



Trabajo Final del proyecto para optar al
Grado de Magister en Administración y gestión Portuaria

**DETERMINAR UN SISTEMA DE PRONÓSTICO DE
DEMANDA DE CONTENEDORES, EVALUANDO SU
APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN.**

Pablo Andrés Quintana Pérez

Agosto 2018

DETERMINAR UN SISTEMA DE PRONÓSTICO DE DEMANDA DE CONTENEDORES,
EVALUANDO SU APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN.

Pablo Andrés Quintana Pérez

COMISIÓN REVISORA	NOTA	FIRMA
Felipe Caselli Benavente	<u>6,1</u>	<u>Felipe Caselli</u>
Sergio Bidart Loyola	<u>6,8</u>	<u>[Signature]</u>
Jaime Leyton Espoz	<u>6,2</u>	<u>[Signature]</u>

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad de Valparaíso, gracias por haberme permitido formarme y en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de un gran aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas; gracias a mis padres por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a mi pareja por entenderme en todo, gracias a ella porque en todo momento fue un apoyo incondicional en mi vida, fue la felicidad encajada en una sola persona, fue mi todo reflejado en otra persona a la cual yo amo demasiado, y por la cual estoy dispuesto a enfrentar todo y en todo momento.

Este mismo furor y pasión con la que describo el perfecto e incondicional apoyo de mi pareja, fue el mismo con el que desarrollé cada parte y punto de esta tesis, y por esto mismo puedo afirmar y pronosticar su éxito y agrado para cada uno de sus lectores.

El desarrollo de esta tesis no lo puedo catalogar como algo fácil, pero lo que sí puedo hacer, es afirmar que durante todo este tiempo pude disfrutar de cada momento, que cada investigación, proceso, y proyectos que se realizaron dentro de esta, lo disfruté mucho, y no fue porque simplemente me dispuse a que así fuera, fue porque mis amigos siempre estuvieron ahí, fue porque la vida misma me demostró que de las cosas y actos que yo realice, serán los mismos que harán conmigo.

Siembra una buena y sincera amistad, y muy probablemente el tiempo te permitirá disfrutar de una agradable cosecha.

Este es un momento muy especial que espero, perdure en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para echarle una mirada a mi proyecto de tesis; a ellos asimismo les agradezco con todo mi ser.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1. GESTIÓN DEL PROCESO DE PRONÓSTICO DE DEMANDA.....	7
3.1.1. PLANIFICACIÓN Y PREVISIÓN.....	7
3.1.2. PREDICCIÓN DE DEMANDA.....	8
3.2. CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN MÉTODO DE PRONÓSTICO.....	10
3.3. EL CASO MARÍTIMO.....	13
3.4. SUBJETIVO Y OBJETIVO.....	14
3.4.1. ENFOQUE DE PREDICCIÓN SUBJETIVO.....	15
3.4.2. ENFOQUE DE PREDICCIÓN OBJETIVO.....	16
3.5. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO.....	17
3.5.1. MODELOS DE PRONÓSTICOS DE SERIES TEMPORALES.....	20
3.5.2. MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN MULTIPLICATIVO.....	21
3.5.3. SUAVIZADO EXPONENCIAL TRIPLE.....	22
3.5.4. MODELO DE PROMEDIO MOVIL AUTORREGRESIVO INTEGRADO.....	24
3.6. PRECISIÓN DE LA PREDICCIÓN.....	25
3.6.1. EVALUACIÓN EN LA MEDICIÓN DEL ERROR.....	26
3.6.2. DESVIACIÓN MEDIA ABSOLUTA (MAD).....	26
3.6.3. ERROR MEDIO CUADRÁTICO (MSE).....	27
3.6.4. ERROR ABSOLUTO MEDIO PORCENTUAL (MAPE).....	27
4. METODOLOGÍA.....	28
4.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
4.6.1. ESTRATEGIA.....	29
4.6.2. ENTREVISTAS.....	30

4.6.3	EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN.....	31
5	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
5.6	LA COMPAÑÍA.....	33
5.6.1	PROCESO ACTUAL DE PREDICCIÓN.....	34
5.7	DESCOMPOSICIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	36
5.8	EJECUCIÓN DE LOS MODELOS.....	38
5.8.1	PRECISIÓN DE LOS MODELOS CUANTITATIVOS.....	38
6	DISCUSIONES.....	41
7	CONCLUSIONES.....	45
7.1.	DE LA ORGANIZACIÓN Y SUS PROCESOS.....	45
7.2.	DEL MODELO DE PREDICCIÓN Y PLANIFICACIÓN.....	46
8.	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	49

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 3 1: MARCO PARA LA PRÁCTICA ORGANIZACIONAL DE PREVISIÓN DE LA DEMANDA (WINKLHOFFER ET AL, 1996).....	8
FIGURA 3 2: PROCESO DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA (ADAPTADO DE HEIZER & RENDER 2004, 105)	9
FIGURA 5 1: Exportaciones efectivas comparadas con la predicción de la compañía entre enero de 2017 y marzo de 2018.....	35
FIGURA 5 2: EXPORTACIONES EFECTIVAS COMPARADAS CON LA PREDICCIÓN DE LA COMPAÑÍA, SUAVIZADA CON UNA MEDIA MÓVIL DE ORDEN 4, ENTRE ENERO DE 2017 Y MARZO DE 2018.	36
FIGURA 5 3: Exportaciones efectivas de contenedores refrigerados de 40' entre enero de 2013 y marzo de 2018	37
FIGURA 5 4: Exportaciones efectivas de contenedores refrigerados de 40', suavizada con una media móvil de orden 6	38
FIGURA 5 5: Representación gráfica de los valores reales de exportación, contra el modelo cualitativo de la compañía y el mejor modelo cuantitativo obtenido.	40

INDICE DE TABLAS

TABLA 3 1: PRINCIPALES MODELOS DE SERIES DE TIEMPO (MARTIN, J. 2008:240)	20
TABLA 4 1: RESUMEN DE METODOLOGÍAS	32
TABLA 5 1: Evaluación de la predicción de la compañía, entre enero de 2017 y marzo de 2018	36
TABLA 5 2: Comparación de medidas de error entre todos los modelos elaborados	39
TABLA 5 3: Comparación de medidas de error de los modelos agrupados	39
TABLA 5 4: Comparación de los modelos cuantitativos agrupados, contra la predicción objetiva actual de la compañía	40

RESUMEN

Este documento viene a culminar una investigación y trabajo realizado durante casi un año, y que vino inicialmente a plantear la factibilidad del uso de sistemas de pronósticos en una empresa naviera de contenedores, en virtud de observar cómo – por una curiosidad profesional – el uso de contenedores refrigerados no era el óptimo durante cada temporada, y se producían zonas y épocas de déficit y *surplus*, sin que hubiera un real cuestionamiento acerca del verdadero control que existe sobre este procedimiento.

El planteamiento de la investigación venía a poner sobre la mesa si los métodos ocupados al presente por la empresa (subjetivos, basados en la opinión y sin control de antecedentes pasados), podían ser cotejados y comparados con procedimientos de predicción ya existentes, validados en otras industrias, y que apuntaban más hacia el análisis de datos y métodos más objetivos.

Para lo anterior, se revisaron datos pasados de hasta 5 años que mostraban los contenedores refrigerados exportados por la empresa, desde los puertos de Valparaíso y San Antonio, y se revisó con esta data las tendencias, ciclos y estacionalidades. Una clara directriz se hizo evidente a lo que ya se podía figurar: ciclos según las estaciones del año, marcados por las cosechas de la fruta, y una tendencia alcista que encuentra respuesta también en cómo crece este mercado.

Se tuvo acceso también a los datos de los pronósticos que hizo la empresa con sus métodos actuales, de modo tal que se pudo comparar con los valores reales, y así también con lo entregado por los distintos modelos puestos a prueba. Comparaciones gráficas y por métodos de estudio de error fueron ejecutados, pudiéndose así determinar la incerteza y precisión de cada uno.

Los resultados, si bien cayeron dentro de lo esperado, entregando una mayor precisión a los métodos objetivos por sobre los subjetivos, evidenciaron de igual forma – luego del análisis del escenario completo – que una aproximación conjunta de un conocimiento del mercado y de los clientes, además de lo que los números pueden predecir por sí mismos, termina siendo para esta industria y tipo de carga, la mejor aproximación de pronóstico.

No es posible descartar un método en favor del otro de manera taxativa, sino que una aplicación mancomunada de ambos es lo que lleva a la aproximación de los mejores resultados. Es como resultado final, el proponer se utilice la combinación de distintos sistemas de pronósticos, en colaboración de distintas áreas y departamentos de la compañía, permitiendo así una visión completa tanto en lo que es la visión comercial como la operacional.

1. INTRODUCCIÓN

La industria del transporte de contenedores marítimos representa hoy uno de los pilares fundamentales del comercio exterior mundial. El costo del transporte por mar es el más bajo comparado con otros modos de movilización. Según una publicación realizada por la UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development), de 2000 a 2015, el aumento del comercio de contenedores fue el más alto en comparación con el de otros tipos de transporte marítimo. El tráfico oceánico mundial de contenedores aumentó de 84,6 millones de TEUs (Twenty-foot equivalent units) en 1990, a 362 millones en el 2005 **(UNCTAD, 2015)**.

Según Cenek, Kean, Kvatch y Jameson (2012), el transporte marítimo es más eficaz en términos de costo que otros modos de transporte en largas distancias. Su investigación muestra que por ejemplo “cada 1500 kilómetros de un viaje desde Auckland a Dunedin, la proporción de costos de transportar un contenedor de 20’ era 1 (mar):1,7 (tren):2,8 (carretera).

Un contenedor es tanto un medio transporte como una unidad de producción, y puede moverse de un lugar a otro en un flujo de exportación, importación o reposicionamiento. Una vez que se ha descargado un contenedor en importación, se debe encontrar otra ruta de transporte para el mismo en exportación, ya que mover un contenedor vacío es casi tan costoso como mover un contenedor lleno.

Las compañías navieras necesitan contenedores para mantener sus operaciones y nivel de servicio a lo largo de la red de puertos en las que recalán. Los contenedores que llegan a un mercado como importaciones deben irse, ya sea vacíos o llenos. Cuanto más larga sea la demora, mayor será el costo. Por lo tanto, el reposicionamiento comienza inmediatamente después de que un contenedor ha sido descargado y es importante ya que implica costos que deben ser asumidos por los clientes finales y que, por lo tanto, se reflejan en los costos pagados por los productores y los consumidores. Además, representan oportunidades de desarrollo para los mercados de exportación ya que cada desequilibrio tiende a imponer un reajuste de las tasas de transporte y puede actuar como un subsidio

indirecto a la exportación. Las empresas que se aprovechan de esto pueden reducir sus costos de transporte.

Los participantes en la industria del transporte marítimo global casi siempre se enfrentan a desequilibrios comerciales, ya que lugares como América y Europa tienen un déficit comercial, en particular con China, que sigue liderando el crecimiento en los flujos de carga.

Con un mayor desequilibrio, la incidencia de contenedores vacíos resulta en un aumento de los costos de manipulación para equipos ociosos causados por, como ejemplo, operaciones de reposicionamiento, restricciones de cabotaje etc. Además, aunque una parte considerable de las exportaciones asiáticas son productos de alto valor como las computadoras, electrónica de consumo, ropa, etc., muchos de los contenedores que van a Asia están llenos de papel usado y chatarra, que hace que un contenedor que estuvo una vez vacío, esté ahora cargado pero sin casi pagar el costo verdadero del envío. Con respecto a los costos, hay poco (o ningún) ahorro en el manejo o transporte de una caja vacía en lugar de uno cargado. Por lo tanto, los transportistas deben abordar los desequilibrios y sus implicaciones para los vacíos.

La acumulación y el reposicionamiento de contenedores vacíos se han convertido en problemas graves para las compañías navieras y se espera que se intensifiquen en el futuro dado el crecimiento esperado en los desequilibrios comerciales entre las naciones que comercian. Estos problemas implican costos importantes y desafíos operacionales para la industria. Un pronóstico más preciso de las demandas comerciales de equipos, que derive en un mejor manejo de los volúmenes de contenedores vacíos en los puertos y depósitos, permitirá desarrollar planes más rentables para el reposicionamiento de contenedores vacíos.

Los responsables de las políticas portuarias confían en las previsiones de tráfico de la demanda para respaldar las decisiones relacionadas con la operación y las futuras inversiones en infraestructura portuaria. Es un desafío emparejar la capacidad con la demanda. Por un lado, enfrentan el riesgo de costosos excesos de capacidad y, por otro lado, la falta de capacidad provoca una pérdida de participación en el mercado.

Un correcto uso de modelos predictivos de demanda, se asoman como solución a muchas de las problemáticas previamente planteadas. El entender qué sistema se adecua mejor para cada escenario, según su ubicación, desbalance comercial, estacionalidad, comportamiento histórico, etc., es un ejercicio que permite conocer las reales necesidades futuras, acomodando así el reposicionamiento de unidades vacías, el almacenaje, el adecuado cumplimiento de los compromisos comerciales con los exportadores y las navieras, y la previsión apropiada de sus costos.

"El acto de previsión es de gran beneficio para todos los que participan en el proceso y es el mejor medio para garantizar la adaptabilidad a las circunstancias cambiantes. La colaboración de todos los interesados conduce a un frente unificado, una comprensión de los motivos de las decisiones y una perspectiva ampliada " **Fayol, 2002**.

La previsión de demanda es el uso de datos y análisis para pronosticar con la mayor estrictez posible, la demanda del cliente durante un período específico. La predicción cabal de la demanda es importante para satisfacer a los clientes, minimizar los costos de inventario y optimizar el flujo de caja.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Los tópicos mencionados en el tema del posicionamiento de contenedores, lleva a las compañías que operan en el rubro, a la necesidad de pensar y analizar por adelantado, en el suministro de unidades necesarias que serán requeridas para atender una demanda comercial específica.

