



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN INGENIERIA
INGENIERIA DE SISTEMAS – INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

**GESTIÓN Y SIMULACIÓN DE UNA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RED DE
AUTOSERVICIOS**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
ING. RUBÉN ISAAC OCHOA GUERRERO

TUTOR PRINCIPAL:
DRA. PATRICIA BALDERAS CAÑAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Contenido

Introducción	3
Época de aprendizaje	3
Cadena de suministro y complejidad	4
Dinamismo en la cadena de suministro	5
Capítulo I: Marco de referencia	6
Mejoras en la cadena de suministro	6
Hechos y causas observados	6
Estructuración de la problemática	7
Planteamiento del problema	8
Objetivo General	9
Objetivos Particulares	9
Justificación de la investigación	10
Viabilidad de la investigación	11
Consecuencias de la investigación	11
Capítulo II: Marco teórico conceptual	11
Cadena de suministro	11
Elementos de una cadena de suministro	12
Criterios de una cadena de suministro	13
La integración de la cadena de suministros a través de un sistema de contextos.	13
Contexto operacional:	13
Contexto de planeación:	14
Contexto Estratégico	14
Esquema conceptual de la cadena de suministro	14
Sistema de flujos en la cadena de suministro:	14
Gestión de la cadena de suministro.	15
Principales Indicadores	17
Planeación	20
Enfoque colaborativo CPFR	20
Elasticidad de precio de la demanda	22
Análisis de datos	22
Minimización de días de inventario	23

Pronósticos de compra	24
Eficiencias Logísticas	25
Evaluación de desempeño en venta.....	25
Capítulo III: Marco metodológico.....	26
Tipo de la investigación y diseño:.....	26
¿Qué aportación se espera?	28
Capítulo IV: Desarrollo de la investigación.....	29
Introducción	29
Desarrollo	32
Factores que inciden en la decisión de compra.....	33
Factores que inciden en los inventarios:.....	36
Dinámica del sistema:	43
Escenario 1: Simulación de flujo de información intermitente sin enfoque colaborativo.	44
Escenario 2: Simulación de flujo de información continuo con enfoque colaborativo.	56
Capítulo V: Resultados.....	63
Conclusiones.....	65
Referencias y Bibliografía.	71

Introducción

Época de aprendizaje

Las empresas, así como los individuos, tienen grandes retos por delante para lograr adaptarse a un mundo cada vez más complejo e inundado de información.

El entorno complejo e incierto, en el que se mueven las organizaciones en la actualidad, se caracteriza por la volatilidad en los mercados financieros, la incertidumbre en los comportamientos del consumidor, la complejidad de los retos por resolver en conjunto como sociedad y la ambigüedad del destino que como humanidad tenemos. Se conoce el concepto VUCA, el cual se fraguó en la década de los noventa por soldados norteamericanos y que responde al acrónimo formado por los términos *Volatility* (V), *Uncertainty* (U), *Complexity* (C) y *Ambiguity* (A).

Las empresas inmersas en un entorno VUCA están afectadas por las respuestas a dos cuestiones importantes que dan lugar a dos variables. Dichas cuestiones son: ¿Cuánto se sabe sobre una determinada situación concreta?; y ¿en qué medida se puede anticipar el resultado de las decisiones que se han tomado?

En definitiva, para hacer frente a estas dos ideas principales, es fundamental centrar la estrategia de la organización en el conocimiento y la predictibilidad abordándolo desde dos perspectivas:

- Una formación constante en un entorno en el que los nuevos avances tecnológicos hacen necesaria una actualización casi inmediata del conocimiento.
- Una correcta y eficaz capacidad para afrontar los cambios y hacer frente a los problemas y dificultades que se presentan a través de la innovación.

En este escenario, las empresas se ven obligadas a adaptarse a los continuos cambios que atacan su programación estratégica y sus rutinas profesionales.

El entorno VUCA está presente en infinidad de sectores profesionales como el de los servicios, industria, tecnología o banca en el que los avances tecnológicos o las fluctuaciones propias del mercado económico son los causantes de la inclusión de las organizaciones en este tipo de entornos.

Los últimos años en todo el mundo no han sido del todo sencillos, el inicio de la década de los 2020 nos han recordado conceptos fundamentales y claves en la evolución de las especies, en donde lo fundamental es adaptarse a los cambios.

Sin darnos cuenta, podemos ver en perspectiva a las décadas pasadas y concebir cómo ha evolucionado el mundo, ver cómo las nuevas tecnologías, han cambiado la dinámica social, la economía y en general nuestra concepción del futuro.

La pandemia por la cual atraviesa el mundo entero representa un enorme reto. Uno que, desde luego por su naturaleza, nos mantiene dedicados en nuestro presente, dado su impacto sanitario, social y económico.

Sin embargo, al ser este reto uno de corto plazo, debemos entender que una vez que la pandemia haya sido controlada, los humanos debemos de enfrentarnos a otra serie de complejos desafíos a lo largo de los años venideros. Se prevé una inminente recesión económica¹ y social generada por los efectos inmediatos de la pandemia² y adicional a esto, existirá la necesidad de ser capaces de abastecer alimentos, agua potable y productos para la vida diaria para un mundo con una población en crecimiento.

Atravesamos por una época llena de retos, y por otro lado hemos experimentado un avance sustancial en cuanto a desarrollo de ciencia y tecnología, la cual claramente apuesta por un modelo económico basado cada vez más en la innovación y el conocimiento.

Cadena de suministro y complejidad

En un escenario VUCA, el dinamismo de la venta al detalle requiere cada vez más conocer el comportamiento del consumidor final y tendencias, para utilizarse en la creación de estrategias de planeación que incluyan a la cadena de suministro. Ya que con este enfoque se podrá lograr una distribución eficiente de los bienes.

Garantizar los costos bajos en la cadena de suministro, permitirá mantener niveles de servicio adecuados para maximizar la satisfacción del consumidor final. Resulta importante definir qué estrategias deberán efectuarse para la planeación de insumos, capital humano, capital financiero e infraestructura logística. De tal forma que lo anterior permita la ejecución de las estrategias conforme a lo planeado, con la finalidad de cuidar la rentabilidad de las organizaciones sin que esto represente dejar de satisfacer al consumidor final.

La idea de este proyecto de investigación surgió de la necesidad de esquematizar la cadena de suministro de una red de autoservicios como un sistema complejo.

Definiendo a la complejidad como la incapacidad de entender y modelar el comportamiento de un sistema desde la expectativa de un observador, Por lo que se propuso aumentar el número de variables a identificar y a intervenir para poder lograr un mejor control del sistema.

¹ (El economista, 2021)

² (ONU, 2020)

Se partió de la suposición que la cadena de suministro de autoservicios es un sistema caótico que obedece a la Ley de Requisito de la Variedad, la cual supone que entre más complejo sea el sistema que está siendo regulado, más complejo debe ser el regulador del sistema, lo que significa un grado mayor de complejidad por parte del observador frente al dominio de acción (Coronado-Hernandez & García-Sabater, 2017)

Se consideró a la cadena de suministro como un sistema complejo, porque contiene los siguientes elementos:

- Interacciones significativas: El número de interacciones entre áreas como compras, *supply chain*, CEDIS³ y tiendas es significativo.
- Gran número de partes e interacciones: El tamaño del sistema considera alrededor de 2,200 tiendas, cerca de 20 centros de distribución y casi 4,400 proveedores.
- No linealidad en el comportamiento: Considera que el sistema no se comparta de manera lineal
- Restricciones holísticas: Implica que el comportamiento del sistema no se puede predecir a partir del conocimiento de este.

Como sistema adaptativo complejo, la cadena de suministro de la red de autoservicio se adapta y va organizándose de acuerdo con los cambios del entorno para poder sobrevivir como sistema abierto de manera que pueda responder a las variaciones del entorno que están en función de las necesidades del consumidor final.

Dinamismo en la cadena de suministro

El dinamismo de la venta al detalle requiere cada vez más conocer a los consumidores finales, su comportamiento y tendencias para utilizarse en la creación de estrategias de planeación que incluyan a la cadena de suministro, ya que con este enfoque se busca una distribución eficiente de los bienes.

Particularmente, una cadena de suministro es susceptible a factores microeconómicos que generan cambios en el comportamiento del mercado, los cuales, si no se enfrentan pudieran afectar en la rentabilidad de la organización.

Garantizar los costos bajos en la cadena de suministro, ayudaría a mantener niveles de servicio adecuados para maximizar la satisfacción del consumidor final.

Resulta importante definir qué estrategias deberán efectuarse para la planeación de insumos, capital humano, capital financiero e infraestructura logística. De tal forma

³ CEDIS: Se denomina CEDIS o centro de distribución al edificio, espacio o construcción logística diseñada para recibir y despachar diversas mercancías, cumpliendo la función de almacenarlas entre uno y otro proceso

que lo anterior permita la ejecución de las estrategias conforme a lo planeado, con la finalidad de cuidar la rentabilidad de las organizaciones sin que esto represente dejar de satisfacer al consumidor final.

Capítulo I: Marco de referencia

Mejoras en la cadena de suministro

Retomando el concepto de complejidad como la incapacidad de entender y modelar el comportamiento del sistema, se buscó entender de mejor forma al sistema de la cadena de suministro de autoservicio desde las diferentes partes de esta, que van desde el punto de venta hasta los inventarios de seguridad de los diferentes proveedores.

Actualmente, la eficiencia en la cadena de suministro se determina de acuerdo con el cumplimiento en diferentes rubros, de las metas que se han definido de acuerdo con el conocimiento empírico que se tiene de cada diferente categoría de productos, dichas variables objetivo se plasman en diversos indicadores claves de desempeño que al final fungen como abstracción del estado del sistema a través del tiempo.

La intención de este proyecto es la simulación y gestión de una cadena de suministro de una red de autoservicio en donde se busca tomar en cuenta variables que ayuden a predecir de mejor forma el comportamiento de las ventas, no solamente por temas de temporalidad, sino también por alguna afectación directa del precio sobre las ventas y otras variables que ayuden a tener un mejor pronóstico, como la calidad del producto, el envase, el cumplimiento con las expectativas del cliente, etc.

Una vez definidos los modelos de pronósticos pertinentes. Esta información podría fluir hacia otros sistemas dentro de la organización que ayudara a una mejor planeación de los inventarios, la mano de obra, la capacidad en centros de distribución y toda información que ayudara a minimizar los costos de operación que finalmente se reflejen en la satisfacción del consumidor, no solamente en la disponibilidad del producto, si no en todos aquellos procesos relacionados con los factores de decisión de compra de este.

Hechos y causas observados

En la actualidad, los modelos de planeación dentro de las empresas minoristas responden más a enfoques reactivos que anticipativos, el hecho de responder de forma no-inmediata a las necesidades del consumidor podría significar que no se conoce del todo el comportamiento ni las necesidades de éste.

Más que reaccionar de forma inmediata, se tendría que estar previendo el comportamiento, de tal forma que dicha conducta esperada pueda ser utilizada para el modelado de estrategias de gestión en la cadena de suministro, que garanticen productos que además de cumplir con las expectativas del consumidor, se reflejen

en calidad, disponibilidad en cantidad, disponibilidad en tiempo, disponibilidad en punto de venta y el mejor precio del mercado.

El hecho de reducir los precios puede incrementar las ventas y por lo tanto la participación en el mercado, pero con esto reducir la utilidad. Por otro lado, se pudiera aumentar el precio para aumentar la utilidad, pero con esto se reduciría dicha participación.

Es por esto que se debe encontrar un punto óptimo en donde se mantengan buenos niveles tanto de utilidad, como de participación de mercado.

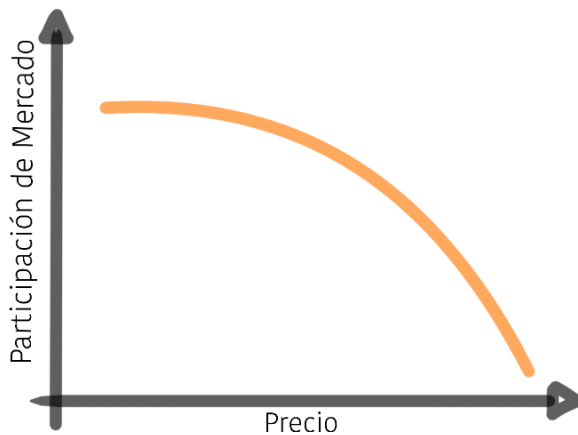


Ilustración 1: Precio vs. Participación de mercado, Elaboración propia

Estructuración de la problemática

Un enfoque que vea a la cadena de suministro de forma holística y no segmentaria puede contribuir a reducir las oportunidades en todo el sistema, las diferencias entre los objetivos de cada área pueden afectar a otras áreas y/o al resultado final. Es por eso que se busca aumentar la colaboración entre todos los equipos. Si bien es importante que todas las áreas cumplan con sus objetivos, también será necesario un sistema de medición que ayude a la toma de decisiones para saber que alternativa conviene para el bienestar de todo el sistema.

En síntesis, se busca homologar la comunicación en todas las partes de la cadena, se buscará reducir el tiempo de reacción y mejorar la exactitud en los pronósticos de la demanda, ya que será esta última la que detonará las cantidades y los tiempos en los cuales se requerirán los distintos recursos que utilizará el sistema para funcionar de manera óptima y poder cumplir con las necesidades del consumidor.

De forma abstracta, se buscará un ciclo de mejora continua que se acerque cada vez más a las necesidades del consumidor. En el diagrama siguiente se muestra un esquema que describe un ciclo virtuoso esperado en la cadena de suministro.

