37,32	28,07	49,65	-10,65	10,65	113,48	0,27	0,21
30	35,79	28,39	47,73	-17,73	17,73	314,49	0,59	0,37
41	35,68	28,65	44,14	-3,14	3,14	9,84	0,08	0,07
36,41666667	35,08	28,82	43,61	-7,19	7,19	51,71	0,20	0,16
32	34,07	28,85	42,14	-10,14	10,14	102,80	0,32	0,24
28	32,75	28,73	39,96	-11,96	11,96	142,97	0,43	0,30
28	31,59	28,49	37,28	-9,28	9,28	86,08	0,33	0,25
32	31,03	28,23	35,09	-3,09	3,09	9,55	0,10	0,09
25	29,77	27,86	34,20	-9,20	9,20	84,58	0,37	0,27
27	28,90	27,44	31,93	-4,93	4,93	24,31	0,18	0,15
43	29,90	27,19	30,54	12,46	12,46	155,32	0,29	0,41
32	29,56	26,93	32,96	-0,96	0,96	0,93	0,03	0,03
21	28,05	26,54	32,53	-11,53	11,53	132,95	0,55	0,35
28	27,51	26,14	29,75	-1,75	1,75	3,07	0,06	0,06
35	27,81	25,82	29,05	5,95	5,95	35,39	0,17	0,20
28	27,30	25,49	30,05	-2,05	2,05	4,20	0,07	0,07
25	26,52	25,12	29,34	-4,34	4,34	18,79	0,17	0,15
12	24,41	24,56	28,10	-16,10	16,10	259,35	1,34	0,57
21	23,56	23,98	24,24	-3,24	3,24	10,49	0,15	0,13
16	22,28	23,33	23,10	-7,10	7,10	50,36	0,44	0,31
26	22,26	22,77	21,09	4,91	4,91	24,14	0,19	0,23
21	21,70	22,21	21,69	-0,69	0,69	0,48	0,03	0,03
27	21,87	21,75	21,11	5,89	5,89	34,64	0,22	0,28
18	21,02	21,25	22,00	-4,00	4,00	16,01	0,22	0,18
24	20,95	20,81	20,76	3,24	3,24	10,49	0,13	0,16
36	22,21	20,57	21,10	14,90	14,90	221,95	0,41	0,71
39	23,64	20,51	24,07	14,93	14,93	223,05	0,38	0,62
45	25,55	20,68	27,17	17,83	17,83	317,88	0,40	0,66
51	27,88	21,08	31,05	19,95	19,95	398,11	0,39	0,64
40	28,69	21,52	35,54	4,46	4,46	19,87	0,11	0,13

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 10.Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para la Trucha con datos atípicos

	alfa	0,3						
	Beta	0,7						
	a1	23,91			MAD	ECM		
	b2	-0,049			13,67	646,97	56%	280%
	b1	21,558		Desv.Esta	17,08823449	25,43557492		
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X'
	21,67	21,79						
16	19,97	21,24	21,51	-5,51	5,51	30,35	0,34	0,26
24	21,18	21,22	18,15	5,85	5,85	34,17	0,24	0,32
18	20,23	20,92	21,12	-3,12	3,12	9,72	0,17	0,15
32	23,76	21,77	19,23	12,77	12,77	163,12	0,40	0,66
26	24,43	22,57	26,59	-0,59	0,59	0,35	0,02	0,02
27	25,20	23,36	27,09	-0,09	0,09	0,01	0,00	0,00
21	23,94	23,53	27,83	-6,83	6,83	46,67	0,33	0,25
11	20,06	22,49	24,52	-13,52	13,52	182,84	1,23	0,55
148	58,44	33,28	16,58	131,42	131,42	17.270,44	0,89	7,92
170	91,91	50,87	94,39	75,61	75,61	5.716,80	0,44	0,80
152	109,94	68,59	150,54	1,46	1,46	2,13	0,01	0,01
163	125,86	85,77	169,01	-6,01	6,01	36,07	0,04	0,04
54	104,30	91,33	183,12	-129,12	129,12	16.672,86	2,39	0,71
42	85,61	89,61	122,83	-80,83	80,83	6.533,46	1,92	0,66
98	89,33	89,53	79,89	18,11	18,11	327,93	0,18	0,23
46	76,33	85,57	89,04	-43,04	43,04	1.852,54	0,94	0,48