La demanda es uno de los aspectos más importantes en la economía de negocios. La no consideración de la diferencia entre suministro y demanda, puede conducir a una serie de problemas. Por lo tanto, en el caso de las operaciones de comercio con contenedores, una oferta más alta que la demanda conducirá a la falla en la utilización de la infraestructura, a la falta de rentabilidad, al aumento de costos de inventario, y finalmente a la no satisfacción del cliente.

Todo lo anterior mencionado, toma aún mayor importancia cuando nos referimos al mercado de los contenedores refrigerados. Un contenedor refrigerado común (40'RH), está equipado con un generador que enfría el contenido del contenedor durante el envío, y mientras el contenedor está en almacenamiento. Esto significa que la carga de un contenedor frigorífico consiste principalmente en productos alimenticios como frutas, carne, pescado, verduras y productos lácteos, pero también productos no alimentarios como flores y farmacéuticos.

Las características de este tipo de cargas las hacen más sensibles, frágiles, y susceptibles a cambios. Sus condiciones orgánicas, hacen patente en ellas sus temporalidades productivas, según la estacionalidad climática reinante en la zona geográfica de producción. El entendimiento de los patrones históricos que influyen en el comportamiento de la producción, y por ende de la demanda de contenedores para su exportación, es clave para el fin de extrapolarlos y acercarnos a los objetivos esperados en pronosticar una demanda.

El objetivo de esta tesis es el de estimar y contrastar métodos para determinar un pronóstico objetivo de demanda de contenedores refrigerados, evaluando su aplicación como herramienta de predicción.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Esta tesis se centra en pronosticar una demanda de contenedores refrigerados como un proceso. Se presentan los métodos matemáticos, pero el principal interés no está en los cálculos, sino en los procesos de previsión y las técnicas de gestión de la demanda. Esa previsión y gestión no se considera un proceso único, sino que está vinculada a otras funciones de una compañía naviera del rubro de contenedores, como rutas de tránsito, capacidad de las naves, planificación de recaladas e itinerarios, desarrollo de ventas y marketing, etc.

El significado de este estudio se relaciona principalmente con el diseño del proceso de gestión de la demanda, y la selección e implementación de herramientas para administrar la exigencia del mercado. El boceto de este desarrollo implica revisar el proceso de gestión para manejar toda la información y las funciones que afectan la demanda en la organización. Aunque existen diferentes tipos de procesos y es fundamental ver qué tipo de transformación es adecuada para cada caso, entonces la primera pregunta de investigación es: *¿Qué tipo de modelos se pueden encontrar en la literatura que son adecuados para la predicción de la demanda en el tipo de producto tratado?*

Es así como, cuando se encuentran estos modelos, la siguiente pregunta es qué tipo de subprocesos se necesitan, por ejemplo, para las prácticas de pronóstico y cómo se utiliza esta información en los procesos de gestión de la demanda. Aunque es necesario aclarar qué métodos son adecuados para cada técnica de gestión. Entonces, dentro de esas necesidades, la segunda pregunta de investigación es la siguiente: *¿Qué tipo de prácticas de pronóstico y gestión se pueden encontrar que se ajusten a esos procesos y produzcan el resultado más rentable para el proceso?*

Delineando una serie de pasos, es que se pretende poder concluir a buen término con las preguntas planteadas. Estos pasos están basados en las metodologías revisadas en el marco teórico y según un orden de precedencia que entregue coherencia.

1. Identificar las estacionalidades y temporadas en la demanda de contenedores refrigerados.
2. Identificar y seleccionar los modelos predictivos a utilizar y comparar.
3. Emplear el modelo apropiado para la correcta implementación de la predicción.
4. Comparar la forma actual de pronóstico utilizada por la compañía naviera, con los resultados del ejercicio.

5. Estimar los costos asociados que conlleva la utilización de los modelos actuales de operar con los propuestos.
6. Proponer una referencia para el mantenimiento de un inventario de seguridad de contenedores vacíos.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. GESTIÓN DEL PROCESO DE PRONÓSTICO DE DEMANDA

3.1.1. PLANIFICACIÓN Y PREVISIÓN

La gestión de la demanda es el proceso de administración de la cadena de suministro, que equilibra los requisitos de los clientes con las capacidades de la misma cadena. La administración puede emparejar el suministro con la demanda de manera proactiva y ejecutar el plan con un mínimo de interrupciones, con el proceso de gestión correcto (Croxtton **et al**, 2002). La administración de la demanda es parte de la gestión de la cadena de suministro y es una parte verdaderamente importante porque la demanda del cliente final es la fuerza que impulsa las actividades en la cadena de suministro (Helms **et al**, 2000).

Hay muchas definiciones en la literatura para "pronóstico", algunas de ellas muy detalladas, mientras que otras entregan una explicación mucho más sencilla como "proyección del futuro". La previsión es el proceso de creación del pronóstico, que explicará y responderá preguntas de "qué, dónde, cuánto y qué tan grande" (Kucharavy y De Guio, 2005).

El proceso de pronóstico debe ser confiable, flexible, transparente y rentable. Se pronostica el resultado del proceso de previsión, o los resultados, que están relacionados con los términos de precisión, inteligibilidad y validez.

Cuando buscamos referencias al hecho mismo de predecir la demanda futura, los profesionales tienden a referirse tanto a la planificación como a la previsión, a menudo como sustitutos, aun cuando una clara distinción se puede hacer entre ambos términos. La planificación busca una respuesta sobre el futuro, mientras que el pronóstico se centra en cómo se verá la situación futura.

Los pronósticos solo son necesarios cuando existe incertidumbre sobre las decisiones futuras, ya que en caso de que no exista esta incerteza, los eventos pueden controlarse.

Los planificadores pueden usar diferentes métodos de pronóstico para predecir el resultado de sus planes y, si el resultado no es satisfactorio, pueden revisar sus planes. En lugar de predecirse a sí mismos, los responsables de la toma de decisiones pueden comprar un seguro, dejando el pronóstico a un tercero o utilizando sistemas *just-in-time* que traspasan el pronóstico al proveedor (Armstrong 2001: 2-3).

Aunque poseen diferentes definiciones, la planificación y la previsión todavía están muy relacionadas. "El control adecuado de la gestión de los materiales requiere una planificación anticipada, mientras que la planificación anticipada, a su vez requiere buenos pronósticos" (Stock & Lambert, 2001: 281).

3.1.2. PREDICCIÓN DE DEMANDA.

El papel del pronóstico de la demanda cambia dependiendo de la posición en la cadena de suministro que ocupa una empresa. De todos modos, en cualquier cadena de suministro solo existe un punto de demanda: la que proviene del cliente final (Mentzer & Moon 2005).

Winklhofer *et al*, (1996) crearon un marco para la práctica organizacional de previsión de la demanda (Figura 1 1).



FIGURA 3 1: MARCO PARA LA PRÁCTICA ORGANIZACIONAL DE PREVISIÓN DE LA DEMANDA (WINKLHOFER ET AL, 1996)

El cuadro presentado en la ilustración 1. proporciona una representación lógica y ordenada de la práctica organizacional de previsión de la demanda y establece una visión general clara de esta última. Las flechas en la figura significan que cada parte de la representación está vinculada entre sí, por lo que cada decisión diferente afecta a los demás (Winklhofer et al, 1996).

Parte de la gestión de la demanda implica tratar de determinar qué clientes comprarán y cuándo (Stock y Lambert, 2001: 69). Esto se conoce con más precisión como previsión de la demanda e implica determinar la cantidad de producto que el cliente requerirá en algún momento. en el futuro. El pronóstico identifica los requisitos para los cuales la cadena de suministro debe programar el inventario y los recursos operativos. La predicción precisa debería ser un enfoque importante para las situaciones en las que los plazos de reabastecimiento largos y las grandes economías de escala están presentes (Bowersox et al., 2010: 141).

Hay algunas reglas generales que deben ser ponderadas al considerar los pronósticos de demanda. Es importante recordar que el pronóstico nunca es correcto; en lugar de eso, siempre existirá algún error. Después de todo, todo el proceso está haciendo predicciones para el futuro, sin realmente poder conocerlo. Sin embargo, un pronóstico de demanda podría ser exitoso y proponer una diferencia muy pequeña en comparación con las demandas reales.

En general, el proceso de predicción se puede dividir en siete etapas diferentes (figura 1 2). Es importante entender que la metodología de predicción es un sistema que no solo se crea una vez, sino que debe hacerse y mantenerse constantemente. (Heizer y Render 2004, 105, Frazelle 2001, 114-115.)



FIGURA 3 2: PROCESO DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA (ADAPTADO DE HEIZER & RENDER 2004, 105)

El tomar decisiones en un estado de incerteza, es menos que óptimo; y asignar recursos entre actividades logísticas sin saber qué producto se necesitará, es extremadamente difícil. Debido a esto, es imperativo que las organizaciones lleven a cabo algún tipo de pronóstico de la demanda, y que luego comuniquen los resultados a los diferentes departamentos que necesitan saber exactamente cuánto producto se requerirá. Los pronósticos de la demanda futura afectan las estrategias de promoción, la asignación de la fuerza de ventas, los precios y las actividades de investigación de mercado. Además, los pronósticos también determinan los programas de producción, las estrategias de compra y adquisición. (Stock y Lambert, 2001: 20)

3.2. CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN MÉTODO DE PRONÓSTICO.

Una gran cantidad de textos se centran en las técnicas de pronóstico de las empresas. La literatura se enfoca principalmente en examinar diferentes tipos de sistemáticas y compararlas. Aunque parece que el hecho es que las empresas parecen estar más familiarizadas con los juicios que con los métodos de pronóstico cuantitativos (Winklhofer et al, 1996).

Un buen método de pronóstico debería proporcionar una ventana temporal de tiempo suficiente, con un alto grado de precisión y confiabilidad para prepararse para la demanda futura. Un buen pronóstico debe ser simple de entender y proporcionar información relevante para la planeación.

Como el futuro es incierto, estas previsiones pueden no ser cien por ciento correctas. Aun así, cada empresa intenta obtener las predicciones de la forma más precisa posible. Se dice que un pronóstico de la demanda es bueno o eficiente cuando la demanda esperada del mercado es muy cercana o igual a la demanda real del mercado. Esto se puede estimar de cerca si se elige un método apropiado de pronóstico de la demanda. Sin embargo, los siguientes son los criterios de un buen método de previsión de la demanda (Venkataraman, 2017):

1. PRECISIÓN.

La precisión se refiere a la demanda real. Una organización debe pronosticar su demanda muy cerca de la demanda real del mercado para que las cantidades requeridas puedan estar disponibles. Un pronóstico impreciso puede costar mucho. Puede crear una producción o inventarios excesivos o insuficiente. El pronóstico debe ser explícito. Por ejemplo, "habrá un aumento en las ventas en el próximo año

de lo que el actual”, no es un buen pronóstico. Pero, “habría un aumento en las ventas del 20% en el próximo año”, sí es un pronóstico preciso.

2. LONGEVIDAD O DURABILIDAD.

El proceso del pronóstico de la demanda generalmente toma mucho tiempo, dinero y planificación. Dado que una previsión lleva mucho tiempo y dinero, debería ser utilizable por un lapso largo e incluso de varios años. Un pronóstico para un periodo corto de tiempo puede no ser efectivo para la organización.

3. FLEXIBILIDAD.

Un pronóstico de demanda debe ser flexible y adaptable a cualquier tipo de cambio. Hoy en día hay un cambio rápido en los gustos y preferencias de los consumidores. Esto afecta la demanda de diferentes productos en gran medida. Por lo tanto, los pronósticos de demanda hechos por una empresa deberían poder reflejar esos cambios en consecuencia. Aparte de esto, una empresa de negocios, al hacer previsiones, debe considerar varios riesgos comerciales que pueden ocurrir en el futuro.

4. ACEPTABILIDAD Y SIMPLICIDAD.

La aceptabilidad es uno de los criterios más importantes de un buen método de predicción. Eso significa que un pronóstico debe ser aceptable para todos. También debería ser lo más simple posible. Una empresa debe pronosticar su demanda de mercado mediante el uso de métodos simples y fáciles para que las organizaciones no se enfrenten a ninguna complejidad. Sin embargo, algunas empresas generalmente prefieren métodos estadísticos avanzados, que pueden resultar difíciles y complejos.

5. DISPONIBILIDAD.

Un buen método de previsión de la demanda debe contar con datos adecuados y actualizados. Las previsiones deben hacerse de manera oportuna para que se puedan hacer los arreglos necesarios relacionados con la demanda del mercado. Los datos deben estar disponibles para quienes toman las decisiones, en todo momento.

6. PLAUSIBILIDAD Y POSIBILIDAD.

Indica que los pronósticos de demanda deben ser razonables, de modo que sean fácilmente entendidos por las personas que lo usarán. De nuevo, debe tener la calidad de la aplicación en las cambiantes condiciones comerciales.

7. ECONOMÍA.

Un buen método de previsión de la demanda debe estar relacionado con los costos y los beneficios. Debe ser económicamente efectivo. La previsión debe hacerse de tal manera que los costos no excedan los beneficios que se derivarán de ella. Los costos deberían ser menores y los beneficios deberían ser altos.

8. RAPIDEZ.

Un buen método de pronóstico debe arrojar resultados rápidos, en lugar de tomar un período más largo para responder. Debe coincidir con el entorno empresarial cambiante.

9. PUNTUALIDAD.

Debería considerar y ocuparse de los tiempos. Los datos deben estar disponibles para los usuarios cuando sean necesarios, para que la toma de decisiones no se obstaculice.

3.3 EL CASO MARÍTIMO.

La demanda internacional de transporte de mercancías es una demanda derivada, ya que se genera a partir de transacciones comerciales que involucran bienes entre regiones (Ogden, 1977; Mizutani **et al.**, 2006; Deardorff, 1998; Campbell **et al.**, 2012). Por lo tanto, es apropiado que la predicción de la demanda internacional de transporte de mercancías se realice durante la etapa de previsión de la cantidad de comercio entre origen y destino, y luego se calcule el volumen de los flujos de mercancías correspondientes al comercio entre ese origen y destino.