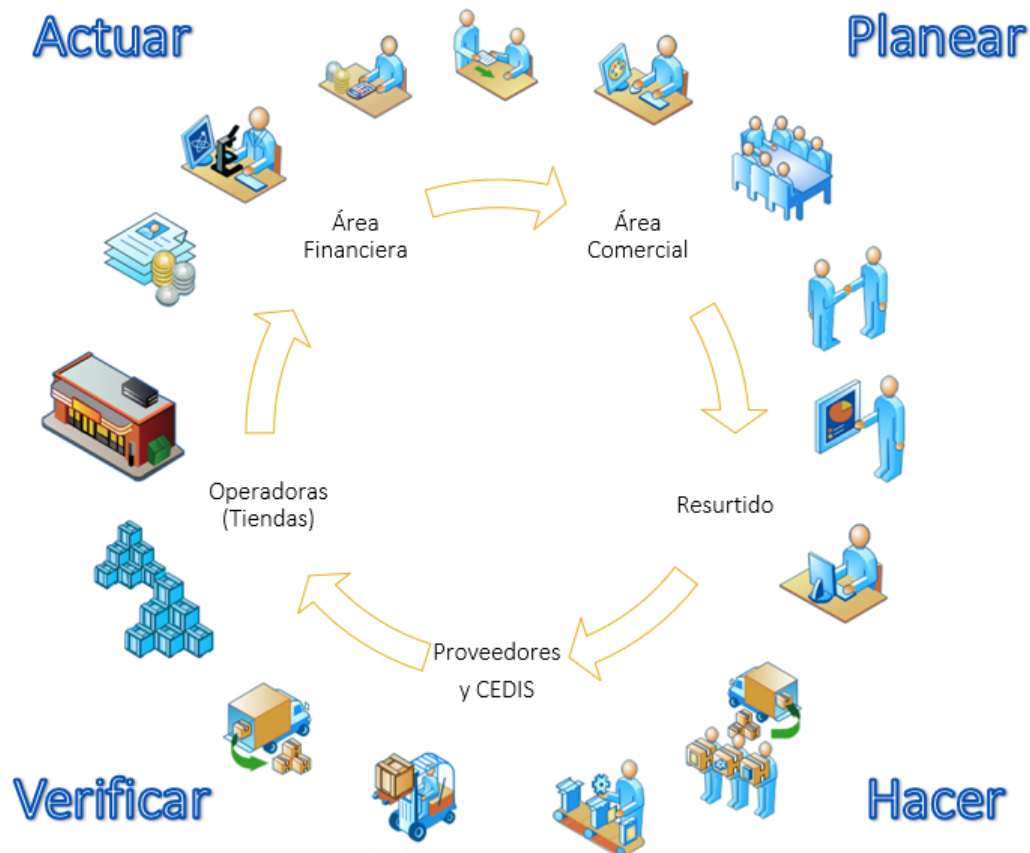


Ilustración 2: Esquema de procesos de interacción dentro de la cadena de suministro.

Planteamiento del problema

El problema radica en cómo conectar los diferentes procesos que se generan en la cadena de suministro dado que en la actualidad en algunos puntos de la cadena de suministro llegan a existir rupturas en la comunicación que llegan a interrumpir el flujo de información, generando oportunidades en la cadena de valor.

Uno de los principales retos para la industria de la venta al detalle, radica en generar mecanismos de comunicación que hagan fluir la información a cada uno de los distintos nodos de la cadena de suministro, en la actualidad existen sistemas que trabajan de forma independiente en las distintas partes que conforman a la misma.

El hecho de tener visibilidad a través de esta podría estar generando información para cada una de las operaciones que se realizan a través de la cadena de suministro con la finalidad de hacer llegar los productos o servicios a su destino final, las manos del consumidor.

Esta información a su vez puede ser utilizada para generar accionables para minimizar los riesgos de posibles faltantes o excedentes

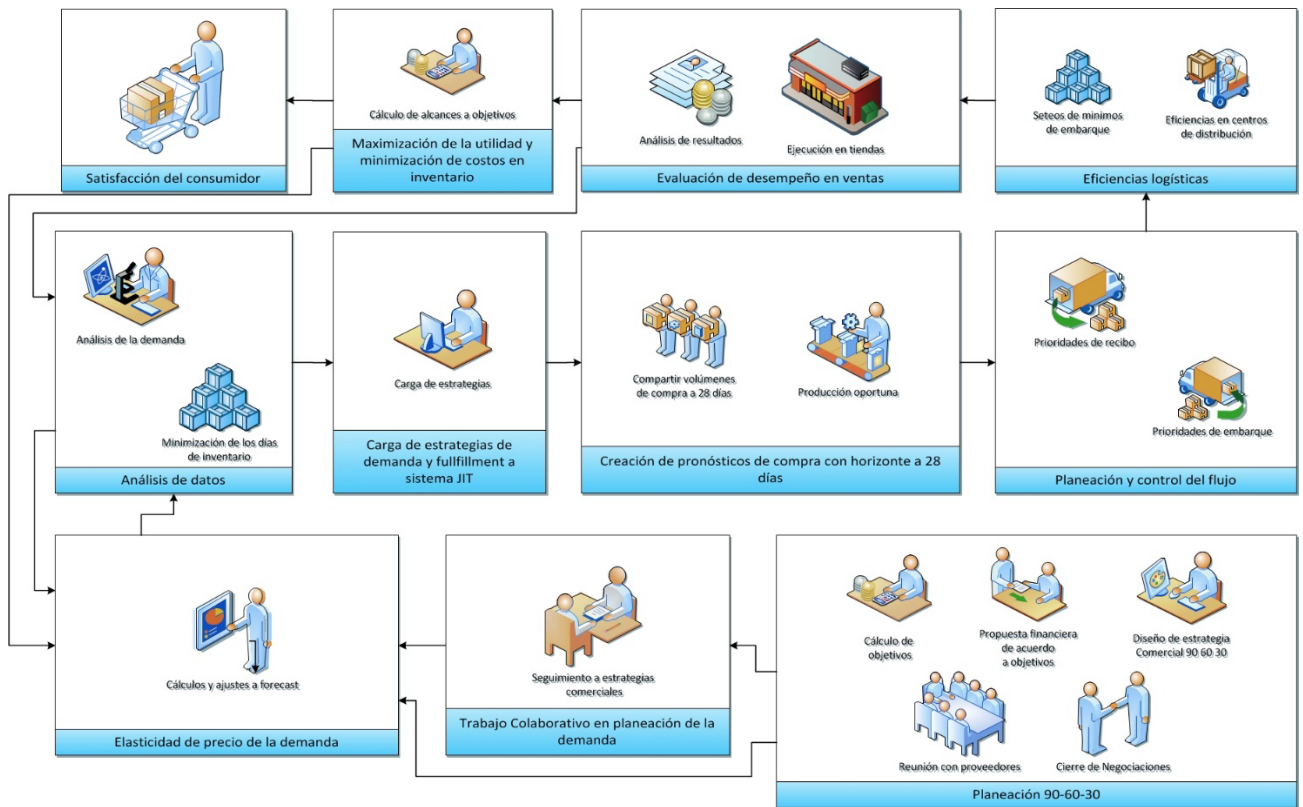


Ilustración 3: Detalle del proceso de interacción en la cadena de suministro de una red de autoservicios

Objetivo General

Modelar y simular la gestión de una cadena de suministro de una red de tiendas de autoservicio para su gestión y toma de decisiones que ayuden a la optimización de costos asociados al manejo del inventario.

Objetivos Particulares

1. Definir los principales factores que determinan el nivel de venta de un grupo de artículos contenidos en la canasta básica.
2. Generar un modelo que describa la venta de los artículos de la canasta básica dependiendo de distintos factores.
3. Analizar microeconómicamente como afecta el precio a la demanda a los artículos de la canasta básica.
4. Determinar qué variables son relevantes para el sistema.
5. Simular cómo las variables independientes afectan a la cadena de suministro y al mercado
6. Proponer un sistema de planeación que permita accionar las intervenciones al sistema en el momento indicado.

Justificación de la investigación

El mercado contemporáneo de la venta al detalle enfrenta grandes retos, la demanda en autoservicios crece, no tanto así como su piso de ventas, lo que significa que el mismo deberá ser cada vez más eficiente. Se deberá vender más por metro cuadrado en menos tiempo. Dicotómicamente se tiene un crecimiento sustancial en la parte de comercio electrónico, son cada vez más los consumidores finales que están dispuestos a gastar más en una compra online, sin que ello represente que la experiencia de compra deberá de ser satisfactoria. Por lo mismo, se está planteando un enfoque omnicanal, es decir se busca que la experiencia de compra sea algo así como comprar en línea, recoger en tienda y darle seguimiento a las compras y promociones a través de visitas a la tienda, visitas al sitio web, desde un móvil, etc.

Estos retos involucran un mayor esfuerzo por parte de las operadoras para tener disponible la mercancía sin que esto les represente altos costos por temas de almacenaje, logística o distribución.

Los proveedores se ven obligados a rendir un mayor nivel de servicio, no solamente en temas de *Fill rate*⁴, si no también cumplir con los objetivos marcados en otro tipo de indicadores como el *OTIF (On time in-full)*, que se encarga de medir que porcentaje de la mercancía llega a tiempo y en el lugar indicado por el consumidor final. Lo que representa fijar un estándar para saber cuál es el nivel óptimo de dicho indicador considerando los beneficios y costos de incrementar el valor del indicador.

Esta investigación resulta conveniente dados los nichos de oportunidad que existen dentro del sistema, resulta relevante para la sociedad dado que permite que las mejoras resultantes aplicadas por los interesados en el presente estudio se reflejen en menores costos que a su vez impacten en los precios de los bienes y por supuesto la mayor disponibilidad de estos.

Las implicaciones prácticas que esto conlleva resultan de interés para aquellas empresas con cadenas de suministro que requieren simular y encontrar aquellos escenarios en los cuales puedan optimizar sus recursos.

El valor teórico de esta investigación radica en documentar qué tipo de modelos ayudan a predecir de mejor manera un grupo de artículos dada su naturaleza en ventas. Además, brinda un enfoque holístico que ayuda a entender de mejor forma el impacto que se tiene al tomar decisiones en determinados nodos de la cadena de suministro.

⁴ Se denomina fill rate al porcentaje de piezas ordenadas entre piezas recibidas, generalmente se ocupa para medir el nivel de servicio desde un proveedor hacia el cliente.

Finalmente, se busca que la investigación sea una referencia para el manejo y entendimiento de datos masivos relativos a la cadena de suministro.

Viabilidad de la investigación

Los sistemas de información que actualmente se utilizan en los distintos nodos de una cadena de suministro pueden brindar información que en conjunto puedan ser utilizados para buscar los valores de las variables óptimas que ayuden a minimizar los costos. La disponibilidad de la información fué otorgada por la Cadena de red de autoservicio y los datos son tratados como confidenciales. Dado el dinamismo del sistema en estudio, se pueden visualizar los efectos de las intervenciones que se realicen en el mismo, por lo que el estudio resulta viable.

Consecuencias de la investigación

El objetivo de la investigación es contribuir en la eficiencia en los inventarios en los distintos puntos de la cadena de suministro, con la finalidad de evitar la escasez de productos y excedentes de estos, que dependiendo de la naturaleza de la afectación, impactan en los ingresos de las organizaciones o bien aumentan en el gasto de esta, de cualquier forma, afectando a la utilidad. El realizar una investigación que le brinde estructura a este tipo de problemáticas, contribuye a minimizar los costos asociados en la misma.

Capítulo II: Marco teórico conceptual

Cadena de suministro.

La cadena de suministro es la red de organizaciones conectadas e interdependientes que trabajan en conjunto para controlar, manejar y mejorar el flujo de materiales e información desde los proveedores hasta los usuarios finales.

El concepto de cadena de suministro abarca desde la llegada de la materia prima hasta la entrega a los clientes minoristas. Sin embargo, los conceptos se extendieron gracias a la introducción de estructuras de información integradas y compartidas entre muchas compañías operadas por la computación moderna y la tecnología de redes.

La imagen de la cadena de suministro como una serie de actividades, es útil para describir la relación entre los participantes. Sin embargo, en realidad esto es mucho más complejo. En cada etapa del proceso se presentan opciones de fabricar o comprar, en cada uno de esos puntos también puede haber muchos proveedores y cada uno de ellos enfrentar sus propias opciones adicionales de fabricar o comprar en esta realidad dinámica la cadena de suministros es el elemento más complejo y desafiante del proceso de entregar productos terminados a los proveedores.

Elementos de una cadena de suministro.

Consta de cinco elementos básicos:

- Proveedores: Son las organizaciones que se encargan de agregar valor a las materias primas y ofrecerlas como productos terminados o bien, se refiere también a aquellos que se encargan de brindar la materia prima para procesos posteriores.
- Transporte: Se encarga de que las materias primas e insumos necesarios se muevan de un punto a otro. Adicionalmente se encarga de hacer llegar los productos terminados hacia los clientes.
- Socios comerciales: Es el componente en donde se encuentran los bienes y servicios para disposición de los consumidores.
- Consumidores: Son el elemento principal de la cadena de autoservicio, todos los esfuerzos dentro de la cadena de suministro están orientados a satisfacer las necesidades de ellos. Pueden estar a través de toda la cadena brindando productos terminados a otros socios comerciales en un flujo continuo de procesos, el cual culmina cuando el consumidor tiene el producto en sus manos.
- Flujo de información: Es aquel elemento con el cual las organizaciones pueden planear sus actividades a través del conocimiento del comportamiento del consumidor, incidiendo directamente en el diseño y optimización de procesos.

A continuación, se presenta una imagen que tiene como intención esquematizar los elementos que actúan en una cadena de suministro de hoy en día:



Ilustración 4: Esquema de elementos de una cadena de suministro

Las flechas en azul corresponden a cómo se comunica la organización con los agentes externos. Es decir, con proveedores, socios comerciales y consumidores.

Internamente se puede observar que existen múltiples interacciones entre varios departamentos de la organización, los cuales se representan con las líneas en negro.

Todo converge en un servidor central, que es aquel que almacena la información referente a la interacción entre todos los puntos de la cadena de suministro.

Finalmente, en la imagen anterior pueden notar dos flujos principales:

- El flujo de materiales: Representa el traslado de materias primas e insumos hacia sus respectivos consumidores.
- El flujo de información. Representa las necesidades del consumidor y de los consumidores que se dirigen a las empresas que suministran las materias primas e insumos.

Como se mencionó anteriormente, todas las interacciones que se llevan a cabo en la cadena de suministro tienen como finalidad la satisfacción de los consumidores. Por lo tanto, resulta importante conocer las necesidades de éstos, ya que con dicha información se busca ejecutar esfuerzos orientados a cumplir con las expectativas de los mismos.

Criterios de una cadena de suministro.

La administración efectiva de las cadenas de suministro es vital para las organizaciones y para los países, ya que afecta los criterios básicos de competitividad que son el costo, la calidad y el tiempo de entrega del producto requerido por el consumidor.

La integración de la cadena de suministros a través de un sistema de contextos.

Para implantar una efectiva y eficiente integración de la cadena de suministros se debe actuar sistemáticamente de acuerdo con tres contextos: el operativo, el de planeación y el estratégico.

Contexto operacional:

La operación surge del enfoque *pull*⁵, proceso en el cual el área encargada de la cadena de suministro buscará cubrir la demanda al menor costo posible.

⁵ Enfoque pull: Se refiere a las acciones de marketing que buscan la atracción del consumidor hacia los productos. Suele dirigirse hacia el cliente final, por lo que al contrario de las estrategias push, tiene un sentido ascendente ya que va desde el productor al elemento final de la cadena, el usuario.

Contexto de planeación:

El contexto de planeación se refiere al diseño, la aplicación para mejorar los procesos de compra, manufactura, supply chain y planeación de recursos. Implica el acceso a bases de datos que permiten compartir información apropiada entre los agentes participantes en la cadena de suministro. Además, en las organizaciones líderes, implica sistemas de soporte a la toma de decisiones para la utilización de la capacidad de producción, de la infraestructura y del equipamiento propio y de terceros. Para operaciones logísticas y en el control de los inventarios

Contexto Estratégico.