21	59,73	77,82	63,13	-42,13	42,13	1.775,01	2,01	0,67
48	56,21	71,33	33,89	14,11	14,11	199,00	0,29	0,42
32	48,95	64,62	34,61	-2,61	2,61	6,79	0,08	0,08
37	45,36	58,84	26,56	10,44	10,44	108,97	0,28	0,39
14	35,95	51,98	26,11	-12,11	12,11	146,61	0,86	0,46
38	36,57	47,35	13,07	24,93	24,93	621,66	0,66	1,91
21	31,90	42,72	21,16	-0,16	0,16	0,03	0,01	0,01
19	28,03	38,31	16,44	2,56	2,56	6,54	0,13	0,16
20	25,62	34,50	13,34	6,66	6,66	44,35	0,33	0,50
24	25,13	31,69	12,93	11,07	11,07	122,55	0,46	0,86
19	23,29	29,17	15,76	3,24	3,24	10,47	0,17	0,21
29	25,01	27,92	14,90	14,10	14,10	198,95	0,49	0,95
23	24,40	26,87	20,84	2,16	2,16	4,67	0,09	0,10
26	24,88	26,27	20,89	5,11	5,11	26,16	0,20	0,24
14	21,62	24,88	22,90	-8,90	8,90	79,18	0,64	0,39
17	20,23	23,48	16,96	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00
4	15,36	21,05	15,59	-11,59	11,59	134,32	2,90	0,74
8	13,15	18,68	7,24	0,76	0,76	0,57	0,09	0,10
6	11,01	16,38	5,26	0,74	0,74	0,55	0,12	0,14
7	9,81	14,41	3,34	3,66	3,66	13,42	0,52	1,10
14	11,06	13,40	3,23	10,77	10,77	115,92	0,77	3,33
19	13,44	13,42	7,72	11,28	11,28	127,20	0,59	1,46
17	14,51	13,74	13,49	3,51	3,51	12,35	0,21	0,26
15	14,66	14,02	15,61	-0,61	0,61	0,37	0,04	0,04
9	12,96	13,70	15,57	-6,57	6,57	43,18	0,73	0,42
15	13,57	13,66	11,90	3,10	3,10	9,59	0,21	0,26
28	17,90	14,93	13,44	14,56	14,56	211,89	0,52	1,08
21	18,83	16,10	22,14	-1,14	1,14	1,30	0,05	0,05
32	22,78	18,11	22,73	9,27	9,27	85,99	0,29	0,41
46	29,75	21,60	29,46	16,54	16,54	273,58	0,36	0,56
28	29,22	23,89	41,39	-13,39	13,39	179,22	0,48	0,32
34	30,66	25,92	36,85	-2,85	2,85	8,11	0,08	0,08
20	27,46	26,38	37,43	-17,43	17,43	303,67	0,87	0,47
17	24,32	25,76	29,00	-12,00	12,00	144,04	0,71	0,41
19	22,73	24,85	22,26	-3,26	3,26	10,65	0,17	0,15
26	23,71	24,51	19,69	6,31	6,31	39,84	0,24	0,32
23	23,50	24,20	22,56	0,44	0,44	0,19	0,02	0,02
25	23,95	24,13	22,48	2,52	2,52	6,34	0,10	0,11
18	22,16	23,54	23,69	-5,69	5,69	32,37	0,32	0,24
16	20,31	22,57	20,20	-4,20	4,20	17,63	0,26	0,21
47	28,32	24,30	17,09	29,91	29,91	894,60	0,64	1,75
43	32,72	26,82	34,07	8,93	8,93	79,76	0,21	0,26
40	34,91	29,25	41,15	-1,15	1,15	1,33	0,03	0,03
51	39,73	32,39	42,99	8,01	8,01	64,17	0,16	0,19
77	50,91	37,95	50,22	26,78	26,78	717,13	0,35	0,53
48	50,04	41,58	69,43	-21,43	21,43	459,42	0,45	0,31
35	45,53	42,76	62,13	-27,13	27,13	736,01	0,78	0,44
39	43,57	43,00	49,48	-10,48	10,48	109,80	0,27	0,21
29	39,20	41,86	44,38	-15,38	15,38	236,44	0,53	0,35
66	47,24	43,48	35,39	30,61	30,61	936,80	0,46	0,86
27	41,17	42,78	52,62	-25,62	25,62	656,15	0,95	0,49
22	35,42	40,57	38,86	-16,86	16,86	284,23	0,77	0,43
29	33,49	38,45	28,05	0,95	0,95	0,90	0,03	0,03
45	36,94	38,00	26,41	18,59	18,59	345,56	0,41	0,70