Estudios anteriores han encontrado que la cantidad de comercio entre regiones y países se ve afectada por una serie de factores, como población, empleo, indicadores macroeconómicos, poder de consumo y tipo de cambio (Fite **et al.**, 2002; Janssens **et al.**, 2003; Fosgerau y Kveiborg, 2004; Kockelman **et al.**, 2005; Novak **et al.**, 2011). A diferencia de los experimentos de ciencia e ingeniería, donde los factores pueden ser probados en un experimento físico, tales factores en el comercio mundial y el flujo de productos básicos no pueden ser experimentados en el marco de una economía real. Para simular la cantidad de comercio generado de una región, o predecir la cantidad de comercio bajo diversas circunstancias (por ejemplo, cambios en las decisiones del mercado de negocios, cambios en la política comercial y crecimiento o declive económico), solo se pueden construir valores teóricos o modelos empíricos que intenten imitar el mundo real y evaluar la influencia de estos parámetros en diferentes escenarios hipotéticos.

Los estudios sobre planificación del transporte se han centrado principalmente en el transporte de pasajeros. Como tal, los modelos de planificación de transporte de mercancías no están tan bien desarrollados como los del campo de transporte de pasajeros (Holguín Veras y Patil, 2008; Giuliano **et al.**, 2007; De Jong **et al.**, 2004). Esto se debe principalmente a la presencia de múltiples agentes involucrados en la toma de decisiones de transporte de carga y la disponibilidad limitada de datos. A pesar de la relativa falta de investigación de fletes en la literatura, la industria del transporte de mercancías en general contribuye considerablemente al PIB de un país, como se muestra en el *Factbook* de la OCDE (2013) y también en la revisión de UNCTAD (2014). Por ejemplo, de los 34 estados miembros de la OCDE, 12 de ellos, incluidos Austria, Bélgica, Irlanda, Luxemburgo, Corea, Japón, Países Bajos y otros, informaron que los intercambios de importación y exportación contribuyeron a más del 50% de su propio PIB de 2006 a 2011 (OCDE, 2013). Reconociendo esta importancia, los investigadores comenzaron a poner más énfasis en las últimas dos décadas para modelar el movimiento de mercancías e investigar la causalidad de los movimientos de carga (Leitham **et al.**, 1999; Polder y Van Meijeren, 2000; Marzano y Papola, 2004; Shen **et al.**, 2009; Juri y Kockelman, 2004; Shibasaki y Watanabe, 2011).

De lo anterior recién mencionado, queda claro que un buen método de pronóstico debe tener varias características. Las mismas, han de ser observadas e interpretadas para el caso particular de estudio, la industria y economía que atiende.

Primero, en la industria marítima, los datos a menudo no están disponibles en grandes cantidades y detalles. Las economías de escala, concentración de datos en grandes centros de servicios, la alta competencia y recelo, hacen que la información no sea de alta disponibilidad, o accesible a todos los estratos. Esto hace pensar que quizás sea mejor usar un modelo que no requiera mucha información. También debe considerarse con esto, que el uso de muchos datos diferentes hace que los pronósticos sean menos confiables, ya que es más propenso a errores (Bankes, 1993).

Segundo, hay que considerar si el modelo debe dejar en claro no, cómo se generan los flujos comerciales. Esto se basa en información sobre oferta y demanda en diferentes regiones. En base a esta información, las regiones de oferta y demanda (o producción y consumo) están vinculadas entre sí para mostrar cómo se distribuyen estos flujos comerciales en todo el mundo. Aquí, las variables macroeconómicas se utilizan para pronosticar los flujos de mercancías.

En tercer lugar, deben tenerse en cuenta los factores que determinan la competitividad de un puerto. Porque no solo la existencia del comercio explica el rendimiento de la carga en los puertos sino también el atractivo del puerto. Esto se debe a que muchos puertos en el mundo sirven al mismo hinterland, y las características específicas del puerto determinan qué puerto recibe la mayor parte del flujo comercial destinado a este hinterland.

Finalmente, de preferencia, el modelo debería explicar los shocks en la economía, y las tendencias y desarrollos en la industria. Se ha demostrado que esto es muy difícil de incluir en un modelo matemático. Por lo tanto, también es posible analizar y, si se desea, ajustar los resultados de los modelos cuantitativos mediante el uso de un juicio experto sobre estas tendencias y conmociones.

3.4 SUBJETIVO Y OBJETIVO.

"Cuando el resultado de una acción es una consecuencia, pero no se puede conocer por adelantado con precisión, la previsión puede reducir el riesgo de decisión al suministrar información adicional sobre el posible resultado" (Kalekar, P., 2004:1).

Es bueno saber que diferentes objetivos requieren diferentes tipos de información. Algunos necesitan ser más precisos que otros. Nadie quiere hacer un trabajo innecesario sabiendo que menos sería suficiente. Por otro lado, demasiada información general en una situación compleja podría no ser suficiente. Por lo tanto, es importante conocer el propósito del pronóstico y los requisitos de información para él.

Existen dos enfoques principales para el pronóstico, subjetivo u objetivo, y algunas veces una organización puede optar por utilizar una combinación de ambos enfoques para predecir la demanda. Cabe señalar aquí que algunos autores utilizan los términos objetivo y subjetivo (Nahmias, S. 2005:51), mientras que otros utilizan los términos cuantitativo y cualitativo (Martín, J. (2008:222), y otros utilizan los términos crítico y estadístico (Armstrong, J. (2001:22). En aras de la coherencia, se utilizan los términos subjetivo y objetivo en este estudio.

3.4.1. ENFOQUE DE PREDICCIÓN SUBJETIVO.

El pronóstico subjetivo se basa en el juicio humano. Los pronósticos subjetivos son más cualitativos: vinculado a la cualidad (el modo de ser o las propiedades de algo). Estos enfoques se basan principalmente en el juicio y las conjeturas educadas. Los métodos de previsión basados en juicios se basan mucho en la opinión de expertos y en presunciones fundamentadas. El hecho de que tengan poca base cuantitativa u objetiva no significa que deba descartarse o que no se midan con exactitud.

Existen varios tipos de técnicas subjetivas (Nahmias, S. 2005: 55-56):

1. OPINION DE LA FUERZA DE VENTAS.

La fuerza de ventas que está en contacto directo con los clientes posee la ventaja de tener el pulso directo de las preferencias del consumidor. En base a esta información, los miembros de la fuerza de ventas pueden proporcionar un estimado de ventas de los productos que planean realizar en un período determinado.

2. ENCUESTAS A CLIENTES.

Estas encuestas o cuestionarios, si se realizan adecuadamente, pueden indicar tendencias futuras y patrones de preferencia oscilantes.

3. JURADO DE OPINIÓN EJECUTIVA.

Método con el cual se combinan y promedian las vistas y opiniones de varios ejecutivos con respecto a una decisión o previsión específica. Si no existe información histórica, las opiniones de los expertos se pueden utilizar como fuente de información para obtener un pronóstico.

Estas opiniones se recopilan de fuentes individuales de varias maneras. Una es que la persona que ensambla la información entrevista a los expertos directamente, la segunda es que se realice una reunión grupal para que los expertos lleguen a un consenso.

4. METODO DELPHI.

Es similar al jurado de opinión ejecutiva, ya que se basa en las opiniones de expertos. Difiere, en que los expertos son encuestados individualmente, sin existir reunión grupal alguna, de modo que ninguna personalidad u opinión puede influir en otra persona del grupo.

En resumen, la técnica subjetiva de predicción puede abarcar simplemente desde pedir las opiniones de expertos, sondear la fuerza de ventas de una organización, o reunir a las personas que tienen conocimiento de un segmento particular de clientes (Martin, J. (2008:222).

3.4.2 ENFOQUE DE PREDICCIÓN OBJETIVO.

La predicción objetiva se obtiene del análisis de datos de historia pasada, y generalmente se divide en dos categorías de análisis: análisis de series de tiempo y modelos de regresión (causales). Los métodos cuantitativos (que hacen referencia a una cuantía, una magnitud, una porción o un número de cosas), buscan consistencias matemáticas en la historia.

En su forma más simple, un modelo de serie temporal o de análisis de serie de tiempo, investiga los datos del pasado sin tener en cuenta los demás factores que podrían haber influido en la demanda. "Usa solo la historia pasada de la serie para ser pronosticada" Nahmias, S. (2005:51).

El objetivo es identificar patrones repetibles y predecibles en preferiblemente varios años de datos pasados. Un ejemplo de previsión de series temporales es pronosticar las ventas para el próximo trimestre, en función de las ventas del trimestre actual (Martin, J. 2008:222).

En cambio, un modelo causal o de regresión, tiene en cuenta otras variables que podrían afectar la demanda y, por lo tanto, realizará un pronóstico utilizando esta información. Típicamente, incluye las historias pasadas de otras series. Por lo tanto, se puede construir un modelo para predecir un fenómeno, basado en el desarrollo de otro fenómeno (Nahmias, S. (2005:51). Un ejemplo sería predecir la inflación (variable dependiente) en función de diversos factores, como las políticas fiscales, el rendimiento agrícola, etc. (variables independientes).

Los modelos causales investigan la relación matemática entre la demanda y otra variable, por ejemplo, un precio. Este modelo lleva más tiempo y es más caro que los de serie temporal. Sin embargo, proporciona a la organización información sobre los cambios que ocurrirán cuando cambie la otra variable. Aun así, encontrar una variable adecuada es una tarea difícil. Uno de los métodos más comunes es el análisis de regresión que busca descubrir la función que podría establecer el vínculo entre la variable causal y la variable en sí. Luego, es necesario descubrir muchos puntos de datos para interpretar, ya que no es útil comenzar con este método si la cantidad de datos es limitada. Finalmente, las relaciones entre las variables deben ser aclaradas. Puede ser, por ejemplo, lineal o exponencial. (Friend 2004, 118-119; Summers 1998 85-87)

En este trabajo, el enfoque será solo hacia el enfoque de predicción objetivo, basado en análisis de series de tiempo.

3.5 ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO.

El análisis de series de tiempo se usa para identificar patrones y tendencias estacionales y cíclicas. Una vez que se reconocen los componentes de pronóstico individuales, las técnicas de series de tiempo suponen que el futuro reflejará el pasado, lo que también sugiere que los patrones de demanda en el pasado continuarán en el futuro. Esta suposición a menudo es razonablemente correcta en el corto plazo y, por lo tanto, las técnicas de series temporales son las más adecuadas para la predicción a corto plazo.

Los análisis de series de tiempo incluyen una variedad de métodos que revisan los patrones y el movimiento de los datos históricos para establecer características recurrentes. Si bien hay muchos enfoques diferentes, dos perspectivas comúnmente utilizadas son la media móvil y el suavizamiento exponencial.

El análisis de series temporales se adapta mejor a este trabajo, debido a la predicción de la demanda de los próximos períodos en función de los requerimientos de las mismas unidades en períodos anteriores.

Los métodos de análisis de series temporales "asumen que una serie temporal es una combinación de un patrón y un comportamiento aleatorio" (Kalekar, P., 2004:2). El objetivo es separar el patrón del *ruido*, mediante la comprensión de la tendencia del patrón, su aumento o disminución a largo plazo y su estacionalidad. Debido a que no requiere más información que las observaciones anteriores de los fenómenos analizados, los métodos de series de tiempo a menudo se denominan métodos ingenuos (Nahmias, S. 2005:57). Cuando la demanda es estable y se espera que pocos cambios ajusten los tiempos y el volumen de la demanda, el análisis de series de tiempo puede ser el aporte más preciso en la planificación de la demanda (Crum, C., 2003:32).

Aunque los modelos de series temporales tienen la ventaja de que requieren solo unos pocos datos, también existen algunos inconvenientes (De Jong *et al.*, 2004). Debido a que la previsión se basa en una sola variable (o una tendencia histórica), no se obtiene información sobre otros eventos o variables que pueden afectar los volúmenes, por ejemplo, de rendimiento en un puerto en particular (efectos políticos, climáticos, etc.). Estas ideas pueden ser de gran valor para comprender la tendencia que se pronostica (De Langen *et al.*, 2012a).

En contraste con esto, la literatura también sugiere que al hacer predicciones puede ser peligroso incluir muchas variables que contengan más detalles para hacer que el modelo sea "mejor", una falla llamada reducción falsa. Esto se debe a que cuantas más variables se incluyen en un modelo de pronóstico, mayor es la incertidumbre sobre la validez del modelo (Bankes, 1993).

Al realizar una previsión de series de tiempo, es útil comprender las causas de las variaciones de la demanda (Lapide, L., 1999:29). Estas variaciones de la demanda se pueden dividir en componentes (también llamados patrones o comportamientos). Estos factores son los siguientes (Mentzer & Monn, 2005):

1. TENDENCIA (T).

Se refiere a una tendencia a mostrar un patrón estable de crecimiento o declive. La tendencia general de una serie de tiempo a aumentar, disminuir o estancarse durante un largo período de tiempo (componente de muy largo plazo). Por lo tanto, se puede decir que la tendencia es un movimiento a largo plazo en una serie temporal. Por ejemplo, las series relacionadas con el crecimiento de la población, el número de casas en una ciudad, etc. muestran una tendencia al alza, mientras que la tendencia a la baja se puede observar en series relacionadas con tasas de mortalidad, epidemias, etc.

2. ESTACIONALIDAD (S).

Patrón que se repite a intervalos fijos. Las variaciones estacionales en una serie temporal son fluctuaciones dentro de un año durante la temporada (componente de corto plazo). Los factores importantes que causan variaciones estacionales son: clima y condiciones climáticas, costumbres, hábitos tradicionales, etc. Un ejemplo es el consumo de helados que exhibe un patrón estacional con una mayor demanda durante el verano, o como las ventas de ropa de lana aumentan en invierno.