Las relaciones estratégicas efectivas son esenciales para la integración de la cadena suministro porque permiten la integración de los equipos interdisciplinarios que fomentan la colaboración de las organizaciones.

El éxito de la instrumentación de estrategias de integración se basa en la calidad de las relaciones de negocios establecidos entre los *stakeholders*⁶ en la cadena de suministro. Como los gerentes en general han sido formados para manejar relaciones de competencia más que de cooperación, es necesario un cambio en los sistemas de incentivos para alinearlos a través de toda la cadena de suministro con la finalidad de mejorar la comunicación y por lo tanto la eficiencia en todo el sistema.

Esquema conceptual de la cadena de suministro

Un simple esquema conceptual revela los flujos y los contextos, donde radica la mezcla de capacidades necesarias en la empresa para integrar la logística de la cadena de suministro.

Para facilitar un efectivo y eficiente flujo en la cadena de suministro, se requiere integrar contextos relacionados con la operación, la planeación y control y el comportamiento administrativo. Al sincronizar estos flujos, se genera valor en todo el sistema.

Sistema de flujos en la cadena de suministro:

Flujo del valor del producto-servicio.

Flujo en el cual se le va agregando valor al producto, su dirección va desde las materias primas hacia el consumidor final.

El valor del producto se incrementa a través de modificaciones físicas, envasado, proximidad física al mercado, eficiencias logísticas para una adaptación del producto al consumidor, servicio de soporte en ventas y servicio al consumidor.

⁶ Stakeholder: Hace referencia a una persona, organización o empresa que tiene interés en una empresa u organización dada. Tal y como fue definida en su primer uso en un memorando interno del *Stanford Research Institute*, un stakeholder es un miembro de los "grupos sin cuyo apoyo la organización cesaría de existir".

Flujo de información

Es el inventario bidireccional de datos de transacciones y estatus de inventario entre actores/socios en la cadena de suministro.

Información como pronóstico de venta, pronósticos de compra, planes comerciales, órdenes de compra, validación de pedidos y su estatus son ejemplos de este tipo de flujo.

Flujo financiero

Se refiere al flujo de pagos entre los diferentes vínculos existentes en la cadena de abastecimiento, fabricantes a proveedores, distribuidores a fabricantes, minoristas a distribuidores y consumidores a minoristas. El flujo de los recursos financieros es una función de términos de pago, términos crediticios, políticas de devoluciones y otros términos comerciales, todos los cuales se deben administrar rigurosamente.

Gestión de la cadena de suministro.

La gestión de la cadena de suministro se refiere a la planificación, organización y control de las actividades de la cadena de suministro. En estas actividades está implicada la gestión de flujos financieros, de productos o servicios y de información que tienen como finalidad la maximización del valor percibido del producto o servicio, y de forma simultánea se busca reducir los costos impactando directamente en las utilidades.

La gestión de la cadena de suministro busca incrementar las interacciones entre los *stakeholders*, que viene desde los proveedores de materias primas hasta el consumidor.

Retomando la imagen presentada en un principio cuando se esquematizaba a la cadena de suministro, se muestra la forma en como se podrían aumentar dichas interacciones en la era digital.

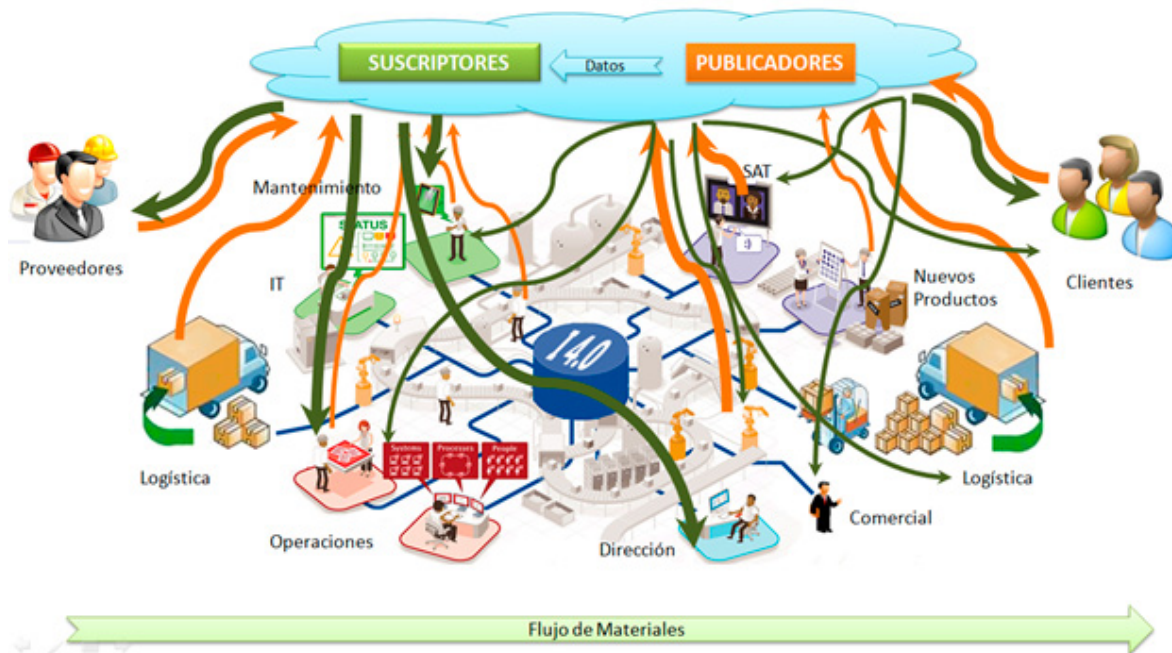


Ilustración 5: Esquema de interacciones en una cadena de suministro en la era digital

Es importante que las interacciones busquen mejorar los procesos a través de la comunicación, que tengan como objetivo la satisfacción del consumidor de acuerdo con sus necesidades y que las acciones que se generen sean basadas en datos. De tal forma que dicha cadena de suministro este sincronizada con información de todo el sistema.

Sin embargo, para lograr una cadena de suministro sincronizada no basta con realizar acciones aisladas, es necesario ir más allá y desarrollar una estrategia conjunta que aporte ventajas competitivas a todos los miembros para ello debe considerarse lo siguiente:

- Desarrollo de competencias propias que estén orientadas a los objetivos de la organización, en donde deberán buscarse recursos especializados que ayuden a hacer eficientes los procesos.
- Las competencias propias se deberán desarrollar contemplando la mejora continua de los procesos y la gestión total de la calidad.
- Gestión estratégica del precio, definiendo estrategias que permitan reducir el costo total de la cadena, esto se realiza mediante el trabajo colaborativo que deberá anteponerse a trasladar los flujos de un eslabón a otro.
- Intercambio de información eficiente, mediante la implantación de sistemas y tecnologías de información. Esta información deberá permitir el conocimiento total de las necesidades del consumidor.

- Gestión efectiva del flujo físico de transportes, contemplando temas relativos al costo del transporte, tiempo y rapidez en la respuesta en el desarrollo de estrategias relacionadas con la cadena de suministro.
- Valoración de resultados, definiendo indicadores claves de desempeño y mecanismos de valoración comunes y adecuados que permitan controlar de forma correcta los factores críticos de éxito, y encontrar aquellos atractores⁷ que llevarán al sistema al rango de operación deseado.

Principales Indicadores

Las diferentes variables con las que se define cuantitativamente el estado actual del sistema de inventario, ya sea calculado a costo o en piezas, se describen a continuación.

Combinación: Se refiere a la unidad individual del sistema en la cual se estarán registrando distintas variables a través del tiempo.

Instock: También conocido como nivel de abasto a un día, es el porcentaje de combinaciones que cuentan con mercancía suficiente para un día de venta. Se calcula con los faltantes en piso de venta a un día.

$$In\ stock = \frac{Existencias - Faltantes}{Existencias}$$

Fill Rate: Se refiere a la tasa de mercancía recibida, se cuantifica con la cantidad recibida contrastándola con la cantidad ordenada.

$$Fill\ Rate = \frac{Número\ de\ piezas\ recibidas}{Número\ de\ piezas\ ordenadas}$$

Forecast accuracy: Representa la exactitud del pronóstico contra la venta.

$$Forecast\ Accuracy = \frac{(Venta - Pronóstico)}{Venta} * 100$$

⁷ En los sistemas dinámicos, un atractor es un conjunto de valores numéricos hacia los cuales un sistema tiende a evolucionar, dada una gran variedad de condiciones iniciales en el sistema.

La importancia de la exactitud en el pronóstico radica en los recursos que se destinarán para cumplir la premisa de garantizar la mercancía en el tiempo correcto, en el lugar correcto en la cantidad adecuada.

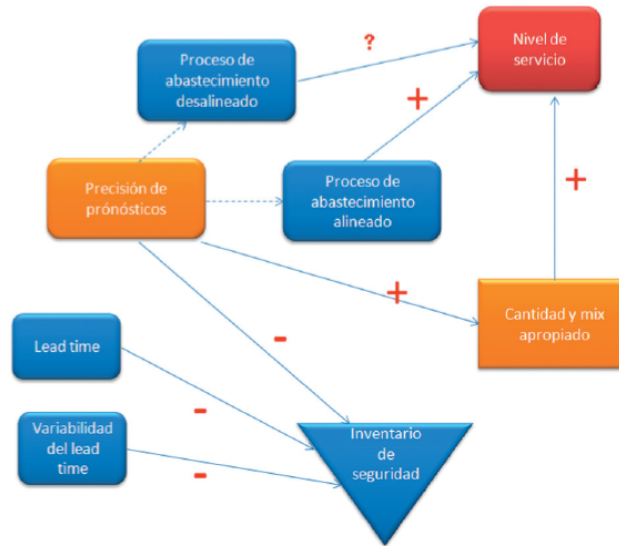


Ilustración 6: Diagrama de influencia de la exactitud del pronóstico de ventas (Torres-Rabello, 2015)⁸

Días de inventario: Representan el nivel de inventario que se tiene en distintos puntos de la cadena, para efectos del estudio solamente se tratarán los siguientes:

- Inventario en piso de venta (On hand⁹)

⁸ El diagrama tiene como intención identificar cómo beneficia un buen pronóstico de ventas a los procesos dentro de la organización, que van desde los inventarios de seguridad que se tienen de los productos, hasta el nivel de servicio que se tiene hacia el consumidor.

- Inventario de seguridad: Adicional a la disminución de los lead times o tiempos de entrega y a la reducción de la variabilidad de los mismos, otro de los factores que ayuda a reducir los inventarios de seguridad es la precisión de los pronósticos, ya que se estará comprando la mercancía necesaria y se estará minimizando el riesgo tanto de faltantes como de excedentes. Esto se traduce en beneficios en la utilidad de la empresa ya que al hacer más eficientes los inventarios se puede operar a un costo menor.
- Cantidad y surtido apropiado. Se refiere a que entre mayor sea la precisión de los pronósticos, se podrá contar con la mercancía en el momento indicado para que el consumidor pueda disponer de la misma, conforme a sus necesidades y de acuerdo con la variedad de productos que se requieren tener en existencia.
- Proceso de abastecimiento alineado: Si los métodos de planificación no se encuentran organizados conforme a una buena predicción, se tendrá incertidumbre que eventualmente se reflejará en niveles de servicio deficientes. Por otro lado, si se cuenta con una planeación aterrizada con pronósticos precisos, al consumidor se le podrá garantizar un buen nivel de servicio.

⁹ On hand: Hace referencia al inventario en piso de venta que está disponible el cliente.

- Inventario en almacén del proveedor (Producto terminado)
- Inventario de materia prima

La fórmula para el cálculo de los días de inventario está dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Días de inventario} = \left(\frac{\text{Inventario a evaluar}}{\text{Promedio de ventas semanal}} \right) * 7$$

Existe una relación entre los días de inventario en piso de venta y la rotación del artículo en el mismo. A mayor rotación menor será el inventario en piso de venta y viceversa.

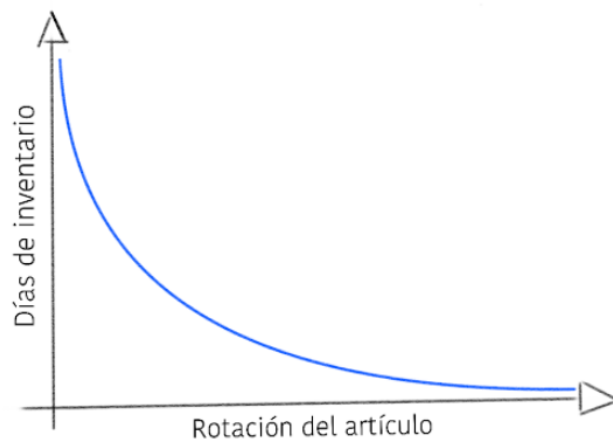


Ilustración 7: Días de inventario en función de la rotación. Elaboración propia

Dispersión del inventario (En piso de venta): Se refiere a la distribución del inventario medido en días de venta, cuantifica el porcentaje de combinaciones entre n y m días. En donde n es un valor mínimo y m es un valor máximo.

Entre mayor sea el porcentaje de combinaciones dentro de un rango previamente especificado, mayor será la eficiencia del inventario en piso de venta.

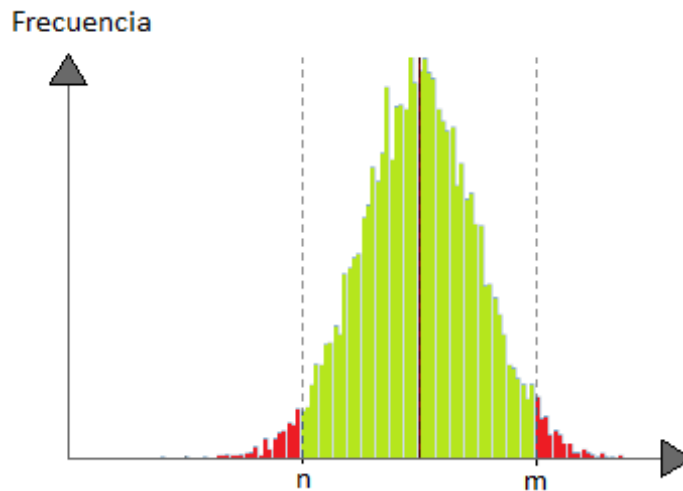


Ilustración 8: Dispersión de inventario, Elaboración Propia

Dada la subjetividad de los indicadores anteriores, se determinará si es necesario recurrir a instrumentos de medición más precisos que indiquen si el inventario se encuentra en sus niveles óptimos de acuerdo con la naturaleza de cada una de las categorías en la cual se encuentre catalogado.