17	30,96	35,89	35,44	-18,44	18,44	340,03	1,08	0,52
11	24,97	32,61	23,92	-12,92	12,92	167,04	1,17	0,54
23	24,38	30,14	14,06	8,94	8,94	79,94	0,39	0,64
19	22,77	27,93	16,15	2,85	2,85	8,13	0,15	0,18
24	23,14	26,49	15,39	8,61	8,61	74,13	0,36	0,56
28	24,60	25,92	18,34	9,66	9,66	93,25	0,34	0,53
45	30,72	27,36	22,70	22,30	22,30	497,32	0,50	0,98
23	28,40	27,67	35,51	-12,51	12,51	156,52	0,54	0,35
17	24,98	26,87	29,44	-12,44	12,44	154,81	0,73	0,42
11	20,79	25,04	22,29	-11,29	11,29	127,45	1,03	0,51
3	15,45	22,16	14,71	-11,71	11,71	137,08	3,90	0,80
1	11,12	18,85	5,86	-4,86	4,86	23,62	4,86	0,83
7	9,88	16,16	0,07	6,93	6,93	48,07	0,99	104,39
4	8,12	13,75	0,91	3,09	3,09	9,54	0,77	3,39
8	8,08	12,05	0,07	7,93	7,93	62,82	0,99	107,11
11	8,96	11,12	2,42	8,58	8,58	73,67	0,78	3,55
9	8,97	10,48	5,87	3,13	3,13	9,81	0,35	0,53
7	8,38	9,85	6,82	0,18	0,18	0,03	0,03	0,03
20	11,87	10,45	6,28	13,72	13,72	188,16	0,69	2,18
25	15,81	12,06	13,88	11,12	11,12	123,56	0,44	0,80
16	15,86	13,20	21,16	-5,16	5,16	26,62	0,32	0,24
19	16,80	14,28	19,67	-0,67	0,67	0,45	0,04	0,03
21	18,06	15,42	20,41	0,59	0,59	0,35	0,03	0,03
35	23,14	17,73	21,85	13,15	13,15	173,04	0,38	0,60
28	24,60	19,79	30,87	-2,87	2,87	8,25	0,10	0,09
32	26,82	21,90	31,47	0,53	0,53	0,283423804684	0,02	0,02

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 11. Simulación pronóstico Suavización Exponencial Doble para el Filete reemplazando el datos atípico por la demanda promedio

	alfa	0.10540597						
	Beta	0.87024714						
	a1	18,21			MAD	ECM	MAPE	MAPE'
	b2	0,078			9,56	163,49	69%	43%
	b1	21,954		Desv.Esta	11,9509984	12,78633303		
demanda	s	s2	PRONOSTICO	e	lel	e2	lel/X	lel/X'
	21,31	20,67						
16	20,23	20,12	22,03	-6,03	6,03	36,39	0,38	0,27
24	20,14	19,63	20,36	3,64	3,64	13,25	0,15	0,18
18	19,42	19,13	20,70	-2,70	2,70	7,31	0,15	0,13
32	20,27	18,78	19,75	12,25	12,25	150,13	0,38	0,62
26	20,38	18,50	21,94	4,06	4,06	16,45	0,16	0,18
27	20,58	18,27	22,50	4,50	4,50	20,24	0,17	0,20
21	20,13	18,02	23,19	-2,19	2,19	4,78	0,10	0,09
11	18,68	17,65	22,49	-11,49	11,49	132,10	1,04	0,51
36,52083333	20,10	17,48	19,83	16,69	16,69	278,67	0,46	0,84
36,52083333	21,34	17,46	23,04	13,48	13,48	181,61	0,37	0,58
36,52083333	22,42	17,56	25,70	10,82	10,82	117,14	0,30	0,42
36,52083333	23,36	17,74	27,88	8,64	8,64	74,69	0,24	0,31
54	26,02	18,18	29,67	24,33	24,33	592,15	0,45	0,82
42	27,07	18,68	34,81	7,19	7,19	51,63	0,17	0,21
98	33,89	19,83	36,49	61,51	61,51	3.783,71	0,63	1,69
46	34,34	20,87	49,66	-3,66	3,66	13,39	0,08	0,07
21	32,10	21,55	49,44	-28,44	28,44	808,96	1,35	0,58
48	32,99	22,23	43,93	4,07	4,07	16,57	0,08	0,09
32	32,09	22,73	45,06	-13,06	13,06	170,61	0,41	0,29