3. CICLOS (C).

Variaciones similares a la estacionalidad, excepto que la duración y la magnitud del ciclo, pueden variar. La variación cíclica en una serie temporal describe los cambios a mediano plazo en la serie, causados por circunstancias que se repiten en ciclos. La duración de un ciclo se extiende durante un período de tiempo más largo, generalmente dos o más años. La mayoría de las series temporales económicas y financieras muestran algún tipo de variación cíclica.

4. ALEATORIEDAD (I).

Una serie donde los datos no muestran un patrón reconocible. Uno puede generar patrones puramente al azar que a menudo parecen tener estructura. Son causados por influencias impredecibles, que no son regulares y tampoco se repiten en un patrón particular. Estas variaciones son causadas por incidencias tales como guerra, ataques, terremoto, inundación, revolución, etc. No existe una técnica estadística definida para medir las fluctuaciones aleatorias en una serie temporal.

Estos factores describen la demanda en diferentes circunstancias: la demanda puede ser estable o puede haber cambios que deban ser notados. El análisis de series de tiempo intenta comprender la situación actual y pronosticar la demanda con esa información.

Teniendo en cuenta los efectos de estos cuatro componentes, generalmente se usan dos tipos diferentes de modelos para una serie temporal. Modelos multiplicativos y aditivos.

- MODELO MULTIPLICATIVO

$$Y(t) = T(t) \times S(t) \times C(t) \times I(t)$$

- MODELO ADITIVO

$$Y(t) = T(t) + S(t) + C(t) + I(t)$$

Aquí $Y(t)$ es la observación y $T(t)$, $S(t)$, $C(t)$ e $I(t)$ son respectivamente la variación de tendencia, estacional, cíclica aleatoria en el tiempo t .

El modelo multiplicativo se basa en la suposición de que los cuatro componentes de una serie de tiempo no son necesariamente independientes y pueden afectarse mutuamente; mientras que en el modelo aditivo se supone que los cuatro componentes son independientes entre sí.

3.5.1 MODELOS DE PRONÓSTICOS DE SERIES TEMPORALES.

A continuación, se muestra un resumen de los principales modelos de series de tiempo y sus aplicaciones. Cabe señalar que existen muchos más modelos involucrados; sin embargo, son solo los principales los que se presentan.

GRÁFICO DE TENDENCIA	Grafica la información de la serie de tiempo versus el tiempo, sin crear un modelo matemático
DESCOMPOSICIÓN DE SERIE DE TIEMPO	Rompe una serie de tiempo en su base o nivel, tendencia, temporalidad y componentes irregulares. Modela tanto los patrones de tendencia y estacional, usando constantes calculadas en la descomposición.
MODELO DE MEDIAS MÓVILES	un modelo de series de tiempo creado al tomar el promedio de las observaciones desde la serie, para suavizar patrones estacionalidad u otros.
SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE	Modela una serie de tiempo estacionaria (sin tendencia o estacionalidad), usando un parametro de suavizamiento.
SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DOBLE	Modela una serie de tiempo estacionaria con una tendencia, pero sin estacionalidad, usando dos parametros de suavizamiento.
SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL TRIPLE	Modela una serie de tiempo estacionaria con tendencia y estacionalidad, usando tres parametros de suavizamiento.
MODELO DE PROMEDIO MOVIL AUTORREGRESIVO INTEGRADO	Modelo de serie de tiempo basado estadísticamente, que modela la base, tendencia y estacionalidad de una serie.

TABLA 3 1: PRINCIPALES MODELOS DE SERIES DE TIEMPO (MARTIN, J. 2008:240)

De estos modelos, los siguientes aparecen en el análisis empírico y de este estudio: método de descomposición multiplicativo, suavizado exponencial triple (método Holt-Winters) y modelo ARIMA de promedio móvil autorregresivo integrado (Box-Jenkins).

3.5.2 MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN MULTIPLICATIVO.

Los métodos de descomposición se basan en un análisis de los componentes individuales de una serie temporal. La fuerza de cada componente se estima por separado y luego se sustituye por un modelo que explica el comportamiento de la serie temporal. Estos métodos de descomposición pueden catalogarse en aditivos o multiplicativos (la diferencia entre ambos se expuso previamente).

Se usa para pronosticar cuando hay un componente de estacionalidad en la serie de tiempo o si se quiere analizar la naturaleza de los componentes. Separa las series de tiempo en componentes de tendencia lineal y estacionalidad, así como el error.

En muchas series de tiempo, la amplitud de las variaciones estacionales e irregulares aumentan a medida que aumenta el nivel de la tendencia. En esta situación, un modelo multiplicativo suele ser apropiado.

El modelo de descomposición multiplicativo se expresa como el producto de los cuatro componentes de una serie temporal: tendencia, estacionalidad, ciclos y aleatoriedad. Cada componente tiene un subíndice t para indicar un período de tiempo específico. Este período de tiempo se puede medir en semanas, meses, trimestres, años, etc.

Aunque los modelos aditivos son más populares en otras áreas de las estadísticas, se ha estimado que el modelo multiplicativo se ajusta a una gama más amplia de situaciones de pronóstico. El método de descomposición es popular entre los profesionales que realizan pronósticos, porque es fácil de entender (y explicar a los demás). Si bien los complejos modelos ARIMA son a menudo populares entre los estadísticos, no son tan bien aceptados entre los profesionales de pronósticos. Para los datos estacionales (mensuales, semanales o trimestrales), los métodos de descomposición suelen ser tan precisos como los métodos ARIMA y brindan información adicional sobre la tendencia y el ciclo que puede no estar disponible en los métodos ARIMA.

El método de descomposición multiplicativo calcula el pronóstico como la línea de regresión multiplicada por los índices de estacionalidad

La descomposición tiene una desventaja: el pronosticador debe ingresar el componente del ciclo, ya que no es estimado por el algoritmo. Se puede evitar esto ignorando el ciclo o asumiendo un valor constante. Aun así, algunos profesionales consideran que esto es una fortaleza porque permite al pronosticador ingresar información sobre el ciclo comercial actual en el pronóstico.

3.5.3 SUAVIZADO EXPONENCIAL TRIPLE

El método de suavizamiento exponencial puede considerarse como una evolución del método de promedio móvil ponderado. Se calcula el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que busca ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavización. Es así, que este modelo precisa tan sólo de tres tipos de datos: el pronóstico del último período, la demanda del último período y el coeficiente de suavización. Estima que la demanda será igual a, por ejemplo, la media de los consumos históricos para un periodo dado, dando una mayor ponderación a los valores más cercanos en el tiempo. Además, tiene en cuenta el error de pronóstico actual en los siguientes pronósticos.

El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, este posee una ventaja sobre el modelo de promedio móvil ponderado ya que no requiere de una gran cantidad de períodos y de ponderaciones para lograr óptimos resultados.

El método de suavización exponencial simple trabaja a través de una constante de suavización alfa (α) que tiene un valor comprendido entre 0 y 1 (aunque en la aplicación real su valor suele variar entre 0,05 y 0,50). La constante funciona como un factor de ponderación (parecido al pronóstico móvil ponderado) y su variación se hace de acuerdo con nuestra necesidad de darle más peso a datos recientes (alfa (α) más elevado) o a datos anteriores (alfa (α) más bajo). En este sentido, si $\alpha=1$, nuestro pronóstico de demanda del próximo periodo será exactamente igual al del periodo actual.

Su desventaja, al igual que los métodos de promedio móvil, es la respuesta a la tendencia. Aun cuando un valor de su constante de suavización logra responder frente a cambios en el promedio, cambios sistemáticos de este harán más grande el error de pronóstico.

El modelo de suavizamiento exponencial triple se propuso por primera vez a principios de la década de 1960 y es una extensión del método de suavizado exponencial simple. Todos los valores de datos en una serie contribuyen al cálculo del modelo de predicción (Holt, 2004:5-10). Este método se usa cuando hay tendencia y estacionalidad en el conjunto de datos. En general, se puede decir que la técnica es una expansión compleja del método de suavizado exponencial, ya que resume este enfoque para gestionar la tendencia y la estacionalidad. Se describe el suavizamiento exponencial como una media móvil ponderada de series de tiempo recientes y que requiere un gran número de observaciones (Makridakis *et al*, 1998).

Este método se utiliza cuando además de presentarse una tendencia lineal en la serie de tiempo, hay también un patrón de comportamiento de tipo estacional o periódico en los datos o valores de la serie de tiempo. La idea detrás del suavizado exponencial triple (Holt's Winter) es aplicar un suavizamiento exponencial a los componentes estacionales además del nivel y la tendencia.

Holt-Winters es una forma de modelar tres aspectos de la serie de tiempo: un valor típico (promedio), una pendiente (tendencia) a lo largo del tiempo y un patrón de repetición cíclica (estacionalidad). Holt-Winters usa suavizado exponencial para codificar muchos valores del pasado y los utiliza para predecir valores "típicos" para el presente y el futuro.

Los tres aspectos del comportamiento de la serie de tiempo – el valor típico, la tendencia y la estacionalidad - se expresan como tres tipos de suavizado exponencial, de ahí que el trabajo de Holt-Winters recibe el nombre de suavizado exponencial triple. El modelo predice un valor actual o futuro al calcular los efectos combinados de estas tres influencias. El modelo requiere varios parámetros: uno para cada suavizado, la duración de una temporada y el número de períodos en una temporada.

En primer lugar, la media se suaviza para dar un valor promedio para la serie. En segundo lugar, la tendencia se suaviza y, por último, cada una de las subseries estacionales se suaviza por separado para proporcionar una estimación estacional para cada temporada.

Una temporada es un período fijo de tiempo que contiene la repetición completa. Dentro de la temporada, hay períodos, que es la granularidad de la predicción. Por ejemplo, si se desea modelar un valor por cada hora, de cada día, dentro de una semana, la temporada es de 168 horas y el período es de 1 hora.

La fórmula de suavizado exponencial se aplica a una serie con una tendencia y un componente estacional constante utilizando los métodos aditivos y multiplicativos de Holt-Winters. El método aditivo se prefiere cuando las variaciones estacionales son aproximadamente constantes a través de la serie, mientras que el método multiplicativo se prefiere cuando las variaciones estacionales están cambiando proporcionalmente al nivel de la serie. En este estudio se aplicará solo al modelo aditivo.

3.5.4 MODELO DE PROMEDIO MOVIL AUTORREGRESIVO INTEGRADO.

Un modelo autorregresivo integrado de media móvil o ARIMA (acrónimo del inglés autoregressive integrated moving average) es un modelo estadístico que utiliza variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro. Este modelo fue desarrollado a finales de los sesenta del pasado siglo. Box y Jenkins (1976) lo sistematizaron.

Un modelo ARIMA es un modelo dinámico de series de tiempo, es decir las estimaciones futuras vienen explicadas por los datos del pasado y no por variables independientes. Si bien los modelos de suavizado exponencial se basaron en una descripción de la tendencia y la estacionalidad en los datos, los modelos ARIMA intentan describir las correlaciones de los datos entre sí.

El acrónimo es descriptivo, capturando aspectos claves del modelo en sí:

- AR: AUTORREGRESIVO. Un modelo que usa la relación dependiente entre una observación y un número de observaciones anteriores.
- I: INTEGRADO. El uso de la diferenciación de observaciones en bruto (es decir, restando de una observación, una observación del periodo de tiempo anterior) para hacer que la serie temporal sea estacionaria (la media y la varianza son constantes a lo largo del tiempo).
- MA: MEDIA MOVIL. Un modelo que usa la dependencia entre una observación y los errores residuales de un modelo de media móvil aplicado a observaciones anteriores.

Cada uno de estos componentes se especifica explícitamente en el modelo como parámetro. Se utiliza una notación estándar de ARIMA (p, d, q) donde los parámetros se sustituyen por valores enteros para indicar rápidamente el modelo ARIMA específico que se está utilizando.

Los parámetros del modelo ARIMA se definen de la siguiente manera:

- **p**: El número de observaciones anteriores incluidas en el modelo, también llamado orden de retraso o parámetro autorregresivo.
- **d**: El número de veces que las observaciones son diferenciadas para que la serie sea estacionaria, también llamado el grado de diferenciación.
- **q**: El tamaño de la ventana de media móvil, también llamado orden de media móvil.

El método Box-Jenkins proporciona predicciones sin necesidad de la existencia de ningún tipo de condición previa, además de ser parsimonioso respecto a los coeficientes (Chatfield, 1989). Además, una vez encontrado el modelo, se pueden efectuar de manera inmediata predicciones y comparaciones entre datos reales y estimados para observaciones pertenecientes al pasado (Parreño, de la Fuente, Gómez y Fernández, 2003). Sin embargo, además de requerir un elevado número de observaciones, la estimación e interpretación de sus coeficientes es compleja, y proporciona peores resultados en previsiones a largo plazo (Helmer y Johansson, 1977).

3.6 PRECISIÓN DE LA PREDICCIÓN.

Elegir la mejor técnica de pronóstico no es una tarea sencilla, ya que depende de lo que se entiende por mejor. Algunos métodos que son apropiados y utilizados con éxito por una organización pueden ser inapropiados para otra. Elegir lo mejor no siempre significa elegir el método más preciso, sin tener en cuenta otros factores. Un método simple que es marginalmente menos preciso que uno más complejo podría preferirse en la práctica (Chatfield, 2001).

Al igual que cualquier proceso y trabajo hecho en las empresas, también es necesario medir la efectividad del pronóstico de la demanda. Con las previsiones, la organización quiere hacer negocios de mejor manera y eso significa reducir los costos de marketing y operaciones, y otorgar un mejor servicio al cliente. Entonces, esa capacidad de proceso debe ser medida. (Mentzer & Moon, 2005)

Medir la precisión del pronóstico tiene dos propósitos principales:

- Los administradores pueden usar el análisis de errores para determinar si los métodos de pronóstico actuales predicen el componente sistemático de la demanda con precisión.

- Los gerentes estiman el error de pronóstico porque cualquier plan de contingencia debe dar cuenta de dicho error (Chopra y Meindl, 2001).