Planeación

Como sistema dinámico complejo se establecen los criterios bajo los cuales se interviene en sistema. Se interviene al sistema de forma anticipada para lograr los resultados esperados del mismo. Para esto se definen las estructuras de planeación a diversos plazos que van desde el presente hasta los próximos 90 días y si así se requiere, un poco más dependiendo de los tiempos de entrega del o los proveedores.

A esto se le conoce como planeación 90-60-30, que fija los plazos en los horizontes de planeación en los cuales se ejecuten las acciones que permitan al sistema cumplir con los objetivos planteados.

Enfoque colaborativo CPFR

Es un modelo de trabajo que por sus siglas en inglés (Collaborative Planning Forecasting and Replenishment) busca unir esfuerzos entre proveedores y cadenas minoristas.

Los objetivos son los siguientes:

- Crear y robustecer el nivel de colaboración entre cadenas de autoservicio y proveedores.

- Responder a la demanda del consumidor mediante el entendimiento, la anticipación y un eficiente nivel de respuesta.
- Buscar eficiencias para la reducción de costos.
- Analizar los indicadores claves de desempeño que permitan un mejor entendimiento del comportamiento del mercado.
- Garantizar el abasto oportuno de la mercancía resurtible al consumidor en cantidades suficientes y de acuerdo con los objetivos establecidos.
- Buscar la gestión cooperativa del inventario a través de la visibilidad y reposición de productos a lo largo de la cadena de suministro.
- Contribuir en la planeación y satisfacción de las demandas de los consumidores finales a través de un sistema de información compartida entre los proveedores y las cadenas de suministro.

Lo anterior permite la continua actualización del inventario y futuras necesidades, haciendo que el proceso de extremo a extremo en la cadena de suministro sea más eficiente y con ello la disminución de gastos de comercialización, inventario, logística y transporte, a través de todos los socios comerciales.

Para esta planeación se cuenta con el análisis de Category Supply Associates,¹⁰ quienes a su vez trabajan coordinadamente con un recurso brindado por el proveedor, conocido simplemente como Analista CPFR.

El Analista CPFR es el encargado de establecer la relación con el consumidor en cuanto a temas de demanda se refiere, dicha información la ocupará dentro de su organización para ejecutar los planes establecidos por el consumidor en el horizonte de planeación 90-60-30. En la medida en la cual el analista comunique la información hacia el consumidor y dentro de su organización se ejecute un plan de aprovisionamiento y producción que permite garantizar las entregas y un abasto óptimo en piso de venta.

La idea de mantener una colaboración entre consumidor y proveedor surge de la necesidad de brindarle visibilidad a los stakeholders dentro de la cadena de suministro. Esto significa una reducción de inventarios en diversas partes de la cadena, por ejemplo, los almacenes del proveedor.

También se refleja en una planeación orientada al enfoque Justo a Tiempo en el cual haciendo uso de los pronósticos de la demanda se adopta un esquema *Make to order* (MTO) que podría reflejarse en disminución de inventarios de materias prima para el proveedor.

Al consumidor minorista se le refleja en un inventario reducido a cantidades indispensables, que le da la oportunidad de ocupar el capital financiero en nuevos proyectos en lugar de invertirlo en mercancía que no se desplaza en el corto plazo.

¹⁰ Category Supply Associates: Son los responsables del abasto de los artículos resurtibles.

Elasticidad de precio de la demanda

Los pronósticos de la demanda se pueden realizar mediante datos históricos, pero conocidos los factores que inciden en la decisión de compra del consumidor se debe prestar singular atención al comportamiento de la venta en función del precio

En el siguiente gráfico se muestra la información histórica de determinada marca de cloro en donde se puede observar el promedio de ventas históricas en función del precio histórico. En este caso, se ha ejecutado una regresión logarítmica que tiene como intención ajustar de mejor forma los puntos obtenidos con los datos históricos.

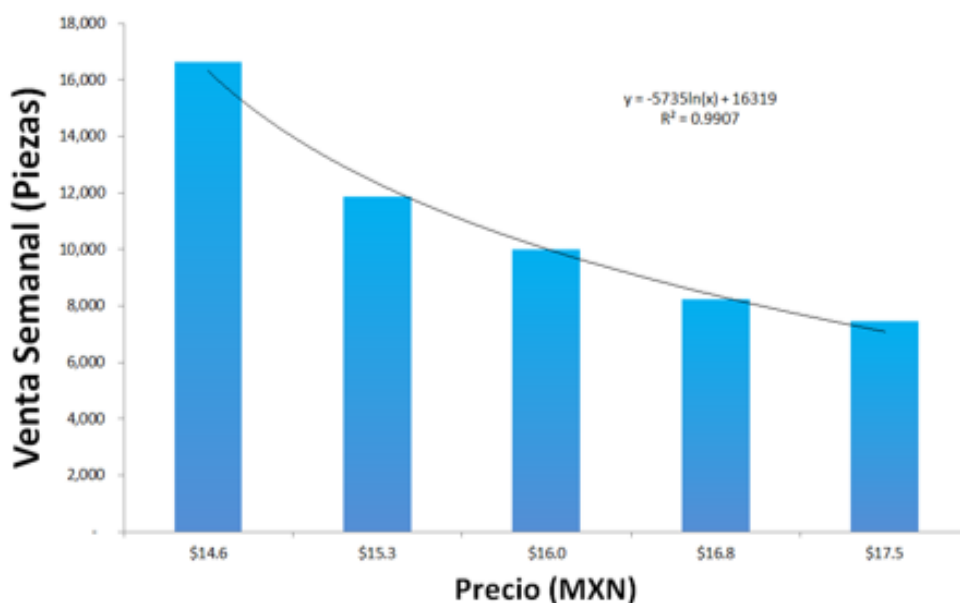


Ilustración 9: Venta vs precio de Cloro X, Elaboración propia

Análisis de datos

Los datos históricos pueden utilizarse para el análisis y construcción de pronósticos de venta. Se determina si los artículos son sensibles al precio o bien si registran una temporalidad, todo esto con la finalidad de ser más precisos en la construcción del pronóstico y lograr una exactitud del mismo que se refleje en la información de entrada necesaria para que el sistema de reposición que trabaja bajo un enfoque Justo a tiempo funcione de manera óptima.

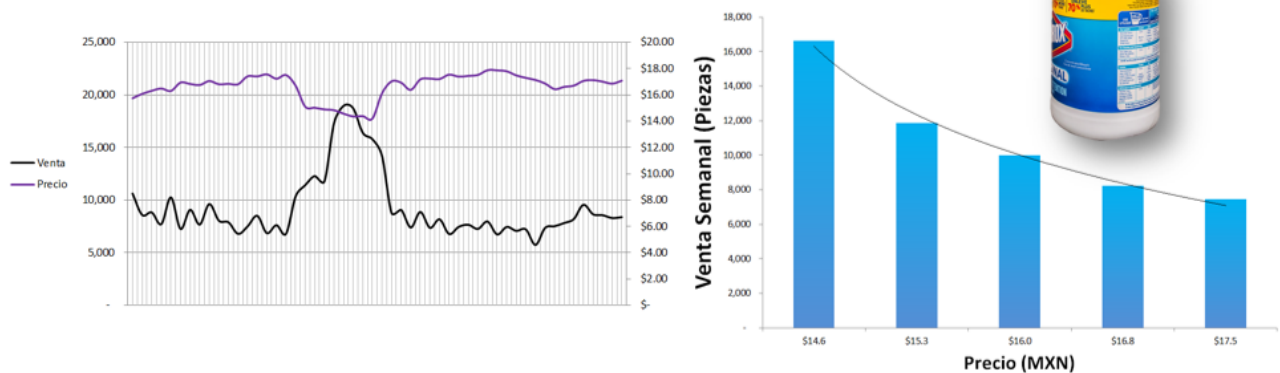


Ilustración 10: Histórico de Venta vs Precio de Cloro X, Elaboración propia

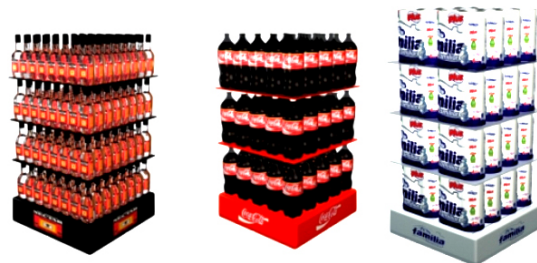
Adicional a esto, se debe determinar de acuerdo con la estrategia promovida por el área comercial, la cantidad de mercancía que debe haber en las tiendas con la finalidad de tener suficiente mercancía en piso de venta sin que esto represente elevados costos de operación o como se mencionaba antes, un exceso de inventario que represente tener el capital financiero detenido en las exhibiciones de mercancía y que disminuya el margen de beneficios en los resultados financieros.

Minimización de días de inventario

Una exhibición es aquel volumen de artículos que se promocionan en pasillos dentro de las tiendas físicas, este volumen es adicional a la mercancía cargada en los modulares, que son los estantes de donde el consumidor toma los artículos.



Modular



Exhibición

Ilustración 11: Diferencia entre modular y exhibición, Elaboración propia

La carga de exhibiciones debe ir alineada a la estrategia de mantener inventarios bajos, minimizando también el riesgo de pérdida de venta por falta de mercancía.

Con este principio se mandan hacia las tiendas volúmenes de inventario de acuerdo con los siguientes enfoques:

- *Push*: Este enfoque es cuando se introduce nuevo producto o una promoción al mercado y esta a su vez es impulsada por el equipo comercial, dado que no existe demanda en un inicio. Ejemplo: Nuevos dispositivos electrónicos, moda, películas etcétera
- *Pull*: Es cuando se tienen productos de línea o resurtibles con una demanda constante y se requiere asegurar la disponibilidad dado que el mercado requiere que se le suministre. Ejemplo: Jabón, pasta dental, azúcar.

Generalmente los volúmenes de mercancía están alineados a la estrategia comercial para determinado grupo de artículos que requerirá exhibirse en grandes cantidades y tal vez hacer uso de equipos de promotoría¹¹. Sin que lo anterior represente altos riesgos para el inventario.

Pronósticos de compra

Una vez definidas aquellas estrategias que permitan garantizar inventarios de acuerdo con niveles previamente establecidos, se genera un pronóstico de compra con horizonte a 28 días mismo que se crea a partir de información actualizada y los pronósticos de venta en el futuro a corto plazo. Dicha información le brinda a los proveedores un estimado de la compra para que puedan planear su producción y/o inventarios en sus diferentes centros de distribución para garantizar entregas a tiempo bajo el esquema OTIF (On time – in full).

Además de compartir el pronóstico de compra a 28 días, se planea internamente el flujo en los centros de distribución de la cadena minorista, es importante compartir la cantidad de cajas a fluir de las semanas subsecuentes con la finalidad de que la red de distribución y transporte no genere retrasos en la cadena o resulte en costos de operación en altos.

El flujo en la cadena depende de la velocidad con la que se desplace la mercancía y por lo regular, el centro de distribución opera como un reductor de velocidad en el flujo. Por lo que es de vital importancia mantener la infraestructura y el capital

¹¹ Promotoría: Es un servicio que brinda un tercero en el piso de ventas de la operadora minorista, es financiado por el proveedor para impulsar la venta de sus artículos

humano en una relación capacidad-necesidad adecuada que permita adaptar la capacidad a la necesidad de mover cajas.

Eficiencias Logísticas

La necesidad de buscar eficiencias logísticas es un esfuerzo que busca minimizar los costos tanto para proveedores como para los consumidores minoristas, por un lado, el proveedor puede asegurar la rentabilidad de sus productos y por otro, el consumidor reduce el costo de oportunidad por ineficiencias en la cadena.

Existen múltiples proyectos que buscan minimizar el envío de mercancía desde proveedor a centros de distribución. Uno de ellos es la optimización de carga de transportes o TLO por sus siglas en inglés el cual busca reducir los espacios vacíos en los transportes y siempre mantener pedidos cuadrados a transportes con la finalidad de no mandar cajas en transportes que pudieran representar un alto costo en proporción con la cantidad de cajas a enviar.

Lo anterior repercute en el proveedor en la disminución de movimientos de mercancía en los almacenes y costos asociados a la generación de citas con los centros de distribución, también representa una disminución en los andenes ocupados para la carga o descarga. Ya sea en el punto de origen o destino, se consolida la carga por destino y por supuesto, impactando de manera benéfica en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para el consumidor minorista, implica una disminución en los tiempos estándares del proceso de recepción en los centros de distribución, una disminución en los movimientos en los mismos y un incremento en los niveles de fill rate.

Evaluación de desempeño en venta

Al tratarse de un sistema dinámico complejo, la realimentación resulta un factor fundamental para lograr los objetivos de este. Se evalúan los resultados obtenidos y en la medida de la posible se ajusta al sistema para llevarlo al estado deseado considerando los retrasos y los costos de tomar ciertas decisiones.

Dichas decisiones se reflejan en acciones que buscan ajustar al sistema y mantenerlo oscilando en un rango aceptable de acuerdo con las variables de control.

Los accionables se realizan de acuerdo con el plan 90 60 30, evaluando los datos y apegándose a las restricciones que obligan a mantener los días de inventario al mínimo sin poner en riesgo la venta. Y reingresan al ciclo de carga, comunicación de volúmenes de compra y su consideración en el flujo.

Los procesos anteriores, en conjunto con otros más que intervienen en el proceso de compra -venta de artículos deben repercutir en dos situaciones, la reducción de

inventarios en on hand, y la maximización de la utilidad. Lo cual contribuye a la cadena minorista a mantener costos bajos que se reflejen en la satisfacción del consumidor.