37	31,82	23,13	42,58	-5,58	5,58	31,11	0,15	0,13
14	29,17	23,21	41,56	-27,56	27,56	759,82	1,97	0,66
38	29,39	23,29	35,85	2,15	2,15	4,60	0,06	0,06
21	27,79	23,20	36,23	-15,23	15,23	231,81	0,73	0,42
19	26,19	22,95	32,94	-13,94	13,94	194,22	0,73	0,42
20	24,90	22,60	29,82	-9,82	9,82	96,35	0,49	0,33
24	24,20	22,21	27,48	-3,48	3,48	12,09	0,14	0,13
19	23,06	21,76	26,42	-7,42	7,42	55,03	0,39	0,28
29	23,12	21,38	24,51	4,49	4,49	20,13	0,15	0,18
23	22,55	20,98	25,08	-2,08	2,08	4,34	0,09	0,08
26	22,36	20,61	24,31	1,69	1,69	2,87	0,07	0,07
14	20,94	20,15	24,32	-10,32	10,32	106,57	0,74	0,42
17	20,01	19,64	21,82	-4,82	4,82	23,26	0,28	0,22
4	17,84	18,97	20,43	-16,43	16,43	269,86	4,11	0,80
8	16,37	18,24	16,56	-8,56	8,56	73,33	1,07	0,52
6	14,88	17,44	14,27	-8,27	8,27	68,37	1,38	0,58
7	13,68	16,62	12,00	-5,00	5,00	25,01	0,71	0,42
14	13,38	15,87	10,39	3,61	3,61	13,02	0,26	0,35
19	13,65	15,25	10,59	8,41	8,41	70,69	0,44	0,79
17	13,67	14,71	11,85	5,15	5,15	26,49	0,30	0,43
15	13,48	14,23	12,50	2,50	2,50	6,25	0,17	0,20
9	12,68	13,72	12,64	-3,64	3,64	13,24	0,40	0,29
15	12,61	13,27	11,51	3,49	3,49	12,16	0,23	0,30
28	13,93	13,01	11,88	16,12	16,12	259,77	0,58	1,36
21	14,33	12,83	14,96	6,04	6,04	36,54	0,29	0,40
32	15,85	12,84	16,02	15,98	15,98	255,49	0,50	1,00
46	18,64	13,14	19,22	26,78	26,78	717,20	0,58	1,39
28	19,17	13,45	24,81	3,19	3,19	10,19	0,11	0,13
34	20,27	13,85	25,58	8,42	8,42	70,84	0,25	0,33
20	19,75	14,13	27,47	-7,47	7,47	55,80	0,37	0,27
17	18,98	14,30	26,04	-9,04	9,04	81,79	0,53	0,35
19	18,52	14,39	24,22	-5,22	5,22	27,28	0,27	0,22
26	18,86	14,51	23,14	2,86	2,86	8,18	0,11	0,12
23	18,83	14,62	23,72	-0,72	0,72	0,52	0,03	0,03
25	19,02	14,72	23,56	1,44	1,44	2,07	0,06	0,06
18	18,45	14,76	23,85	-5,85	5,85	34,17	0,32	0,25
16	17,75	14,71	22,59	-6,59	6,59	43,49	0,41	0,29
47	20,40	14,96	21,14	25,86	25,86	668,57	0,55	1,22
43	22,28	15,36	26,50	16,50	16,50	272,32	0,38	0,62
40	23,61	15,86	30,04	9,96	9,96	99,20	0,25	0,33
51	25,92	16,53	32,30	18,70	18,70	349,85	0,37	0,58
25,54166667	25,25	17,05	36,44	-10,90	10,90	118,88	0,43	0,30
48	27,03	17,69	34,44	13,56	13,56	183,80	0,28	0,39
35	27,21	18,26	37,51	-2,51	2,51	6,31	0,07	0,07
39	27,79	18,82	37,25	1,75	1,75	3,05	0,04	0,05
29	27,24	19,25	37,85	-8,85	8,85	78,40	0,31	0,23
25,54166667	26,40	19,54	36,21	-10,67	10,67	113,75	0,42	0,29
27	25,82	19,72	34,10	-7,10	7,10	50,40	0,26	0,21
22	24,79	19,78	32,66	-10,66	10,66	113,64	0,48	0,33
29	24,63	19,81	30,41	-1,41	1,41	1,99	0,05	0,05
45	26,18	20,00	30,04	14,96	14,96	223,84	0,33	0,50
17	24,57	19,99	33,11	-16,11	16,11	259,49	0,95	0,49
11	22,54	19,77	29,71	-18,71	18,71	350,05	1,70	0,63
23	22,04	19,53	25,65	-2,65	2,65	7,02	0,12	0,10