3.6.1 EVALUACIÓN EN LA MEDICIÓN DEL ERROR.

La precisión de un pronóstico es el grado de libertad de error. La medición del error de pronóstico juega un papel crítico en el seguimiento de la precisión de la predicción. El nivel de precisión del pronóstico puede mejorar la efectividad del negocio para atender la demanda, al mismo tiempo que reduce el costo operativo. La medición del error de pronóstico se ha convertido en una parte crítica del proceso de pronóstico, ya que permite a las organizaciones evaluar el éxito de la técnica de pronóstico elegida. En simple, el error de pronóstico es la diferencia entre el valor real que ha ocurrido y el valor que se predijo para un período de tiempo determinado (Stevenson, 2005). Se pueden usar diversas medidas estadísticas para medir la precisión de una técnica, o, en otras palabras, error de pronóstico. Las mediciones de errores estadísticos más comunes para resumir los errores históricos incluyen la desviación media absoluta (MAD), el error medio cuadrático (MSE) y el error absoluto medio porcentual (MAPE) (Shim y Siegel, 1988). Cualquiera de varios métodos se puede usar para calcular el error de pronóstico. La selección de una medición de error específica está determinada por los objetivos del pronosticador y el proceso de previsión (Cortinhas y Black, 2012).

3.6.2 DESVIACIÓN MEDIA ABSOLUTA (MAD).

MAD es el error absoluto promedio y corresponde a la distancia promedio entre cada punto de datos y la media. Es la diferencia entre el valor de la medida y el valor tomado como exacto.

Un examen de los datos del pronóstico puede revelar errores de pronóstico positivos y negativos. Al sumar estos errores para obtener una medida general de error, los valores positivos y negativos pueden compensarse entre sí, lo que da como resultado una subestimación del error total. MAD resuelve este problema tomando el valor absoluto de la medición de error. De esta forma, se analiza la magnitud del error de pronóstico sin importar la dirección (Cortinhas y Black, 2012). Cuanto menor es el valor de MAD, más exacto es el pronóstico (Stevenson, 2005).

3.6.3 ERROR MEDIO CUADRÁTICO (MSE).

MSE calcula el error cuadrático medio. Tal cuadratura coloca sustancialmente más peso en los grandes errores, y no así en los pequeños. El error medio cuadrático indica qué tan cerca está una línea de regresión de un conjunto de puntos. Lo hace tomando las distancias de los puntos a la línea de regresión (estas distancias son los "errores") y elevándolos al cuadrado. Esto último es necesario para eliminar cualquier signo negativo. Cuanto menor es el valor de MSE, más estable es la técnica de pronóstico (Makridakis, 1995).

3.6.4 ERROR ABSOLUTO MEDIO PORCENTUAL (MAPE).

Expresa el error como un porcentaje de los datos reales, ya que mide el tamaño del error en términos porcentuales. La medición es fácil de interpretar, sin embargo, es muy sensible a las escalas y no debe implementarse cuando se trabaja con datos de bajo volumen. Funciona bien cuando no existen datos extremos. Con ceros o valores cercanos a cero, MAPE puede dar una imagen distorsionada de error. El error en un elemento cercano a cero puede ser infinitamente alto, causando una distorsión a la tasa de error general cuando se promedia. (Makridakis, 1995).

4 METODOLOGÍA

El estudio de este trabajo tiene como objetivo investigar un ejemplo de la vida real de la previsión de la demanda en una compañía naviera de la industria de contenedores, con el fin de aplicar la teoría e investigar más a fondo las ideas de mejora.

Con el fin de investigar el proceso de previsión de la demanda de contenedores en una empresa naviera, fue necesario recopilar información sobre los procedimientos actuales de pronóstico, así como datos históricos de exportaciones y previsiones. El método de recopilación de información en relación con el proceso de pronóstico actual es de naturaleza primaria y se recopiló a través de entrevistas, mientras que las cifras de exportaciones y los datos de previsión previos se recibieron de la empresa. El objetivo de este estudio es investigar la situación actual de la previsión de demanda para contenedores refrigerados de la compañía, en los puertos de la zona central del país, con el objetivo de ir proporcionando primero una explicación clara de cómo se realiza, y luego la precisión del pronóstico se definirá realizando cálculos de medición de error. Los cálculos se realizaron utilizando los datos de la empresa y los métodos de pronóstico introducidos en la sección de marco teórico de esta tesis. Si los cálculos muestran la necesidad de mejorar la precisión del pronóstico, las ideas para una mejor previsión se analizarán, con el apoyo de una investigación secundaria que apunta a definir hipotéticamente los posibles beneficios para la empresa.

La etapa inicial del proceso de investigación fue reconocer la importancia del proceso de previsión como un medio para mantener las ventajas competitivas. Se hizo evidente que la previsión es una disciplina compleja y que su alineación con la estrategia corporativa de la compañía mejoraría el desempeño financiero general. Los costos de mantener una flota de contenedores cesantes en tierra representan un gasto sustancial que puede disminuirse con la adopción de un apropiado método de predicción de demanda. Por lo tanto, con el fin de obtener una mejor impresión sobre el concepto de previsión como un proceso, se realizó una gran revisión de la literatura, que ayudó a reconocer y comprender los principales pasos de un proceso de previsión. Durante el progreso, se pudo observar y percatar rápidamente de que ninguna teoría única explica todos los elementos importantes del procedimiento de pronóstico y su alineación con la estrategia corporativa de una empresa.

Es así como se determinó el desarrollar un marco teórico que consistiera en teorías conectadas al proceso de pronóstico. Al trabajar en este marco teórico, se pudo calcular un modelo que podría servir como base para evaluar estadísticamente y teóricamente el proceso mismo de pronóstico y su precisión. De esta forma, es que se pretende vislumbrar cómo las empresas alinean este proceso con los objetivos estratégicos y lo integran en su organización para obtener ventajas competitivas. Una vez que se recopilaban los hallazgos empíricos, se comparó el modelo de pronóstico existente de la compañía naviera del caso con el modelo de pronóstico conceptual. Como estos modelos mostraban grandes diferencias, es que se sugirió el modelo conceptual como un proceso de pronóstico útil para la empresa del caso.

4.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Un diseño de investigación define la estrategia general de la tesis. Es una estrategia para ayudar a guiar una investigación hacia su propósito. Un diseño de investigación proporciona un marco para la recopilación y el análisis de datos. El diseño del proceso implica varias decisiones sobre la forma en que se llevará a cabo la investigación. Un tipo de diseño de investigación es el diseño de estudio de caso. Un estudio de caso es un análisis detallado de un número restringido de eventos y sus interrelaciones (Bryman y Bell, 2003).

El diseño elegido para este trabajo es un estudio de caso. El objetivo no es simplemente explorar la disciplina del pronóstico de demanda, sino más bien crear una comprensión detallada y profunda del tema aplicado a situaciones prácticas y reales de una compañía naviera, así como probar los modelos propuestos y su utilidad, en entornos del mundo real. La implementación de un estudio de caso es, por lo tanto, un enfoque adecuado para comprender la situación compleja de la empresa acá ejemplificada.

4.6.1 ESTRATEGIA.

La investigación es principalmente cuantitativa en términos de recopilación de datos y el análisis que se lleva a cabo. Se recopilaban y analizaron datos históricos de la demanda y se utilizaron fórmulas teóricas conocidas para encontrar mejores soluciones al problema de la investigación. Sin embargo, este estudio también emplea la recopilación de información cualitativa en la medida en que se está participando de las propias observaciones, reuniendo algunos de los datos necesarios de manera personal; requiriendo que se debió recibir capacitación y se tuvo que aprender a ubicar y clasificar la información necesaria del sistema de datos de la compañía.

El proceso requiere la recopilación de diferentes tipos de datos; teóricos y empíricos. La evidencia empírica, similar a la mencionada en el análisis cualitativo, puede provenir de documentos, registros de archivos, entrevistas, observaciones directas, observaciones participantes, etc. Los datos pueden caer en la categoría de recopilación de datos primarios o secundarios. Los datos primarios se recopilan a partir de investigaciones, encuestas, análisis de contenido, etc., llevados a cabo por el investigador para sus propios fines. Datos secundarios, en este caso, son datos ya recopilados por la organización estudiada para sus propios fines. Algunos de los beneficios de los datos secundarios es que reducen el tiempo y el costo de recolección, y dejan más tiempo para el análisis de datos (Bryman, A. 2007: 328-333). Algunas limitaciones incluyen la falta de familiaridad con los datos, la complejidad de los datos, el control de la calidad de los datos y la ausencia de variables clave (Bryman, A. 2007: 334-336).

El método de recopilación de datos aquí utilizado se compone principalmente de datos secundarios. Aquí, los datos secundarios se aplican a los pronósticos de demanda anteriores y a los datos de demanda histórica tomados del sistema informático de la empresa en investigación. Se trata de datos sin procesar y clasificados de una manera que solo satisfaga las necesidades de la empresa. Por lo tanto, la información debió ser recopilada de diferentes lugares en el sistema y fue clasificada tanto como fuere posible antes de que pudiera adaptarse al objetivo del estudio y ser utilizada en el análisis.

Debido a preocupaciones de confidencialidad, parte de la información relacionada con el pronóstico de la demanda y los datos de demanda histórica no aparecerán en este trabajo.

La recopilación de datos teóricos consiste en información que se encuentra en documentos y tesis anteriores, libros, artículos y también en Internet. La biblioteca de la Universidad de Valparaíso es la principal fuente de estos medios. Además de libros, se utilizó E-brary para localizar artículos.

4.6.2 ENTREVISTAS.

Al decidir sobre los participantes de entrevistas, el objetivo fue identificar a los encuestados con el conocimiento más relevante en la materia, ya que los diferentes encuestados pueden describir el mismo problema de manera diferente debido a su posición, trabajo y conocimiento.

Se realizaron cuatro entrevistas con cuatro departamentos dentro de la empresa X. La primera entrevista tuvo lugar el 02.03.2018 con el departamento de logística. Los participantes fueron el gerente de operaciones y logística, así como los coordinadores de logística. Esta entrevista creó la base para los hallazgos empíricos, ya que los participantes son los que conducen el proceso de entrega de contenedores según la demanda. La siguiente entrevista tuvo lugar el 24.04.2018 con el gerente de tecnologías de información. El explicó las formas en que era almacenada y rescata la información pasada de ventas y exportaciones, y el acceso que el departamento de logística tiene a estos datos. Se realizaron dos entrevistas adicionales el 27 de abril de 2018 con el gerente de ventas y el equipo de fuerza de ventas, y el 09.07.2018 con el gerente general de la compañía. Estas entrevistas adicionales crearon una comprensión holística de cómo todos los departamentos trabajan por separado y juntos como una sola unidad.

4.6.3 EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN.

La validez de este estudio, y qué tan bien la investigación mide lo que se supone que debe medir, puede ser cuestionada. Se cree que la conexión entre el marco teórico y los datos empíricos es sólida. El enfoque cualitativo permitió obtener un conocimiento completo del tema, al extraer datos que proporcionaban una descripción detallada sobre el tema en cuestión. Sin embargo, al trabajar con los datos estadísticos y modelos propuestos, aparecieron algunos errores. Los datos con respecto a la demanda de contenedores fueron iguales a cero durante algunos períodos examinados. Sin embargo, esto no es consistente con la realidad. No ha habido períodos durante los últimos seis años donde la demanda de contenedores refrigerados en la zona central del país haya sido igual a cero. Esto demuestra que los datos han estado sujetos a error, lo que disminuye la validez del estudio. Se ha intentado extraer datos correctos por segunda vez para aumentar la validez del estudio. No obstante, esto no fue posible y todos los cálculos se basaron en los números existentes. La fuerza de la validez externa, y el grado en que los resultados del estudio se pueden generalizar a otros entornos también se puede discutir.

Mediante la implementación de una estrategia de método mixto, se han podido utilizar datos cuantitativos y cualitativos. Aun así, los datos recopilados se basan en la compañía del caso y pueden no ser relevantes para otras compañías o industrias. Dado que todas las conclusiones se basan en los hallazgos empíricos de la compañía del caso, y no se han realizado estudios en otras compañías, los investigadores carecen de conocimiento con respecto a qué tan bien los resultados se pueden generalizar a otros entornos.

METODOLOGÍA GENERAL	METODOLOGÍA EN ESTE TRABAJO
PERSPECTIVA CIENTÍFICA	INTERPRETATIVA
APROXIMACIÓN ESTRATÉGICA	DEDUCTIVA
ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN	CUANTITATIVA
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN
RECOLECCIÓN DE DATOS TEÓRICOS	ARTÍCULOS, LIBROS, INTERNET
RECOLECCIÓN DE DATOS EMPÍRICOS	ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADAS, DATOS SECUNDARIOS.
CREDIBILIDAD CIENTÍFICA	VALIDACIÓN DEL LECTOR

TABLA 4 1: RESUMEN DE METODOLOGÍAS

5 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo se incluye una breve presentación de La Compañía y su actual proceso de previsión. La descomposición de los datos se presenta para mostrar la tendencia y el componente estacional en el conjunto de datos. Finalmente, los resultados de los modelos cuantitativos se comparan con el pronóstico hecho por la organización, para determinar si un modelo cuantitativo puede mejorar la precisión del pronóstico.

5.6 LA COMPAÑÍA.

La empresa para la cual se basó esta investigación es una compañía naviera del rubro de contenedores, se encuentra entre las diez empresas de transporte marítimo más grandes del mundo. Con más de 130 años desde su fundación, es una de las 5 principales marcas de productos refrigerados, y se encuentra entre los líderes del mercado en el tráfico Norte-Sur y sirviendo a todas las rutas importantes de este a oeste.

Como grupo de empresas, en el año fiscal 2016 generaron EUR 5.637 billones en ventas, debido principalmente a su línea de transporte de contenedores.

En Chile tiene presencia con recaladas de 4 servicios *liner*, con destinos directos hacia Norteamérica, la costa oeste de Sudamérica, Argentina y Brasil, además de Asia y Europa. Sus arribos son a los puertos nacionales de Arica, Iquique, Mejillones, Antofagasta, Valparaíso, San Antonio y San Vicente.