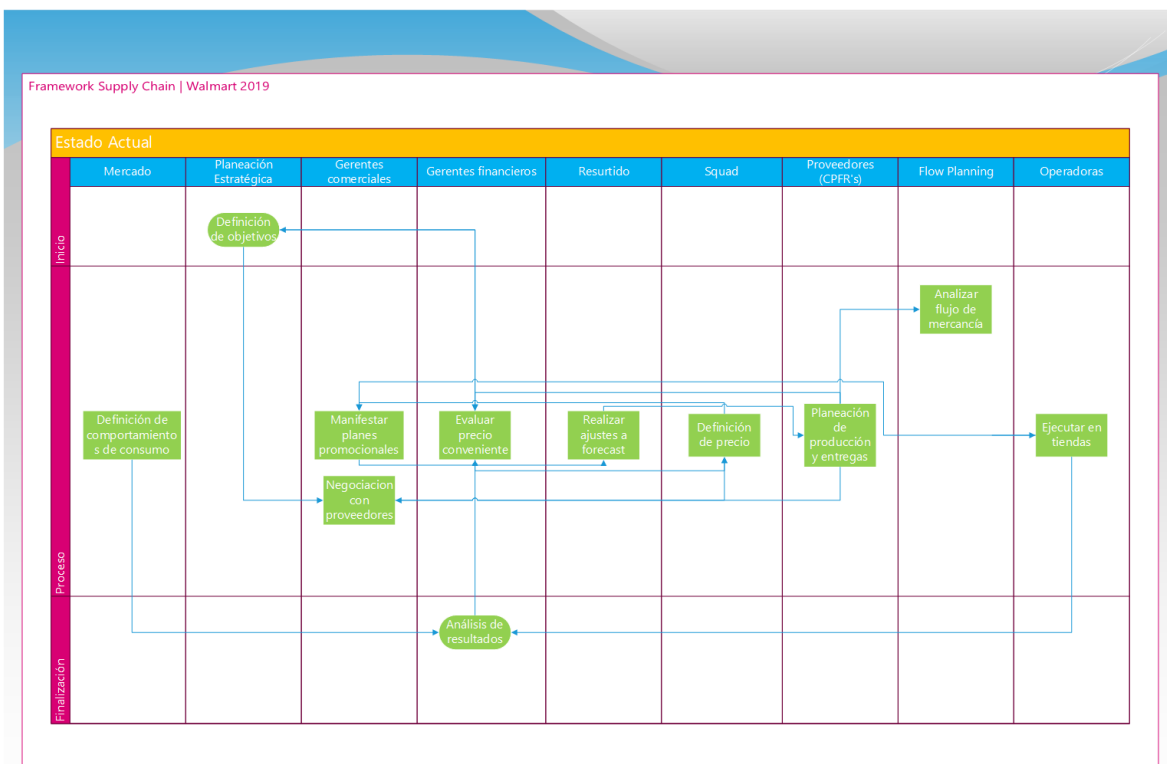


Ilustración 12: Proceso de planeación actual. Elaboración propia

Capítulo III: Marco metodológico

Tipo de la investigación y diseño:

Se trata de una investigación de tipo mixto, en donde se estudian características cuantitativas y cualitativas de la cadena de suministro.

Se trata de una investigación exploratoria dado que busca generar escenarios en los cuales se pueda evaluar el comportamiento del sistema en las diferentes partes de la cadena de suministro tanto como en una situación actual en donde se ve un sistema compuesto por segmentos como en un estado deseado que vea al sistema de forma holística.

Se estudia la forma actual de trabajo en los nodos en los cuales no se interactúa con aquellos que inciden de forma relativamente mayor a los resultados obtenidos en el sistema.

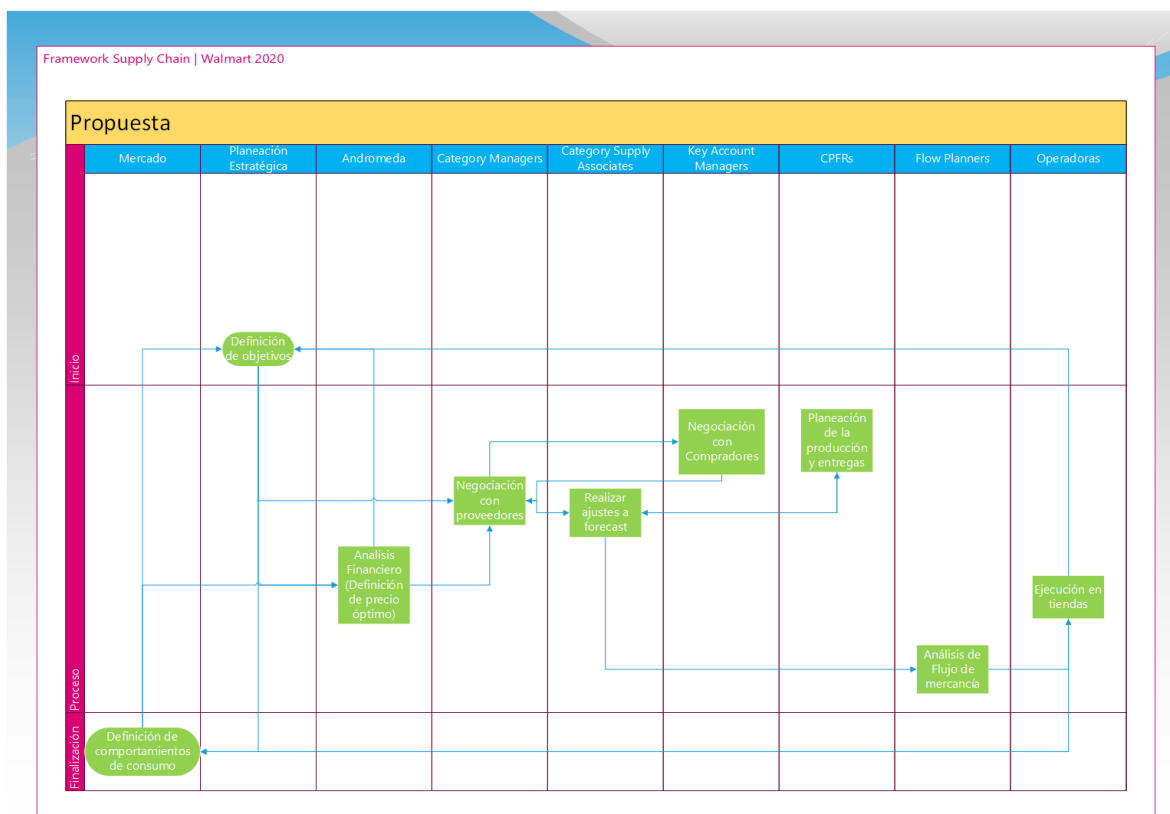


Ilustración 13: Proceso de planeación actual. Elaboración propia

A diferencia del proceso actual, con esta propuesta se busca promover la planeación al incentivar la planeación de los suministros en función de los comportamientos del consumidor.

Junto con el comportamiento observado del consumidor y los objetivos de la compañía se define cual es el mejor escenario que conviene adoptar para maximizar las ganancias.

Dicho análisis requiere un enfoque financiero que permita conocer cuál es el precio que genera la mayor utilidad posible o bien, los niveles de venta que ayuden a promover el tráfico en las tiendas ¹²y con esto se incentive la venta de otros bienes.

Una vez establecidas las estrategias comerciales que mejor convienen, se precede a negociar los precios futuros con los proveedores. En el entendido de que los precios ejecutados pudieran modificarse para reaccionar a la competencia, la mayor

¹² Tráfico en tienda: Se refiere a incentivar la venta de determinados artículos que si bien no generan utilidad en el negocio, promueven la venta de otros. Por ejemplo, Frutas y verduras, en donde los márgenes de utilidad de algunos artículos pueden ser negativos, pero sin la venta de estos los consumidores no asistirían a las tiendas y dejarían de comprar aquellos en donde si existe utilidad que le permite a la compañía generar ganancias a total autoservicios.

parte de los precios planeados deberían efectuarse dado que con los análisis de ventas buscan pronosticar el comportamiento de los consumidores.

Una vez pactados o ajustados los precios se cargan las estrategias en el sistema de supply chain

¿Qué aportación se espera?

Se busca generar un modelo de simulación que escenifique los resultados de la aplicación de distintas políticas en las cuales la idea es minimizar el riesgo por un mal manejo de inventarios el cual busca minimizar el riesgo de pérdida de ventas y otras implicaciones.

Se pretende buscar un equilibrio entre el costo de oportunidad, generado por una baja inversión en los inventarios y el costo de mantener el inventario que implica hacer grandes inversiones de capital financiero. Lo cual se representa en la siguiente ilustración:

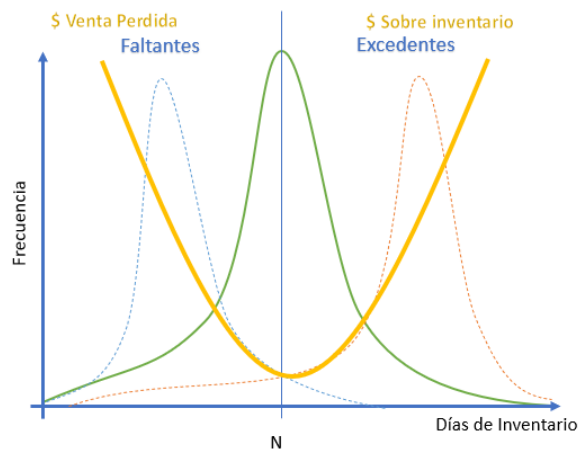


Ilustración 14: Optimización de días de inventarios, Elaboración propia

Se busca generar el esquema de un sistema que mediante el uso de herramientas de análisis y una interfaz visual ayude a la toma de decisiones de acuerdo con acciones encaminadas a buscar resultados óptimos. Lo anterior con la finalidad de tener un proceso de selección de políticas que hagan sentido para la mayoría de los *stakeholders* de la cadena de suministro.

Para el planteamiento del problema cualitativo fijan los objetivos, los cuales son las guías de estudio. En este caso se refiere a los KPIs, en dónde se evalúan los beneficios de mantener al sistema en los rangos de operación.

El proyecto de investigación de la gestión y simulación de la cadena de suministro de una red de autoservicios surgió de una fuente de experiencias laborales y conversaciones con personas relacionadas con la venta al detalle, jefes y proveedores.

Se busca un acercamiento a la realidad que es objetiva en aspectos cuantitativos como las ventas y en aspectos subjetivos en enfoques cuantitativos, se necesita a ver la realidad desde diferentes enfoques, como el comercial, operativo, financiero y estratégico.

El enfoque se acerca a una realidad que permite generar interrogantes sobre qué actividades realmente le agregan valor a la cadena de suministro, y en qué puntos de esta se genera o pierde rentabilidad para el negocio en conjunto.

Se enfrenta a tendencias del mercado para los próximos años. En un horizonte de corto, mediano y largo plazo.

Capítulo IV: Desarrollo de la investigación

Introducción

Este modelo tiene como finalidad esquematizar en una simulación los elementos y procesos de la cadena de suministro de una red de autoservicios revisados en el capítulo del marco teórico conceptual.

El software que se utilizó fue anylogic, la cadena de suministro se modeló como un sistema dinámico tomando en cuenta la siguiente estructura básica:

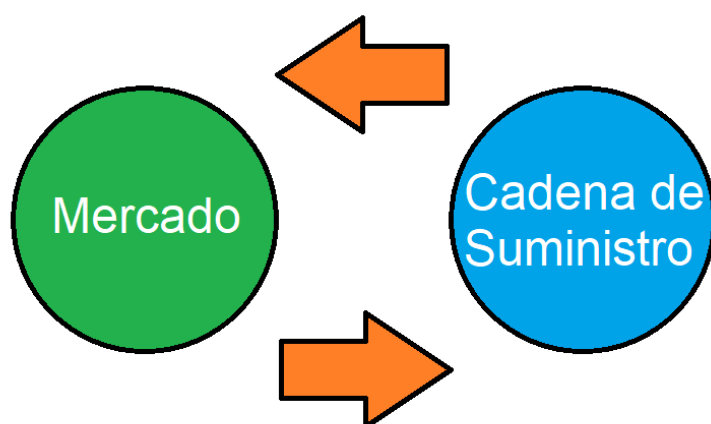


Ilustración 15: Estructura básica de la interacción entre cadena de suministro y mercado

La ilustración anterior tiene como intención ejemplificar las interacciones que existen entre la cadena de suministro y el mercado al cual atiende. En donde las intervenciones que se hagan de cualquiera de los lados afectarán los indicadores del mismo.

La idea principal de la simulación es visualizar cómo las variables independientes afectan a la cadena de suministro y al mercado.

Dichas variables independientes se enlistan a continuación:

Variables del mercado:

De acuerdo con un estudio de mercado realizado en 2017 y citado anteriormente, se sabe que los principales factores que inciden en la decisión de compra del consumidor son las siguientes:

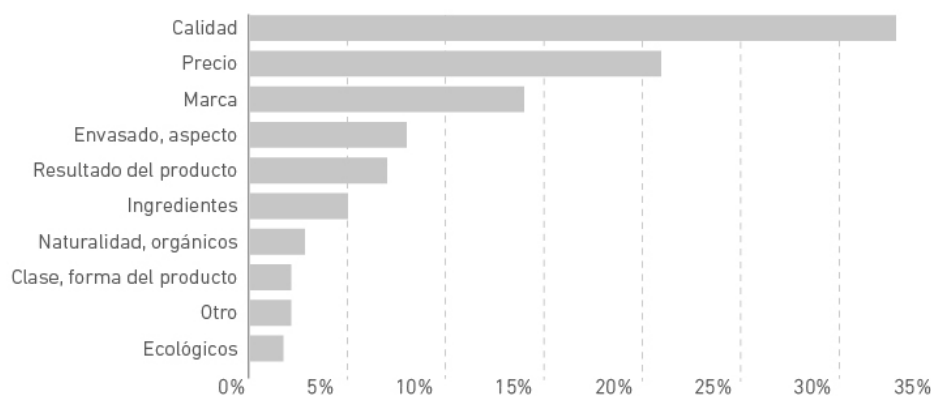


Ilustración 16: Principales factores que inciden en la decisión de compra. Fuente: Departamento de investigación Merca2.0/ Estudio de Packaging 2017

Con la información anterior se generan las constantes de ponderación, las cuales representan la importancia que le da el consumidor al momento de estar frente al anaquel.

Aspecto	Constante de Ponderación	Valor de la constante
Calidad	C1	0.33
Precio	C2	0.22
Marca	C3	0.14
Envasado	C4	0.09
Resultado	C5	0.08
Ingredientes	C6	0.05
Orgánicos	C7	0.03
Clase/forma	C8	0.02
Otro	C9	0.02
Ecológico	C10	0.02
	TOTAL	1.00

La decisión de compra estará basada con los aspectos anteriores, y el consumidor valorará la compra del artículo basado en su experiencia previa con el artículo y/o comentarios de este de acuerdo con una evaluación hecha de forma tácita.

El consumidor realiza un juicio de valor de forma cualitativa, sin embargo, para efectos del modelado, dichas valoraciones dadas por el usuario del producto se representaron en el modelo de forma cuantitativa mediante el siguiente sistema de clasificación.

Aspecto	Constante de ponderación	Comportamiento	Valor
Calidad	C1	A mayor valor de calidad, mayor evaluación.	V = calidad
Precio	C2	A menor valor de precio, mayor evaluación.	V = -precio
Marca	C3	A mayor valor de marca, mayor evaluación.	V = marca
Envasado	C4	A mayor valor de envasado, mayor evaluación.	V = envasado
Resultado	C5	A mayor valor de resultado, mayor evaluación.	V = resultado
Ingredientes	C6	A mayor valor de ingredientes, mayor evaluación.	V = ingredientes
Orgánicos	C7	A mayor valor de aspectos orgánicos, mayor evaluación.	V = aspectos orgánicos
Clase/forma	C8	A mayor valor de clase o forma, mayor evaluación.	V = clase o forma
Otro	C9	A mayor valor de otros factores, mayor evaluación.	V = otros factores
Ecológico	C10	A mayor valor de aspectos ecológicos, mayor evaluación.	V = aspectos ecológicos

Dentro de este sistema de clasificación, cada uno de los puntos evaluados por el consumidor se transformaron en valores que van desde 0 hasta 1; 0 cuando la valoración no es nada favorable para el aspecto y 1 cuando la valoración es muy favorable.