19	21,19	19,23	24,86	-5,86	5,86	34,33	0,31	0,24
24	20,97	18,95	23,38	0,62	0,62	0,39	0,03	0,03
28	21,20	18,72	23,23	4,77	4,77	22,72	0,17	0,21
45	23,19	18,74	23,97	21,03	21,03	442,11	0,47	0,88
23	22,61	18,69	28,18	-5,18	5,18	26,87	0,23	0,18
17	21,46	18,53	27,00	-10,00	10,00	99,95	0,59	0,37
11	19,84	18,21	24,76	-13,76	13,76	189,31	1,25	0,56
3	17,58	17,70	21,66	-18,66	18,66	348,24	6,22	0,86
1	15,41	17,03	17,44	-16,44	16,44	270,40	16,44	0,94
7	14,14	16,31	13,58	-6,58	6,58	43,34	0,94	0,48
4	12,73	15,54	11,71	-7,71	7,71	59,52	1,93	0,66
8	11,92	14,78	9,58	-1,58	1,58	2,51	0,20	0,17
11	11,53	14,08	8,72	2,28	2,28	5,20	0,21	0,26
9	10,99	13,41	8,69	0,31	0,31	0,10	0,03	0,04
7	10,30	12,75	8,27	-1,27	1,27	1,62	0,18	0,15
20	11,07	12,27	7,55	12,45	12,45	155,08	0,62	1,65
25	12,27	11,97	9,73	15,27	15,27	233,14	0,61	1,57
16	12,36	11,72	12,61	3,39	3,39	11,51	0,21	0,27
19	12,76	11,54	13,09	5,91	5,91	34,95	0,31	0,45
21	13,32	11,45	14,13	6,87	6,87	47,20	0,33	0,49
35	15,28	11,57	15,42	19,58	19,58	383,47	0,56	1,27
28	16,25	11,79	19,44	8,56	8,56	73,33	0,31	0,44
32	17,51	12,10	21,25	10,75	10,75	115,46	0,34	0,51

Fuente. Elaboración Propia

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. NAHMIA, Queueing Models for Controlling Perishable Inventories. In Economics of Management of Inventories, A. Chikan (ed.) (Proceedings of the First International Conference on Inventories), Elsevier, Amsterdam.: Proceedings of the First International Conference on Inventories, 1982.
- [2] C. J. VIDAL, FUNDAMENTOS DE CONTROL Y GESTION DE INVENTARIO, SANTIAGO DE CALI, 2010.
- [3] S. & M. P. Chopra, Administración de la cadena de suministro (Tercera ed.), México: Pearson Educación, 2008.
- [4] P. ., Nahmias, Perishable inventory systems with variable input, springer verla, 2004.
- [5] J. A. R. y. C. Vidal, A heurist method for inventory control of short life-cycle product, Santiago de Cali, , 2009.
- [6] o. Patrik Tydesjö, Inventory problems with perishable items: Fixed lifetimes and backlogging, European Journal of Operational Research, 2009.
- [7] R. ROSSI, Revisión periódica para un artículo perecedero bajo demanda estocástica no estacionaria”, 2010.
- [8] S. M. . S. Transchel, Periodic review inventory-control for perishable products under service-level constraints, 2010.
- [9] H. B. G. (. P. y. E. U. N. d. C. Mendoza, Licencia: Creative Commons BY-NC-ND., 2002. [En línea]. Available: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2001065/..](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2001065/)

[10] M. M. L. R. Lee Krajewsky, Administración de operaciones procesos y cadena de valor, México: Pearson, 2008.