Con una nueva alianza dada a finales del año 2017, el grupo de empresas al que hoy pertenece esta organización representa un valor cercano al 35 % de la participación de mercado nacional, para la exportación de contenedores refrigerados, principalmente comprendido por fruta y productos frescos que son embarcados en los puertos de la zona central de Chile. Es precisamente en estos puertos, Valparaíso y San Antonio, desde donde se representan los volúmenes y datos para el objetivo de este estudio.

La empresa está inmersa en un complejo proyecto que se remonta a varios años, que busca centralizar en una única herramienta informática, la centralización a nivel de global de tarifas, control de inventarios, itinerarios, finanzas, contabilidad, *tracking* de contenedores, etc. Hoy en día, estos procesos son manejados de manera localizada, por oficinas regionales a cargo de una cierta zona geográfica, no existiendo una metodología unificada acerca del control de todos los procesos mencionados, sino más bien, una revisión y manejo metodológico que cada oficina regional decide.

5.6.1 PROCESO ACTUAL DE PREDICCIÓN.

El proceso de previsión de la compañía se construye localmente en cada país / región y consiste en un pronóstico de 14 meses donde se pronostican los volúmenes de exportación para cada tipo de contenedor. El gerente de ventas tiene una reunión con el gerente comercial donde se analiza el pronóstico antes de que el pronóstico pase al gerente general de la organización.

No existen pautas específicas proporcionadas por la empresa a las oficinas de ventas locales sobre cómo se debe hacer un pronóstico y cómo se decide para cada país específico. La forma en que se realizan los pronósticos varía según los países, pero en general es un pronóstico ascendente donde se tiene en cuenta la opinión de los vendedores, y luego se ajusta por un gerente antes de que se establezca el pronóstico final.

De acuerdo con el gerente de ventas, el aporte intelectual en el proceso de pronóstico varía según el país. Algunos países toman en serio el proceso de previsión, con argumentos bien fundados sobre la actividad de los clientes y la competencia, mientras que otros países dedican poco tiempo y esfuerzo. Algunos países incluso no informan su pronóstico. El gerente de ventas especula que la razón detrás de la falta de información en el proceso de pronóstico es que algunas oficinas de ventas están más ocupadas, mientras que otras carecen de interés en gastar los recursos necesarios para producir un pronóstico bien fundado.

La compañía entregó los registros de sus pronósticos a contar de la primera semana del año 2017, hasta la semana diez del año 2018. Se recibieron también los volúmenes de exportación de contenedores refrigerados de 40', desde los puertos de Valparaíso y San Antonio a contar de la primera semana del año 2013, hasta la semana diez de 2018, que da un total de 270 datos reales para el análisis.

Una comparación de los datos pronosticados por la organización, versus lo realmente exportado, se puede ver en la figura 1 4.

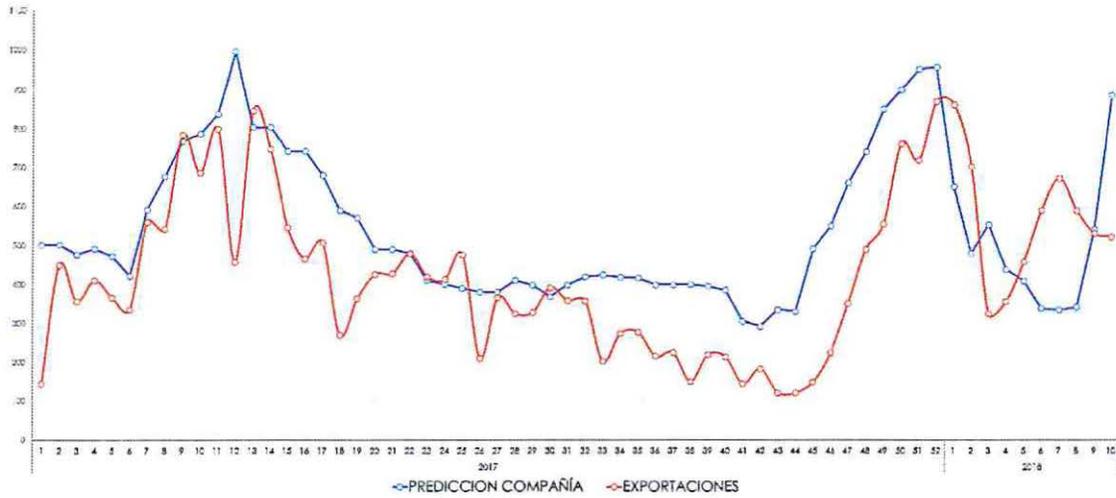


FIGURA 5 1: EXPORTACIONES EFECTIVAS COMPARADAS CON LA PREDICCIÓN DE LA COMPAÑÍA ENTRE ENERO DE 2017 Y MARZO DE 2018.

Cuando se realiza una media móvil de orden 4 sobre los datos de pronóstico, no se observa tampoco una mejora significativa entre los valores reales y los proyectados. En la figura 1 5 se observa la comparación de estos datos con los valores reales de exportación

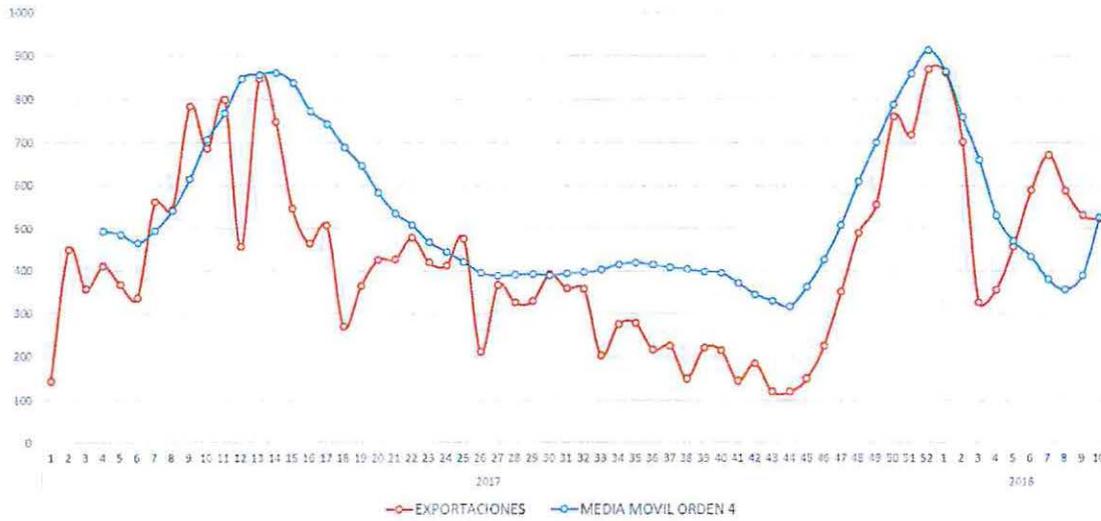


FIGURA 5 2: EXPORTACIONES EFECTIVAS COMPARADAS CON LA PREDICCIÓN DE LA COMPAÑÍA, SUAVIZADA CON UNA MEDIA MÓVIL DE ORDEN 4, ENTRE ENERO DE 2017 Y MARZO DE 2018.

La precisión de ambos métodos de pronóstico se puede observar en la tabla siguiente:

	PREDICCIÓN COMPAÑÍA	MEDIA MOVIL ORDEN 4
MAD	157.4	148.0
MSE	37457.7	33890.8
MAPE	52.9%	50.4%

TABLA 5 1: EVALUACIÓN DE LA PREDICCIÓN DE LA COMPAÑÍA, ENTRE ENERO DE 2017 Y MARZO DE 2018

5.7 DESCOMPOSICIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Al observar la figura 1 6, se puede ver que la demanda en las exportaciones varía en el tiempo, y que no existe una tendencia significativa. El hecho de que esto no se presente sugiere que un modelo de pronóstico apropiado no requiere una tendencia variable que se tome en cuenta.



FIGURA 5 3: EXPORTACIONES EFECTIVAS DE CONTENEDORES REFRIGERADOS DE 40' ENTRE ENERO DE 2013 Y MARO DE 2018

En la ifigura 1 7, los datos se han descompuesto utilizando un promedio móvil de seis semanas y se puede ver un efecto estacional. Aparece la existencia de picos en el proceso de exportación en el periodo de diciembre y enero, y otro mayor también en los meses de marzo y abril. Esto se puede explicar por los aumentos de la disponibilidad de productos frescos que son exportados en contenedores de carga refrigerada, a razón de la época estival que propicia la cosecha de *berries*, carozos y fruta fresca.

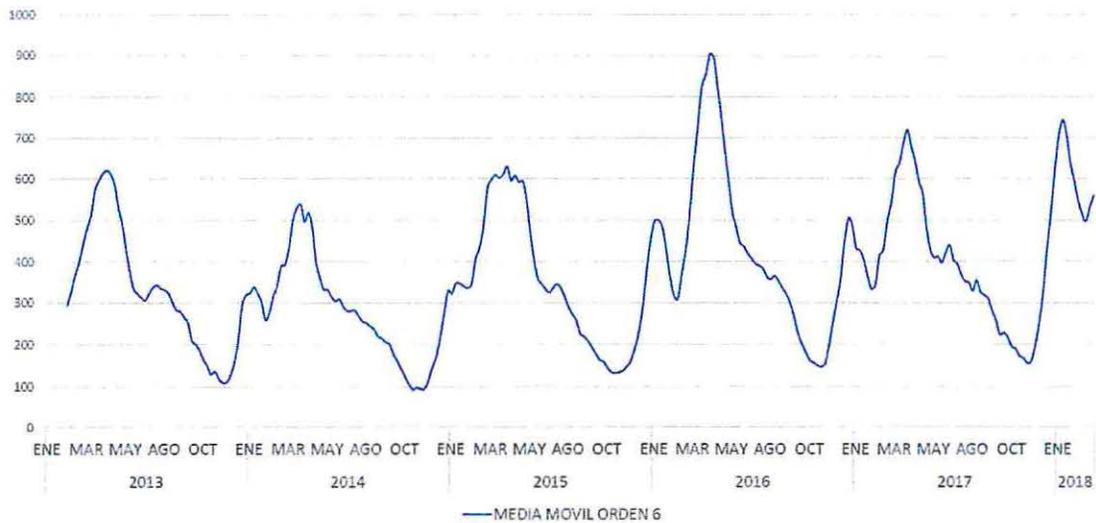


FIGURA 5 4: EXPORTACIONES EFECTIVAS DE CONTENEDORES REFRIGERADOS DE 40', SUAVIZADA CON UNA MEDIA MÓVIL DE ORDEN 6

5.8 EJECUCIÓN DE LOS MODELOS.

Para el correcto cálculo y ejecución de los modelos, se hizo uso de software de cálculo Excel en su versión 2016, y del agregado XLStat versión 2018; programa que se anexa a Excel entregando herramientas de análisis estadísticos y predicción de datos,

Los factores de estacionalidad, cíclico, y de regresión lineal para el modelo de descomposición, fueron también obtenidos mediante la herramienta Excel. De la misma manera con este software y utilizando la herramienta *Solver*, es que se calcularon las constantes de suavizamiento exponencial para el modelo de Holt-Winters, y también se encontraron así los valores óptimos a considerar para el parámetro autorregresivo, grado de diferenciación y orden de media móvil en el método de Box-Jenkins.

5.8.1 PRECISIÓN DE LOS MODELOS CUANTITATIVOS.

La precisión de los diferentes modelos varía bastante diferente (tabla 1 4). Los modelos más simples, como el promedio móvil y utilizar como predicción el mismo valor para el periodo del año pasado, no funcionan muy bien en comparación con los métodos más avanzados. Los métodos de Holt Winters que toman en cuenta la tendencia tampoco son

muy precisos. El hecho de que no haya un componente de tendencia en los datos probablemente explique esto. El método de descomposición multiplicativo, un método relativamente simple, se encuentra entre los métodos más precisos. Lo mismo es cierto para el método de Holt Winters, cuyo componente de tendencia se optimizó para ser muy pequeño. Esto se puede atribuir a la volatilidad de alto nivel en los datos, y a un método de suavizado, en este caso con un alfa muy pequeño, que es probable sea preciso.

	MAD	MSE	MAPE
AÑO ANTERIOR	228.3	95434.2	33.6%
MEDIA MÓVIL RANGO 3	191.7	68267.8	28.1%
MEDIA MÓVIL RANGO 6	147.5	33771.0	30.0%
MEDIA MÓVIL RANGO 12	183.2	56674.9	30.0%
DESCOMPOSICIÓN MULTIPLICATIVO	134.2	34200.4	19.6%
BOX - JENKINS	171.0	50003.7	21.1%
HOLT - WINTERS	157.6	38133.5	19.4%

TABLA 5 2: COMPARACIÓN DE MEDIDAS DE ERROR ENTRE TODOS LOS MODELOS ELABORADOS

Si buscásemos agrupar los resultados según la forma en que cada proceso de cálculo trabaja, cómo y qué información considera, podríamos asociar grupos entre el modo ingenuo de repetir los volúmenes del periodo anterior, otro con las medias móviles, y un tercero que promedie los tres modelos propuestos en este trabajo (tabla 1 5).

	MAD	MSE	MAPE
AÑO ANTERIOR	228.3	95434.2	33.6%
MEDIA MOVIL	174.1	52904.6	29.3%
MODELOS PROPUESTOS	154.2	40779.2	20.0%

TABLA 5 3: COMPARACIÓN DE MEDIDAS DE ERROR DE LOS MODELOS AGRUPADOS

Es mediante esta comparación y agrupación, que puede observarse una diferencia más sustancial en los resultados, principalmente en el error porcentual que evidencia una diferencia superior al 10 %.

Si a la misma tabla comparativa añadimos los valores previamente analizados correspondientes al sistema predictivo actualmente utilizado por la compañía, son ahora las tres agrupaciones las que representan una diferencia considerable de resultados al método que se usa hoy en día.