Nada Favorable Muy Favorable
(0) (1)

Con lo anterior se propone una fórmula que ayuda a describir el potencial de venta que tiene un artículo una vez mostrado en el anaquel. La cual en síntesis se compone del producto punto entre las constantes de ponderación y el valor cuantitativo de cada una de ellas.

$$\text{Potencial de Venta} = C_i \cdot V_i$$

Finalmente, el potencial de venta se multiplica por la disponibilidad de piezas en los anaqueles de las tiendas con la variable definida como In-Stock.

Partiendo de que tres artículos compiten libremente en el mercado definido por un universo de “n” consumidores, la forma en como se reparten la participación de mercado se encontró en función de las cualidades que logran cubrir para el consumidor.

En la medida en que cubrieron las expectativas de los consumidores, aspiran a tener mayor cuota de mercado, por lo que la participación de mercado que ganen se les resta a los otros dos competidores.

Lo anterior se representa con el siguiente esquema:

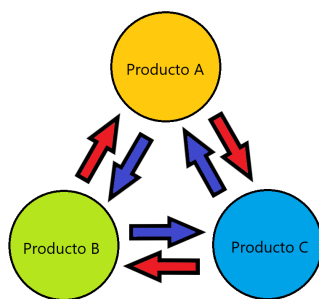


Ilustración 17: Participación de mercado entre tres artículos

Una vez que los consumidores adquieren los productos, pasa determinado tiempo hasta vuelven a convertirse en consumidores potenciales y el ciclo se repite.

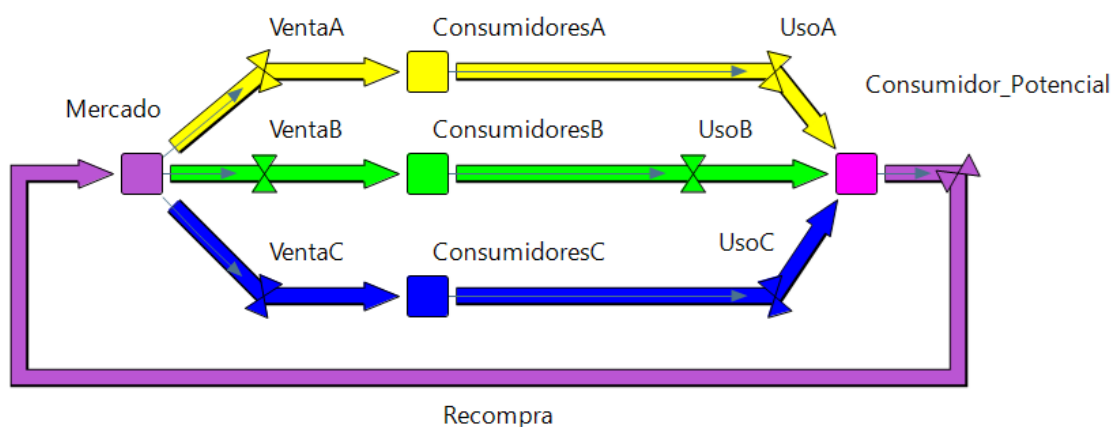


Ilustración 18: Diagrama de dinámica de sistema del mercado

Desarrollo

Factores que inciden en la decisión de compra

Dentro de la simulación, se colocó un panel en el cual se pueden ir modificando los valores de cada aspecto con los respectivos controles deslizantes de acuerdo con cada producto-aspecto.

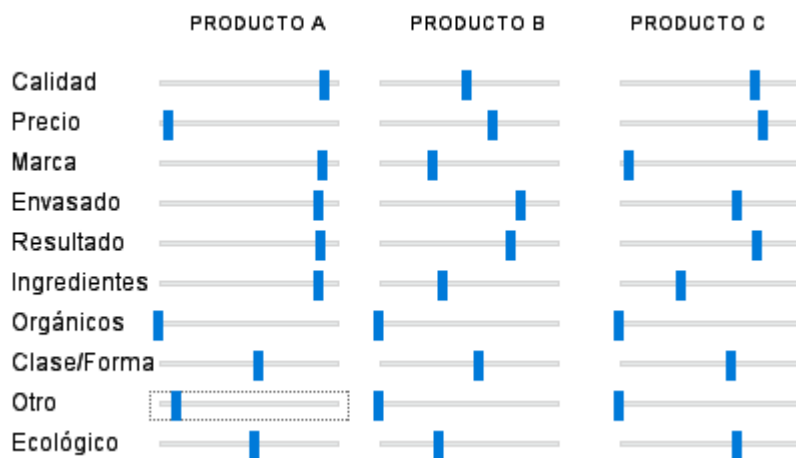


Ilustración 19: Panel de modificación de variables en AnyLogic

En el mismo panel, en la parte inferior se colocó también un grupo de controles deslizantes, el cual tiene como intención modificar el % de entregas mínimo al cual se está comprometiendo un proveedor.



Ilustración 20: Control deslizante de variable de % de entregas en Anylogic

El efecto de modificar los controles deslizantes de porcentaje de entregas se puede visualizar del lado derecho del panel de control.

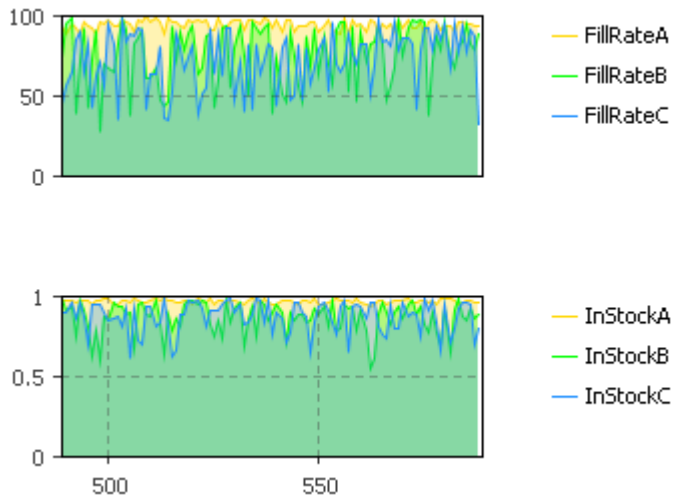


Ilustración 21: Gráfica de simulación de Fill Rate e In stock a través del tiempo en Anylogic

Como se puede observar son dos gráficos. El primero corresponde al porcentaje de entregas de cada uno de los proveedores de los respectivos productos. Cuando se modifica el porcentaje de entregas, el porcentaje de existencia de los productos en el punto de venta en consecuencia también se modifica.

El porcentaje de entregas afecta de manera directamente proporcional al porcentaje de existencias en el punto de venta.

En la simulación también se puede observar un *dashboard* que indica el comportamiento de la venta.

Tanto en piezas vendidas por unidad de tiempo, como su respectiva participación

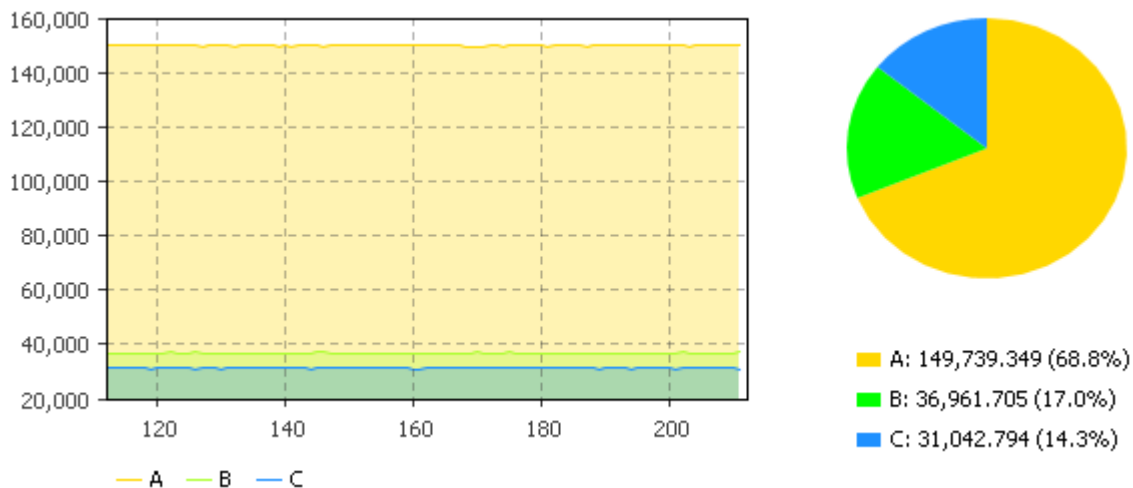


Ilustración 22: Gráficas de participación de mercado en piezas por periodo y porcentaje

Con este contexto, si en la simulación se llega a modificar alguno de los parámetros, el resultado se refleja en las gráficas antes mencionadas.

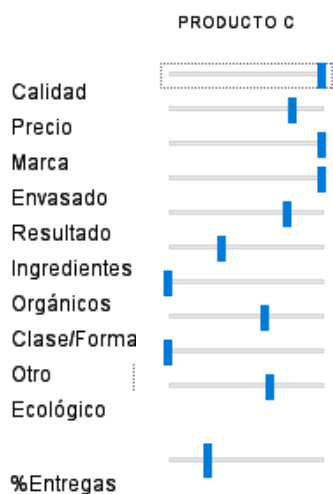
Ejemplo: El proveedor del artículo C es quien menor porcentaje de participación de ventas tiene (14.3%)

Si se modifican al alza las variables que definen la venta, por lo tanto el consumidor está en mejor disposición de optar por la compra de dicho artículo.

A continuación, se presentan los valores que tiene el artículo C en cada uno de los aspectos con los que el consumidor toma la decisión de compra



Ilustración 23: Representación de modificación de variables de decisión de compra



Al momento de intervenir los valores de Calidad, Marca y Envasado se obtiene un incremento en ventas por cerca de 11,147 adicionales por unidad de tiempo. que da como resultado un aumento en el porcentaje de participación, pasando de un 14.3% a un 19.2%

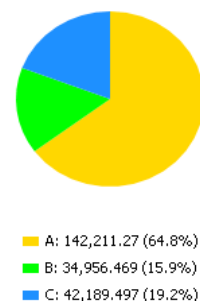
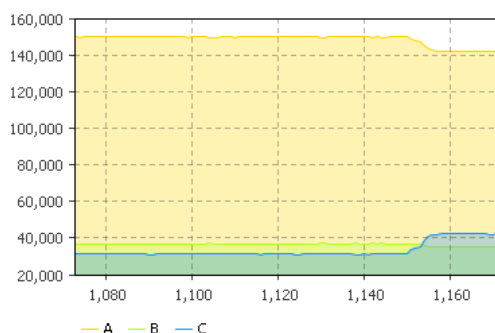


Ilustración 24: Resultado de modificación de variables de decisión de compra en el mercado

De la misma forma, si se modifica el porcentaje de entregas, se refleja en mejor disponibilidad del producto en el piso de ventas o instock.

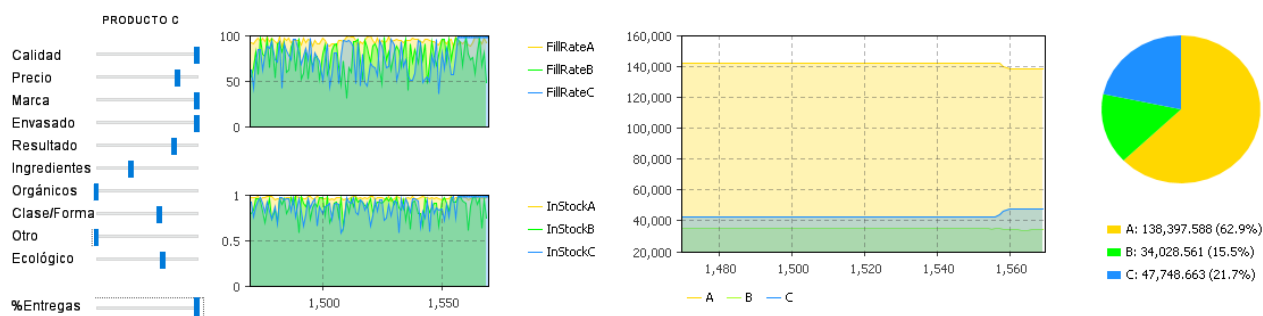


Ilustración 25: Resultado de modificación de % de entregas en la participación de mercado

Finalmente, supóngase que se decide bajar el precio del artículo

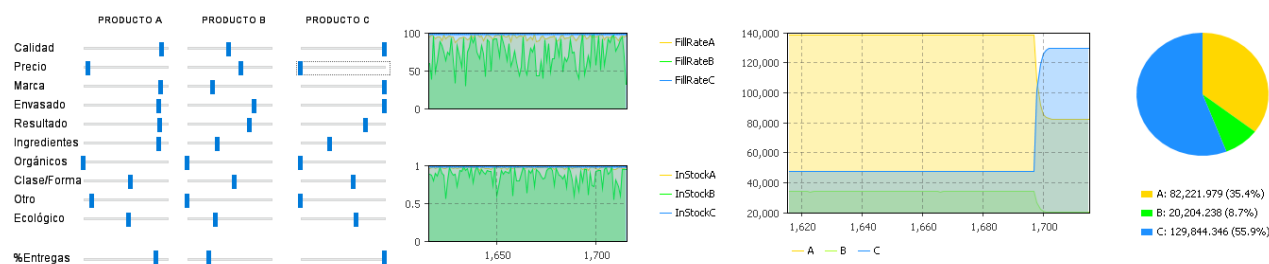


Ilustración 26: Resultado de modificación de precio en la participación de mercado

Como se puede observar en este ejemplo, se pueden ir modificando los valores de un artículo para incrementar o disminuir el potencial de venta, lo que se refleja en la afectación al resto de los artículos, es decir si un artículo comienza a vender más, los otros dos ítems sufren también una afectación resultando en diferentes participaciones de mercado en función de las características que busca el consumidor.

Factores que inciden en los inventarios:

En este modelo, se están considerando tres artículos de distintos proveedores, cada uno de estos artículos se produce en plantas diferentes. En cada una de las cuales se tiene como objetivo la minimización de mantener los costos al mínimo.