	MAD	MSE	MAPE
AÑO ANTERIOR	228.3	95434.2	33.6%
MEDIA MOVIL	174.1	52904.6	29.3%
MODELOS PROPUESTOS	154.2	40779.2	20.0%
PREDICCIÓN DE LA COMPAÑÍA	157.4	37457.7	52.9%

TABLA 5 4: COMPARACIÓN DE LOS MODELOS CUANTITATIVOS AGRUPADOS, CONTRA LA PREDICCIÓN OBJETIVA ACTUAL DE LA COMPAÑÍA

Comparando la precisión del pronóstico cualitativo durante el período cuando la compañía ha pronosticado, los resultados muestran que un pronóstico basado en una combinación entre diferentes modelos cuantitativos es muy superior al pronóstico real realizado por la organización. La mejora es cercana al 60 por ciento. Vale la pena observar que todos los métodos cuantitativos probados dentro de esta tesis superan el pronóstico crítico hecho por la empresa. Se aprecia en la figura siguiente la comparación del mejor resultado obtenido, en comparación a la metodología actual y los valores reales de las exportaciones.

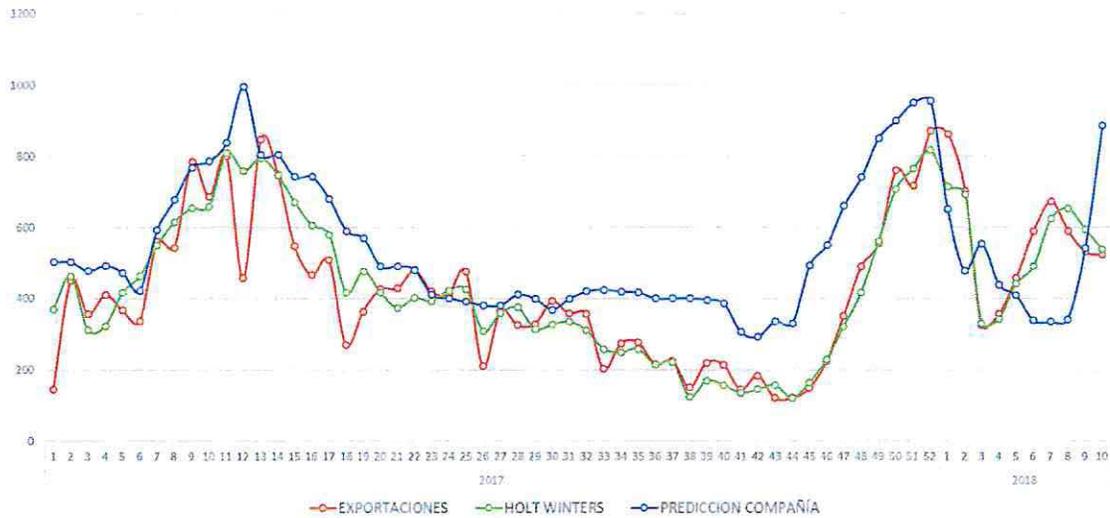


FIGURA 5 5: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS VALORES REALES DE EXPORTACIÓN, CONTRA EL MODELO CUALITATIVO DE LA COMPAÑÍA Y EL MEJOR MODELO CUANTITATIVO OBTENIDO.

6 DISCUSIONES

Los errores porcentuales absolutos ponderados demuestran claramente que hay margen para la mejora de precisión del pronóstico actual de la demanda. En esta sección del trabajo se analizará más a fondo la situación y, basándose en la investigación secundaria en forma de hallazgos literarios, se presentarán dos formas muy diferentes de mejorar el proceso de previsión en la organización con el objetivo de delinear los posibles beneficios experimentados por la empresa. El éxito de las ideas de mejora no se establecerá a través de la investigación empírica debido a la naturaleza compleja de los cambios relativamente grandes y las limitaciones establecidas en este trabajo. Sin embargo, los posibles beneficios se analizarán hipotéticamente en forma de investigación cualitativa.

Los métodos de pronóstico de series de tiempo requieren datos reales históricos que se utilizan para identificar patrones de demanda que se espera reflejen el futuro. Sin embargo, debido a que en el caso de la exportación de contenedores con carga refrigerada, los productos consolidados, por su cualidad de ser perecibles, dependen de factores climáticos para su producción y ser altamente volátiles a la competencia de productos de otras latitudes, y a las tarifas de transporte marítimo entre otras navieras, rara vez son similares sus volúmenes de exportación y las fechas que marcan los inicios de los ciclos, por lo que los datos históricos de ventas carecen de un patrón confiable.

Los métodos estadísticos de series de tiempo no pueden considerarse como una forma por sí sola de mejorar la precisión del pronóstico. Además de esto, los métodos causales también están descartados ya que también, hasta cierto punto, se basan en datos históricos. Además, el hecho de que todos los métodos de pronóstico causal consideren factores externos como los cambios en la economía de manera efectiva, son más adecuados para la predicción agregada a largo plazo en lugar de la previsión a corto plazo requerida para el artículo que en este trabajo se trata.

Una mezcla de las técnicas de pronóstico cualitativas y cuantitativas se pueden considerar el mejor método para este tipo de situación de previsión de la demanda siempre que se combinen con los datos históricos apropiados y disponibles, ya que la combinación de métodos de pronóstico tiende a superar a la mayoría de los pronósticos individuales.

Sin embargo, el problema con la técnica de pronóstico cualitativo es la falta de fiabilidad, que es el error en todos los pronósticos de juicio y que a la larga solo reduce la precisión de los pronósticos.

Los estudios indican que los juicios son menos confiables cuando la tarea es más compleja; cuando el ambiente es más incierto; cuando la adquisición de información se basa en la percepción, el reconocimiento de patrones o la memoria; y cuando las personas usan la intuición en lugar del análisis (Stewart, 2001: 81-82).

Con el fin de comprender cómo mejorar la fiabilidad del método de previsión existente al reducir la falta de fiabilidad en la adquisición de información y el procesamiento de la información, se presentarán cinco principios de mejora utilizando las ideas del profesor Thomas R. Stewart (2001, 81- 97).

- ORGANIZAR Y PRESENTAR LA INFORMACIÓN DE UNA FORMA QUE CLARAMENTE ENFATICE LA INFORMACIÓN RELEVANTE.

El objetivo es reducir los errores que se producen en la adquisición de información, al facilitar la obtención de datos relevantes prestando atención a las reseñas más destacadas, al mismo tiempo que se eliminan los datos confusos e irrelevantes.

- LIMITAR LA CANTIDAD DE INFORMACIÓN UTILIZADA EN PRONOSTICOS BASADOS EN EL JUICIO.

El mayor beneficio se puede esperar cuando la incertidumbre ambiental es razonablemente alta y no se dispone de ningún método analítico para procesar la información. El objetivo es mejorar la fiabilidad del procesamiento de la información evitando las distracciones de señales menos relevantes.

- USAR MÉTODOS MECÁNICOS PARA PROCESAR LA INFORMACIÓN.

Preferir los métodos mecánicos, generalmente modelos computarizados, sobre los intuitivos, generará un error sistemático más pequeño, especialmente en entornos de pronósticos inciertos. Los modelos no tienen que ser complejos y no significa que deba excluirse el juicio.

- COMBINAR VARIAS PREDICCIONES.

Esto fue ya mencionado anteriormente ya que las pruebas muestran que la combinación de varios métodos de pronóstico aumenta la precisión general.

- REQUERIR JUSTIFICACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.

La confiabilidad de un pronóstico puede aumentar si se le pide al pronosticador que justifique el pronóstico verbalmente. Al tener que justificar las opiniones, se logra una mayor consistencia y el proceso también se aleja de lo intuitivo hacia lo analítico.

Un análisis de serie de tiempo es una de las formas más económicas y rápidas de realizar un pronóstico de demanda. Además, es fácil de usar. Sin embargo, la simplicidad del método tiene su lado negativo: como el modelo solo se concentra en investigar los números, descuida las razones detrás de los cambios. En otras palabras, es ingenuo. En consecuencia, si una organización decide usar este modelo, debe seguir constantemente el progreso de los datos para notar las desviaciones y tomar medidas de acuerdo con ellos. La idea básica detrás del modelo es que los patrones de demanda pasados continuarán de manera similar y, por lo tanto, pueden proyectarse hacia el futuro. En este modelo, el tiempo siempre es una variable independiente. La variable dependiente cambia según el problema que se pronostica. Por lo tanto, en este caso es la demanda. Luego, hay cuatro elementos básicos que uno debe interpretar de períodos pasados. En primer lugar, las tendencias designan el ascenso y descenso de la curva de demanda general. A menudo, es una curva lineal o cercana a ella. En segundo lugar, la estacionalidad es un patrón de datos, la fluctuación en las curvas, que ocurren todos los años al mismo tiempo. En tercer lugar, los cambios cíclicos son patrones que aparecen en varios años, por ejemplo, debido al ciclo económico y el cambio en el PIB (producto interno bruto) de un país, que claramente afectarán en cierta medida a sus exportaciones. Finalmente, la variación aleatoria es un cambio inesperado en la demanda que no puede preverse. Parece irregular y lo único que se puede hacer es medir el error para tenerlo en cuenta en el futuro.

Además, en el ejemplo del PIB como variable, se asume una relación estable entre el PIB y el crecimiento del rendimiento portuario. Los modelos de pronóstico que se basan solo en los pronósticos de tendencia no dan cuenta de los shocks en la economía, como la crisis del petróleo y la preponderancia masiva del uso de contenedores, por sobre de los buques frigoríficos, que hacen que un modelo sobreestime y subestime el rendimiento, respectivamente.

Los hallazgos de esta tesis muestran que todos los modelos de pronóstico cuantitativo aplicados a datos históricos producen un pronóstico más preciso que el pronóstico producido por gerentes y vendedores en la organización, entre enero de 2017 y marzo de 2018. Se demostró que el mejor modelo cuantitativo era una revisión de tres métodos individuales. Esta combinación mejoró la precisión del pronóstico en un 60%. Las predicciones producidas por la empresa son en general demasiado optimistas.

En la organización, la versión final del pronóstico producido en cada país / región es realizada por un gerente de ventas. Esta podría ser una posible explicación para los

pronósticos optimistas, ya que los investigadores han encontrado que los gerentes tienden a ser demasiado optimistas sobre el futuro (Walker & McKlelland, 1991).

Durante las entrevistas con la fuerza de ventas, fue claro que el personal que trabaja cerca del cliente posee información intangible y valiosa con respecto al mercado local. No se han realizado esfuerzos con respecto a la investigación empírica para determinar si los ajustes de juicio a un pronóstico cuantitativo aumentan la precisión de este modelo de pronóstico. Sin embargo, es fácil imaginar la posibilidad de que un pronóstico sea más preciso con el aporte de personas con conocimiento de circunstancias específicas, debido al juicio único de las características del mercado local que poseen los vendedores y los gerentes de ventas.

Así como los métodos acá presentados, la literatura presenta una gran cantidad de métodos de pronóstico, que varían desde métodos simples como la media móvil hasta complejos modelos ARIMA. La razón principal por la que no se han descrito es que son demasiado complejas como para ser de interés para este trabajo, y también pensando en las especificaciones de la organización. La identificación de métodos que son demasiado complejos se ha realizado junto con el gerente general de la empresa.

Se cree que la sensación de complejidad e impracticabilidad de muchos modelos que el gerente general sintió, se comparten con los gerentes y otro personal dedicado a estimar la demanda futura de la compañía.

A pesar de la opinión de que muchos de los modelos de pronóstico discutidos en la literatura son demasiado complejos para muchas compañías que desean construir un método de pronóstico interno, la investigación en sí misma es relevante de muchas maneras. Como se mencionó anteriormente, los métodos aquí utilizados para el pronóstico están disponibles para todos en paquetes de software comercial. El desarrollo interno de un método de pronóstico puede ser costoso y demandante, y una alternativa podría ser buscar métodos de pronóstico de manera externa. No obstante, esto, es también la alternativa el traspasar a las áreas correspondientes de la empresa, la necesidad de contar con métodos de pronóstico apropiado, utilizando el poder humano y profesional con el que ya se cuenta, de manera que la formación académica no sea solamente una experiencia de la sala de clases, sino también uso de la formación integral que se recibe en una universidad.

7 CONCLUSIONES

7.1. DE LA ORGANIZACIÓN Y SUS PROCESOS.

La industria naviera es una industria altamente volátil e incierta y si no se pronostica con precisión puede causar inestabilidad financiera, por lo que un proceso de predicción adecuado es esencial para las organizaciones. Se debe contar con una implementación adecuada para adaptarse a las tendencias continuamente cambiantes y fortalecer así la gestión operativa.

La implementación de un proceso de previsión bien estructurado es fundamental para todas las decisiones de gestión importantes, ya que proporciona a ejecutivos y directivos una herramienta adecuada para mejorar su rendimiento y posición competitiva.

En este trabajo se ha presentado un proceso de pronóstico sostenible que va más allá del uso y el desarrollo de técnicas precisas. El proceso de pronóstico propuesto permite realizar observaciones que sean alineadas con los objetivos estratégicos, pero también para evaluar, monitorear, integrar y mejorar las predicciones a través del tiempo. Estas características, sumadas al hecho de que se consideren todos los métodos recomendados para el proceso, pueden permitir que se realicen pronósticos más precisos y sostenibles.

El análisis de los datos investigados reveló que la adaptación de todos los pasos del proceso de pronóstico propuesto facilitaría las predicciones futuras. La primera conclusión que se puede hacer al respecto es que la empresa debe aplicar todos los pasos del proceso presentado para la predicción futura, ya que cada paso se basa en el anterior y juntos pueden generar resultados sostenibles.