Dentro del modelo se consideró el costo de mantener el inventario, que a su vez es agregado al costo de producir de tal forma que conociendo la demanda, se puede calcular también la cantidad óptima de inventario a mantener de acuerdo con un modelo EOQ*,

En el primer punto de la cadena, el Proveedor A se alimenta de tres distintos proveedores de Materias primas, Denominados Vendor1, Vendor2 y Vendor 3

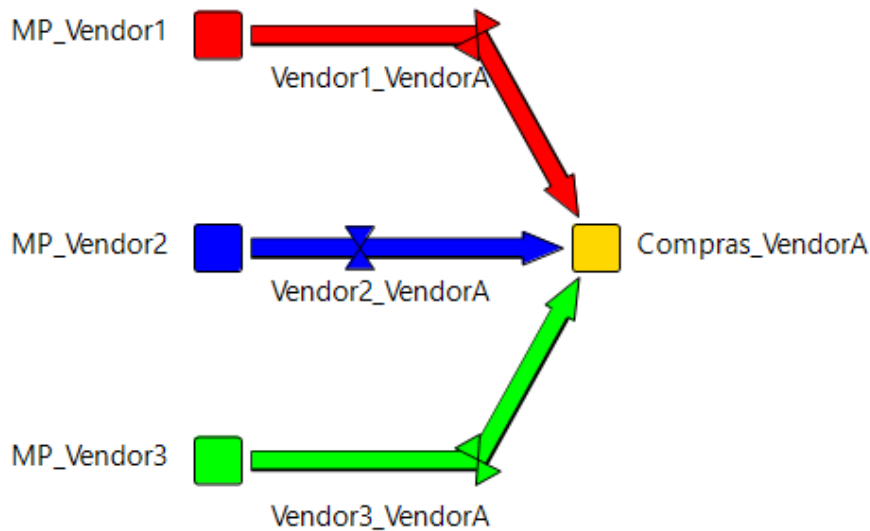


Ilustración 27: Diagrama de dinámica de sistema del proceso de compras de un artículo de un proveedor

El nodo denominado Compras_VendorA, corresponde al stock de Materia prima del Proveedor A, una vez que se ha abastecido de cada uno de los proveedores de materia Prima.

Cabe mencionar que el Producto A se conforma de sus tres componentes en la siguiente proporción:

Materia Prima	Proporción en el Producto Terminado
A	50%
B	25%
C	25%

Tabla 1: Proporción de materia prima en producto terminado

Una vez que la materia prima se encuentra en el stock del Proveedor A, se procede con el proceso Productivo, el cual dependerá de dos variables:

La capacidad de producción instalada, y la eficiencia con la cual produce, por lo tanto; las unidades correspondientes a las cuales se les agregará valor en esta etapa del proceso productivo se pueden expresar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Producción_VendorA} = (\text{CapacidadInstaladaA} * \text{EficienciaProcesosProdA})$$

Hasta este momento, el diagrama se vería de la siguiente forma:

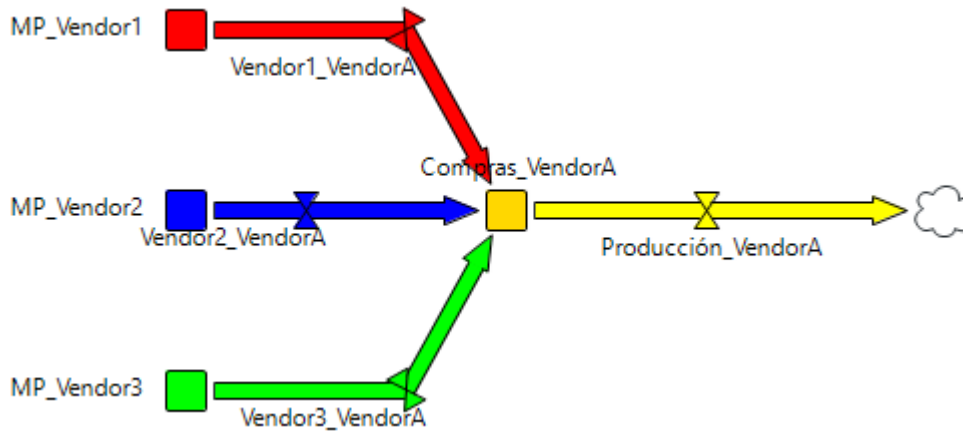


Ilustración 28: Diagrama de dinámica de sistema del proceso de compras y producción de un artículo de un proveedor

Una vez producidas las unidades, el proveedor A almacena el producto terminado en su centro de distribución, las cuales son entregadas con el minorista. A este proceso se le denomina Logística_VendorA, y de la misma forma en como las piezas se producen, para este proceso se tienen a su vez las variables de Capacidad Logística y Eficiencia logística, las cuales definen que tanto producto llega al consumidor minorista, con estos puntos, el diagrama se ve de la siguiente forma:

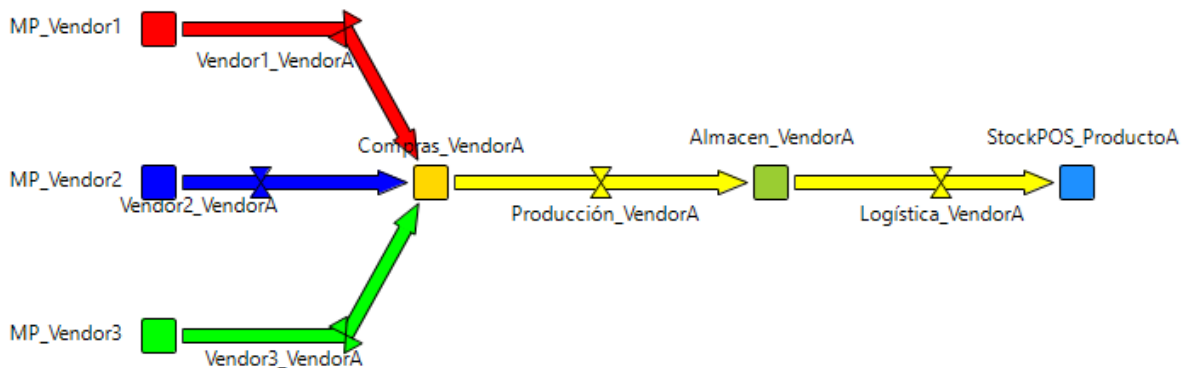


Ilustración 29: Diagrama de dinámica de sistema del proceso de compras, producción y logística de un artículo de un proveedor

Con lo anterior, se puede definir a la cantidad en las tiendas del minorista como StockPOS_ProductoA, y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{StockPOS_ProductoA} = (\text{CapacidadLogisticaProdA} * \text{EficienciaLogisticaProdA})$$

Una vez que se cuenta con las piezas en los anaqueles del minorista, el mercado define las piezas que consume de acuerdo con las variables expuestas anteriormente en este trabajo.

El diagrama se ve de la siguiente forma:

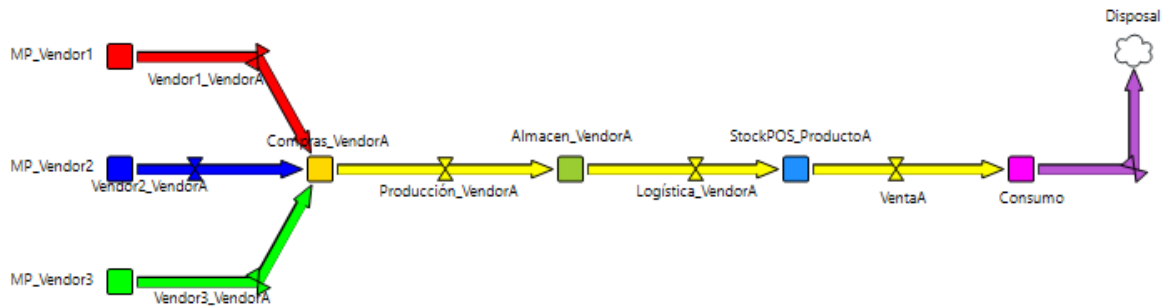


Ilustración 30: Diagrama de dinámica de sistema del proceso de compras y producción, logística y consumo de un artículo de un proveedor

El proceso concluye cuando se efectúa la venta del artículo y pasa a manos del consumidor, el cual una vez finalizada la vida útil del producto lo desecha, convirtiéndose el consumidor en un nuevo consumidor potencial y regresando al inicio del ciclo en donde tomará la decisión de compra basado en los factores definidos previamente.

Simulación de la cadena de suministro:

Adicional a los nodos y flujos que se presentaron en el capítulo anterior, se agregaron en la simulación variables que inciden en cada uno de los procesos, se describen a continuación:

Variables que afectan en los procesos de compras de materia prima:

Este nodo de la cadena de suministro se refiere a materias primas que requieren un procesamiento y agregación de valor para posteriormente convertirse en el producto A. Se refiere a materiales para realizar operaciones primarias y este inventario se encontrará ahí como protección para posibles fluctuaciones de la demanda. (Zandin, 2008)

La demanda es una de las variables principales para saber qué tanto abastecerse. Esta a su vez, debe ser lo más precisa posible para evitar fluctuaciones en el inventario. Es aquí cuando resulta importante retomar la importancia del Forecast accuracy descrito en capítulos anteriores. Adicionalmente, resulta significativo conocer la forma en cómo se están satisfaciendo las necesidades del consumidor de acuerdo con los factores que inciden en la decisión de compra.

De forma alterna se está considerando un factor fundamental, que, si bien no forma parte del flujo de materiales, está integrado en el flujo financiero, y se refiere a la liquidez del Productor, que se describe a la capacidad del proveedor para cumplir con sus obligaciones de pago en el corto plazo. (Garrido Martos, 2009)

Dicha capacidad de pago es importante para que pueda cubrir sus compromisos con sus acreedores, ya que de lo contrario puede incurrir en riesgos crediticios que

no le permitirían satisfacer sus necesidades para producir, distribuir, entregar y generar los flujos de efectivo necesarios para la operación.

Ambas variables descritas previamente, se presentan en el flujo de AnyLogic®. La forma en como inciden en el stock de cada materia prima que tiene el consumidor está definido en el archivo de la siguiente forma:

$$\text{Stock De Materia Prima 1} = \text{NecesidadCompraVendor1} * \text{Liquidez}$$

A su vez, la cantidad de materia prima está en función de la Proporción en el Producto Terminado, descrito anteriormente.

En conjunto, el Stock de materias primas, contenido en el nodo ComprasVendorA, se ve de la siguiente forma:

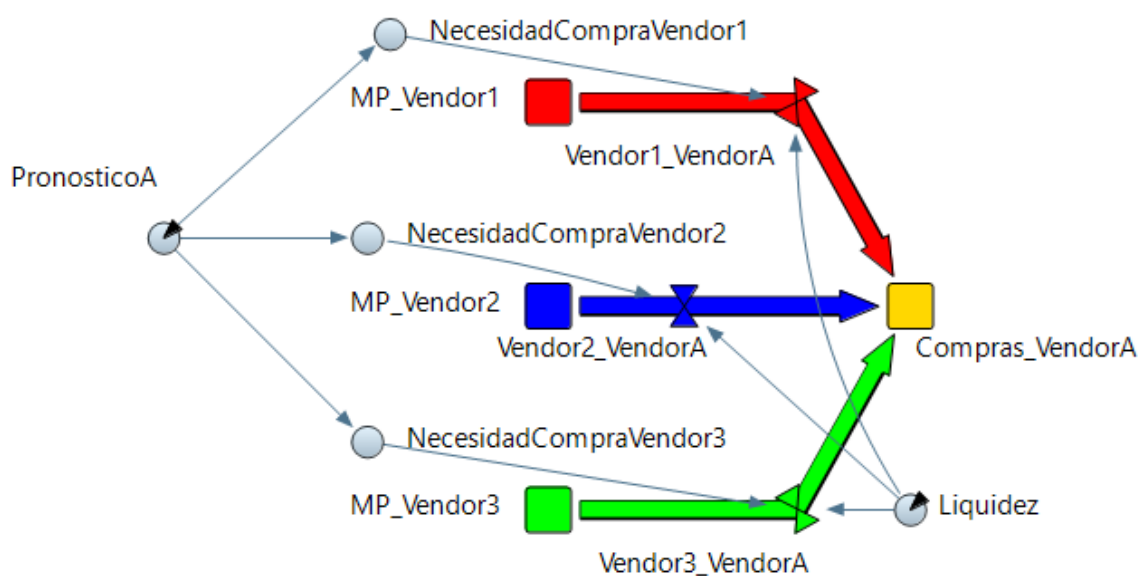


Ilustración 31. Diagrama de dinámica de sistema del proceso de compras de un artículo de un proveedor afectado por la liquidez y los pronósticos de la demanda.

Variables que afectan en los procesos de producción:

Una vez que se cuenta con un stock de materias primas, se procede al proceso productivo, en donde a las materias primas en conjunto se les agregará valor, dentro de este flujo se encuentra el inventario en existencia y que a su vez, es una protección contra la variabilidad.

En este caso se están considerando dos factores:

El primero se refiere a la capacidad instalada que tiene la compañía, que en este caso se refiere al número de máquinas que tiene disponibles para su utilización durante determinado tiempo y que en este caso se ocupa para fabricar únicamente el artículo en cuestión.

La segunda variable que se está considerando, se refiere a la eficiencia en sus procesos productivos. Es decir, qué porcentaje de los insumos logran convertirse en conformidades respecto a las no inconformidades.¹³

La fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$\text{Producción_VendorA} = \text{CapacidadInstaladaA} * \text{EficienciaProcesosProdA}$$

Y el proceso de transformación de materia prima a producto terminado queda representado de la siguiente manera:

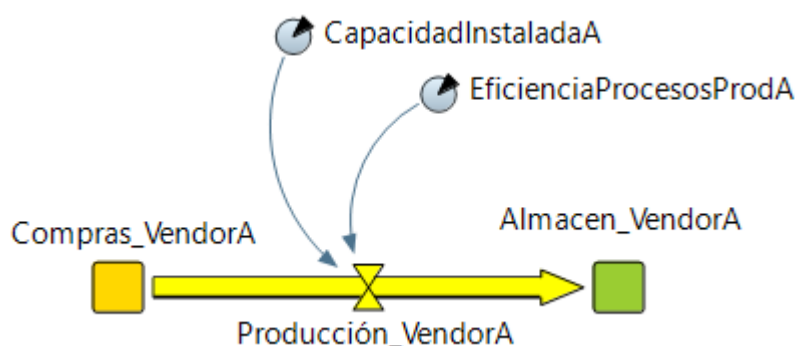


Ilustración 32: Diagrama de dinámica de sistema del proceso de producción de un proveedor afectado por la capacidad instalada y la eficiencia en procesos productivos

Variables que afectan en los procesos de logística y distribución:

Para efectos de la simulación, se ha considerado un proceso en el cual se colocan en tránsito hacia los diferentes centros de distribución del consumidor, para que este a su vez lo distribuya hacia las tiendas de su red y lo coloque en el punto de venta, en donde se ejecutan las transacciones con el consumidor.