Se ha podido llegar a la conclusión de que la industria marítima es una industria altamente problemática para predecir, caracterizada por rápidos cambios en la oferta y la demanda. Sin embargo, la capacidad de anticipar los movimientos del mercado puede aumentar con el uso de un proceso de previsión alineado con los objetivos estratégicos de la empresa. Por lo tanto, el primer paso para la organización es alinear su proceso de previsión con sus objetivos estratégicos generales, de modo que las compensaciones esperadas entre el nivel

de servicio al cliente, el nivel de inventario de contenedores y la gerencia comercial puedan interpretarse fácilmente. Si hay una falta de alineación, la organización puede pasar gran cantidad de tiempo reaccionando a la crisis, en lugar de prepararse para estas situaciones repentinas. Además, se necesita identificar qué actividades añaden valor a su proceso de previsión y alinearlas con la estrategia de la empresa. De este modo, se adquirirán directivas claras para llevar a cabo sus actividades de previsión, con lo que experimentará una gestión de inventario mejorada y reducirá el capital inmovilizado en el nivel de existencias.

Una clave adicional para llevar a cabo un proceso de pronóstico exitoso es el elemento de recopilación de información e intercambio de datos entre los departamentos. Se ha hecho evidente a través de la investigación, que la información importante con respecto a las actividades de pronóstico está disponible en varios departamentos dentro de la empresa, tanto interna como externamente, sin embargo, esta información no se comparte ni se utiliza de manera efectiva. Para aumentar la visibilidad de la información, se recomienda que la organización integre un sistema de información sincronizado que esté disponible para todas las entidades de la compañía.

La mayor visibilidad permitirá posteriormente mejorar la planificación de volúmenes de contenedores, en lugar de forzar a los equipos encargados a reaccionar ante la escasez repentina de contenedores. Al seguir estas sugerencias propuestas, se espera una reducción en el costo de capital inmovilizado y se experimentará así también un mayor nivel de servicio. Es necesaria una mayor colaboración entre los departamentos de la organización, ya que la competencia en el futuro dependerá del rendimiento de toda la cadena de suministro, y no del rendimiento individual de cada departamento. Vale la pena mencionar que todas las mejoras para la predicción perderán sus efectos sin la cooperación entre los departamentos; es un factor de éxito crucial.

7.2. DEL MODELO DE PREDICCIÓN Y PLANIFICACIÓN.

Debido a que los productos que se transportan en contenedores refrigerados varían cada temporada, en relación a la cantidad y al inicio y término de estas mismas temporadas – el clima es un factor fundamental- los datos históricos de ventas son relativamente difíciles de confiar en términos de predicción de ventas futuras.

Los métodos cuantitativos de pronóstico, incluidas las series de tiempo y las técnicas causales, dependen en gran medida de estos datos históricos de ventas, por lo que los métodos cualitativos pueden ganar más espacio y hacerse más adecuados para estas situaciones. Como un método cualitativo en forma de previsión de opiniones y encuestas

ya ha sido adoptado como la principal técnica de pronóstico por el equipo de ventas de la organización, una forma de aumentar la precisión del pronóstico es mejorar el método existente en lugar de cambiar completamente la técnica o adquirir un nuevo software de previsión costoso. Esta oportunidad de mejora es la que se propone al no descartar o privilegiar un método por sobre el otro, sino más bien a la de generar una fuerza conjunta, que cree sinergias entre los departamentos de ventas y operacionales de la empresa, adoptando un modelo conjunto, en lo cuantitativo y cualitativo, que se adapte a la particularidad de la industria aquí tratada.

Aun cuando se cree firmemente que los hallazgos son relevantes, es opinión firme que la investigación se beneficiaría de un mayor número de muestras y conjuntos. Se recomienda el proceder y llevar a cabo más investigaciones en las que se prueben empíricamente para qué modelos son más adecuados los distintos conjuntos y escenarios, dependiendo de la configuración, tipo de carga, puerto y capacidades de la compañía. Al hacer esto, se pueden desarrollar modelos que instruyan a la organización que: "Si carece de la capacidad X y tiene acceso a los recursos Y, es probable que el método Z produzca un gran incremento en la precisión de los pronósticos, sin poner restricciones a la organización actual". El desarrollo en esta dirección, unificando los distintos criterios cualitativos y cuantitativos en este trabajo planteados, entregarían a la organización una ventaja competitiva en planificación operacional y ahorros, por sobre las empresas de la competencia.

Como se puede ver en el desarrollo del trabajo, el hecho de que los modelos no capten interrupciones en el futuro afecta especialmente el rendimiento de tipos específicos de carga (productos congelados y frescos para este trabajo). Por lo tanto, es importante establecer modelos que se adapten a un tipo de carga en lugar de a todo el transporte de mercancías en un puerto (De Langen *et al.*, 2012a).

Además, es importante observar que el comienzo de la tendencia de contenedorización para la carga refrigerada, es decir, la predilección por sobre el transporte en cámaras frigoríficas, no podría tampoco incluirse en un modelo. Sin embargo, ahora que la contenedorización continúa por un tiempo, debe tenerse en cuenta en las previsiones del rendimiento del contenedor en los puertos. Se espera que primero el efecto sea muy fuerte, pero después de algunos años la tasa de contenedorización perderá efecto. Esto se debe a que, eventualmente, todo lo que se pueda enviar en contenedores se enviará en contenedores.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que los envases, como casi todos los productos, están sujetos a innovaciones. Por ejemplo, los nuevos sistemas de control de clima permiten enviar flores al extranjero o transportar plátanos en aviones en lugar de contenedores refrigerados. El problema con las innovaciones es que, la mayoría de las

veces, no se pueden predecir y, por lo tanto, sus efectos también son una sorpresa. Por supuesto, se puede hacer un análisis cualitativo sobre posibles desarrollos y sus efectos en el futuro

Por último, se pudo inferir también que los modelos de tendencias históricas no son adecuados para los pronósticos a largo plazo, que son en definitiva necesarios para el desarrollo de los puertos. Incluso si un modelo de series de tiempo se combina con una relación causal, como la relación entre el PIB y el crecimiento de la carga, el pronóstico que sale no es confiable a largo plazo (Van Dorsser **et al.**, 2011). Esto se debe a que a largo plazo los cambios económicos estructurales y las fluctuaciones en los flujos de transporte son inevitables y la mera extrapolación de la tendencia no explica estas interrupciones. Por lo tanto, las predicciones hechas por el modelo de series temporales deberían servir solo como punto de partida para hacer un pronóstico.

8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

(s.f.).

- Armstrong, J. (s.f.). Findings from Evidence-based Forecasting: Methods for Reducing Forecast Error. *International Journal of Forecasting*,
http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=marketing_papers.
- Baird, A. J. (2006). Optimising the container transshipment hub location in northern Europe. *Journal of transport geography*, 14(3), 195-214.
- Bankes, S. (1993). Exploratory modeling for policy analysis. *Operations Research*, 41(3), 435-449.
- Bankes, S. (1993). Exploratory modeling for policy analysis. *Operations Research*, 41(3), 435-449.
- Bowersox, D. C. (2010). *Supply chain logistics management*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Bryman, A. (2007). Barriers to Integrating Quantitative and Qualitative Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), pp.8-22.
- Campbell, S. J.-d.-v. (2012). Comparison between Industrial Classification Systems in Freight Trip Generation Modeling. *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*. Washington.
- Cenek, R. K. (2012). *Freight transport efficiency: a comparative study of coastal shipping, rail and road*. New Zealand Transport Agency research report 497.
- Chatfield, C. (2001). *Time Series Forecasting*. Chapman & Hall.
- Cortinhas, C. a. (2012). *Statistics of business and economics*. Hoboken.
- Croxton, K. L., L. D.-D. (2002). The Demand Management Process. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 13 No. 2, pp. 51-66.
- Crum, C. (2003). *Demand Management Best Practices: Process, Principles, and Collaboration*. Ross Publishing.
- Darabi, S. (2015). *Forecasting Process for Predicting Container Volumes in the Shipping Industry*. University of Gothenburg.
- De Jong, G. G. (2004). National and International Freight Transport Models: An Overview and Ideas for Future Development. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary*, 24(1), 103-124.

- De Jong, G. T. (2015). The issues in modelling freight transport at the national level. *Case Studies on Transport Policy*.
- De Langen, P. N. (2012). Port Economics, Policy and Management. *Erasmus Universiteit Rotterdam*.
- De Langen, P. W. (2012). Combining Models and Commodity Chain Research for Making Long-Term Projections of Port Throughput: an Application to the Hamburg-Le Havre Range. *European Journal of Transport & Infrastructure* .
- Deardorff, A. V. (1998). *Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World?*
- Egnell, J. (2013). *Applicability and accuracy of quantitative forecasting models applied in actual firms*. CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- Fayol, H. (2002). *Critical evaluations in business and management*.
- Fite, J. T. (2002). Forecasting Freight Demand Using Economic Indices. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32, 3/4, 299-308.
- Fosgerau, M. a. (2004). A Review of Some Critical Assumptions in the Relationship between Economic Activity and Freight Transport. *International Journal of Transport Economic*, 31(2), 247-261.
- Friend, G. &. (2004). *Guide to Business Planning*. London: Profile Books Limited.
- Giuliano, G. G. (2007). Estimating Freight Flows for Metropolitan Area Highway Networks Using Secondary Data Sources. *Networks and Spatial Economics*, 10, 73-91.
- Haloub, R. (2013). *Assessment of Forecasting Management in International Pharmaceutical Companies: A Grounded Theory Study*. University of Huddersfield.
- Heizer, J. &. (2004). *Operations management*. Upper Saddle River.
- Helms, M. M. (2000). Supply Chain Forecasting: Collaborative Forecasting Supports Supply Chain Management. *Business Process Management Journal*, Vol 6, No. 5, pp. 392-407.
- Janssens, S. M. (2003). Port Throughput and International Trade: Have Port Authorities Any Degrees of Freedom Left? *University of Antwerp*.
- Juri, N. R. (2004). Extending the Random-Utility Based multiregional input-output model: incorporating Land-Use Constraints, Domestic Demand and Network Congestion in a Model of Texas Trade. *Proceedings of the 83rd Annual Meeting of Transportation Research Board*.
- Kalekar, P. (2004). Time Series Forecasting Using Holt-Winters Exponential Smoothing.
- Klimsova, H. (2008). *Demand Forecasting : A study at Alfa Laval in Lund* . School of Management and Economics.

- Kockelman, K. M. (2013). Tracking Land Use, Transport, and Industrial Production Using Random-Utility-Based Multiregional Input-Output Models: Application for Texas Trade. *Journal of Transport Geography*, 13(3), 275-286.
- Kucharavy, D. a. (2005). Problems of Forecast, conference presentation paper. (págs. 16-18). Graz: Etria Triz Future.
- Lapide, L. (2009). History to demand-driven forecasting. *The Journal of Business*, 2(28), pp. 18-19.
- Leitham, S. D. (1999). European Transport Forecasts for 2020: the Streams Model Results. *Presented at 1999 European Transport Conference*.
- Makridakis, S. &. (1989). *Forecasting Methods for Management*. John Wiley & Sons.
- Martin, J. (2008). Operational Excellence: Using Lean Six Sigma to Translate Customer Value through Global Supply Chain.
- Martin, J. (2008). *Operational Excellence: Using Lean Six Sigma to Translate Customer Value through Global Supply Chains*.
- Marzano, V. a. (2004). Modelling Freight Demand at a National Level: Theoretical Developments and Application to Italian Demand. . *Proceedings of European Transport Conference*.
- Mentzer, J. &. (2005). *Sales Forecasting Management - A Demand Management Approach*. Thousand Oaks.
- Mentzer, J. &. (2005). *Sales Forecasting Management - A Demand Management Approach*. Thousand Oaks.
- Moisanen, J. (2014). *Demand forecasting in the apparel industry*. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.
- Nahmias, S. (s.f.). *Production and Operations Analysis*. 2005: McGraw-Hill Irwin.
- Nijdam, M. (2014). *Forecasting Container Cargo Throughput in Ports*. Erasmus University Rotterdam.
- Novak, D. C.-h. (2011). Nationwide Freight Generation Models: A Spatial Regression Approach. *Networks and Spatial Economics*, 11, 23-41.
- Polder, M. a. (2000). Forecasting European International Trade Flows. *Proceedings of Seminar F of The European Transport Conference 2000*.
- Shen, S. F. (2009). Econometric Modelling and Forecasting of Freight Transport Demand in Great Britain. *Proceedings of European Transport Conference 2009*.
- Shibasaki, R. a. (2012). Future forecast of trade amount and international cargo flow in the APEC region: an application of trade logistics forecasting model. *Asian Transportation Studies*, 2(2), 194-208.

- Shim, J. a. (1998). *Handbook of Financial Analysis, Forecasting and Modeling*. Prentice-Hall.
- Stevenson, W. (2005). *Operations Management*. London: McGraw-Hill.
- Stewart, T. (2001). Improving reliability of judgmental forecasts. *Principles of forecasting*, p. 81-97.
- Stock, J. a. (2001). *Strategic logistics management*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Summers, M. (1998). *Analyzing Operations in Business : Issues, Tools & Techniques*. Westport: Greenwood Publishing Group, Incorporated.
- Sundberg, S. (2009). *Demand Forecast Process as a Part of Inventory Management*. TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES.
- SUT, S. W. (2016). *A MODELLING STUDY OF GLOBAL MARITIME FREIGHT DEMAND FORECASTING*. NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE.
- UNCTAD. (2015). Review of Maritime Transport 2015. *UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT*.
- Van Dorsser, C. W. (2011). A Very Long Term Forecast of the Port Throughput in the Le Havre-Hamburg Range up to 2100. *European Journal of Transport & Infrastructure Research*.
- Vitri, J. (2014). *Demand Forecasting Process ; Design and Methods in Medium Sized Enterprise*. Lappeenranta University of Technology.
- Vitri, J. (2014). *Demand Forecasting Process Design and Methods in Medium Sized Enterprise*. Lappeenranta University of Technology.
- Walker, K. B. (1991). Management Forecasts and Statistical Prediction Model Forecasts in Corporate Budgeting. *Forecast in Corporate Budgeting*, 2(2), pp. 371-381.
- Winklhofer, H. D. (2006). Forecastin Practice: A Review of the Empirical Literature and an Agenda for Future Research. *International Journal of Forecasting*, Vol 12, pp. 193-221.