Al igual que en los nodos anteriores, el volumen a desplazar estará en función de otras variables que pueden disminuir la efectividad de la cadena de suministro.

En este caso se habla de la capacidad logística, que se refiere al potencial para poder fluir la mercancía desde los almacenes del productor hacia los centros de

¹³ En gestión de la calidad, una inconformidad (también conocido como un defecto) es una desviación de una especificación, un estándar o una expectativa. Las no conformidades se clasifican como crítico, mayores o menores

distribución del consumidor, y este a su vez hacia sus distintas locaciones de puntos de venta.

En cuanto a la eficiencia, se refiere al uso de los recursos de transporte, recursos humanos y en general a los procesos que conformen esta parte de la cadena de suministro.

La fórmula para calcular los bienes que llegan hacia el punto de venta se puede apreciar de la siguiente forma:

$$\text{StockPOS_ProductoA} = \text{CapacidadLogisticaProdA} * \text{EficienciaLogisticaProdA}$$

El proceso de entrega de producto terminado hacia el stock del consumidor queda representado así:

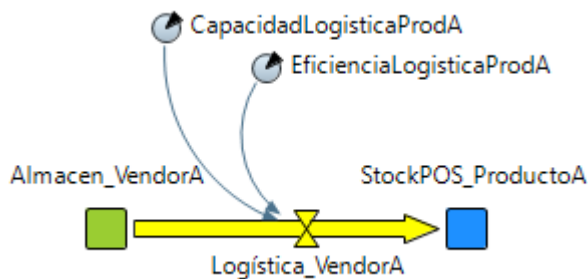


Ilustración 33: Diagrama de dinámica de sistema del proceso logístico de un proveedor afectado por la capacidad logística y la eficiencia en procesos logísticos

Variable que inciden en la distribución de producto terminado en los almacenes del consumidor hacia los puntos de venta:

Finalmente, en este punto de la cadena se hacen llegar los artículos producidos y almacenados en los nodos definidos por el consumidor hacia las tiendas. Lo anterior en función de la demanda de los consumidores. En este caso el consumidor opta por tener la mercancía suficiente para la venta de determinados días, y un safety de seguridad definido de acuerdo con sus capacidades logísticas y financieras en sus tiendas. Para efectos de la simulación, se modela el comportamiento de la demanda de acuerdo con los factores que inciden en la decisión de compra del consumidor, quedando el flujo de la siguiente forma, en donde una vez que el consumidor decide ocuparlo, pasa determinado tiempo según la vida útil del artículo y finalmente lo desecha, que es lo que se expone en el flujo que termina en “Disposal”.

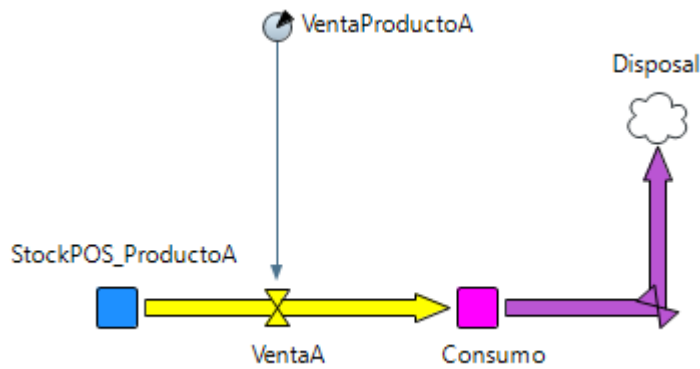
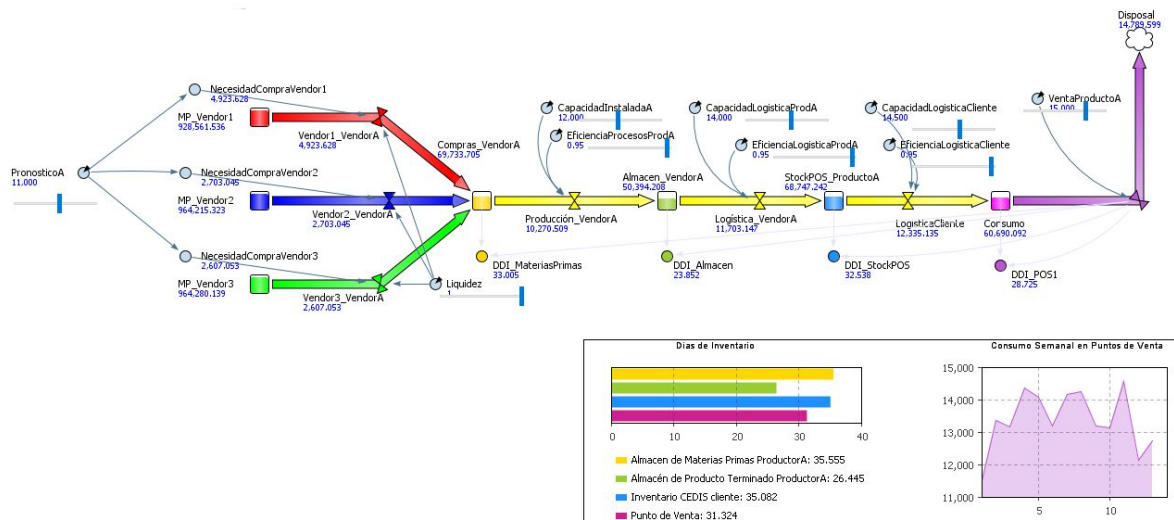


Ilustración 34: Diagrama de dinámica de sistema de consumo de un artículo de un proveedor afectado por la demanda pronosticada.

Dinámica del sistema:

De forma sistémica, los diferentes nodos interactúan de forma secuencial, de tal forma que lo que comienza como materia prima, se convierte en insumos para el productor, el cual a través de sus procesos productivos le agrega valor y lo envía hacia los almacenes del consumidor, en donde dependiendo de la demanda fluiría hacia el consumidor.

Lo anterior se representa en el siguiente diagrama, que es tal cual como se muestra en la simulación realizada en AnyLogic®.



En el diagrama anterior, se puede observar un instante en la simulación, nótese que en algunas variables se han colocado unos controles deslizantes a modo de interacción con el usuario que este analizando el flujo.

Las interacciones y variables que puede modificar se enlistan a continuación:

- Pronóstico
- Liquidez
- Capacidad Instalada
- Eficiencia en procesos productivos
- Capacidad Logística
- Eficiencia Logísticas
- Venta Producto A¹⁴

Efectos del inventario en los distintos puntos de la cadena en función de la demanda y la respuesta de cada uno de ellos.

En este apartado, se enumeran los efectos que tienen las diferentes situaciones en las cuales se pudiera encontrar la cadena de suministro dependiendo de las fluctuaciones de la demanda. Recordando que es el consumidor quien en función de los factores de decisión de compra decide si adquiere uno u otro producto.

Escenario 1: Simulación de flujo de información intermitente sin enfoque colaborativo.

En este primer ejemplo se supone lo siguiente:

La comunicación entre los distintos nodos de la cadena de suministro no logra ser lo suficientemente eficiente como para poder comunicar las necesidades del punto de venta. Es decir, que en los distintos puntos de la cadena se va reaccionando conforme la necesidad lo va requiriendo. En este ejemplo se considera que el nivel de colaboración se encuentra en fase nula, la demanda conocida en los puntos de venta de la cadena de tiendas de autoservicio para el artículo A, en los distintos puntos de la cadena se expresa en la siguiente tabla:

Punto de la cadena	Demanda pronosticada	Inventario Inicial	Inventario inicial (Días de Inventario)
Punto de venta	15,000 pzas/mes	76,500 piezas	40.2 DDI
Centro de distribución del consumidor	14,000 pzas/mes	75,000 piezas	39.4 DDI
Almacén producto terminado del productor A	12,000 pzas/mes	75,000 piezas	39.4 DDI

¹⁴ Para efectos de esta primera simulación, se está disponibilizando con el usuario la posibilidad de modificar la venta en la totalidad de las tiendas. De tal forma que se pueda interactuar con distintos niveles de venta semanales y ver como afecta en los distintos nodos de la cadena de suministro.

Almacén de materia prima del productor A	11,000 pzas/mes	75,000 piezas	39.4 DDI
--	-----------------	---------------	----------

Tabla 2: Resumen de inventarios en los distintos puntos de la cadena de suministro

Con los niveles de inventario explicados en la tabla anterior, se hace la simulación por el equivalente a 91 días o 13 semanas que es el equivalente al horizonte de planeación de 3 meses que es utilizado en la industria. De esta forma se evaluará el efecto que tiene la colaboración entre las distintas figuras que son partícipes en la cadena de suministro.

Se toma en cuenta que los parámetros para la simulación son los siguientes:

Variable	Valor	Unidad de medida
Pronóstico de Compras de Materias Primas	11,000	piezas por semana
Capacidad Instalada A	12,000	piezas por semana
Capacidad Logística A	14,000	piezas por semana
Capacidad Logística Consumidor	14,500	piezas por semana
Eficiencia de Procesos Productivos A	95%	Porcentaje
Eficiencia Logística Productor A	95%	Porcentaje
Eficiencia Logística Consumidor	95%	Porcentaje

Tabla 3: Parámetros para la simulación con flujo de información intermitente sin enfoque colaborativo

Se hace la simulación en AnyLogic® y se obtiene lo siguiente:

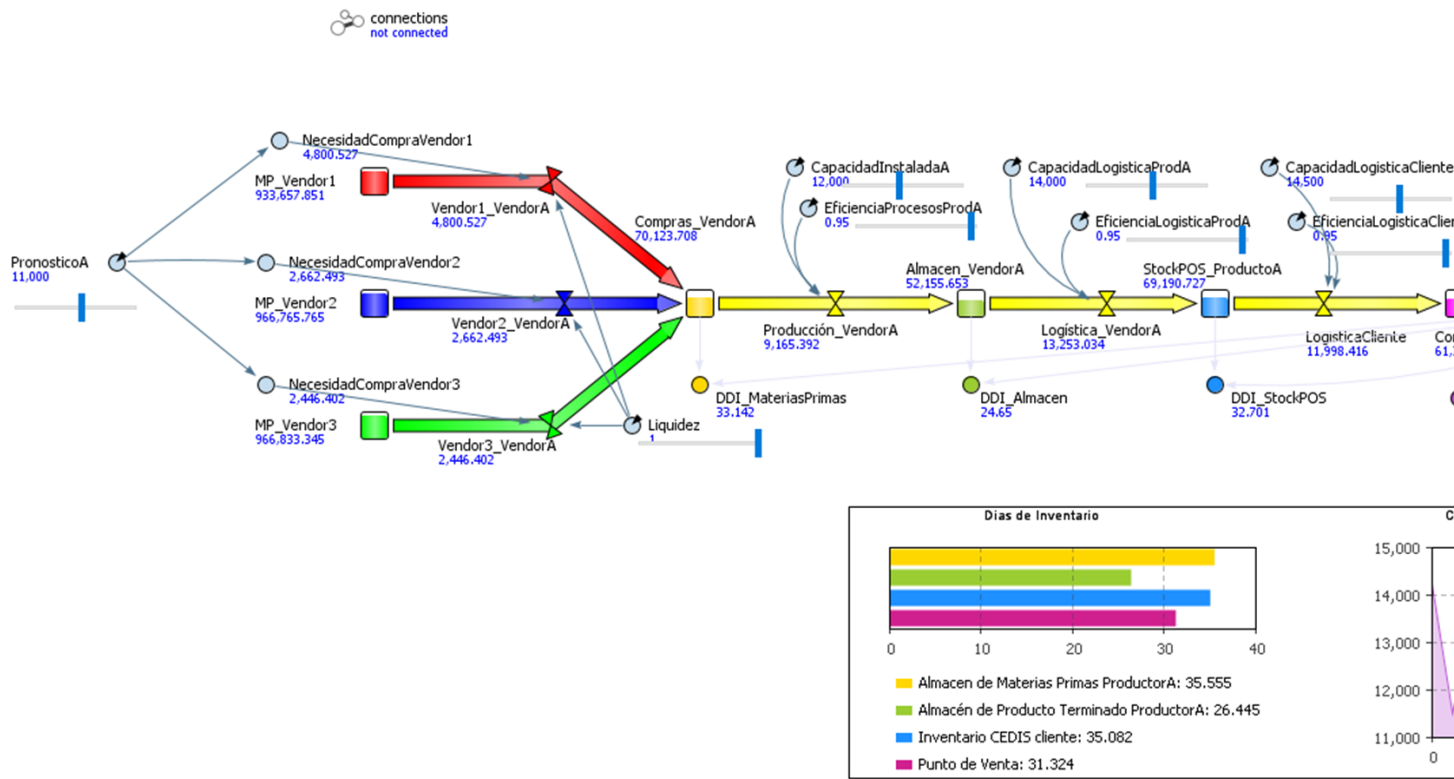


Ilustración 35: Simulación con flujo de información intermitente sin enfoque colaborativo

Resultados:

PUNTO DE LA CADENA	DEMANDA PRONOSTICADA	INVENTARIO INICIAL	INVENTARIO INICIAL (DÍAS DE INVENTARIO)	INVENTARIO FINAL	INVENTARIO FINAL (DÍAS DE INVENTARIO)	CAMBIO EN DÍAS DE INVENTARIO
PUNTO DE VENTA	14,500	76,500	40.2	61,778	31.3	-22%
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR	14,000	75,000	39.4	69,191	35.1	-11%
ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A	12,000	75,000	39.4	52,156	26.4	-33%
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A	11,000	75,000	39.4	70,123	35.6	-10%

Tabla 4: Resultados de la simulación con flujo de información intermitente sin enfoque colaborativo

Como se puede observar en la tabla anterior, dado que a lo largo de la cadena se pronostican cantidades diferentes, e incluso cada vez menores conforme se aleja del punto de venta, los días de inventario decrecen. Sin embargo, la razón de cambio de los días de inventario llega a ser más evidente en algunos puntos, como es el caso del almacén de producto terminado, el cual, dada una diferencia de cerca de 2,00 piezas por semana, es donde se redujo en mayor medida el inventario, quedando alrededor de los 26.4 días de inventario.

En términos generales, el minorista busca eficiencias en los inventarios sin que esto comprometa la disponibilidad del producto en sus anaqueles.

Supóngase que bajo estos niveles de inventario, el consumidor decide reducir los días de inventario en los puntos de venta, de tal forma que pueda llegar a 20 días. Para lograr dicho objetivo, se requiere disminuir la cantidad de piezas que llegan desde el centro de distribución y drenar la mercancía a través de la venta. Con lo anterior, se procede en la simulación a modificar la cantidad que fluye de CEDIS a los puntos de venta o bien, reducir la necesidad. Se muestra a continuación:

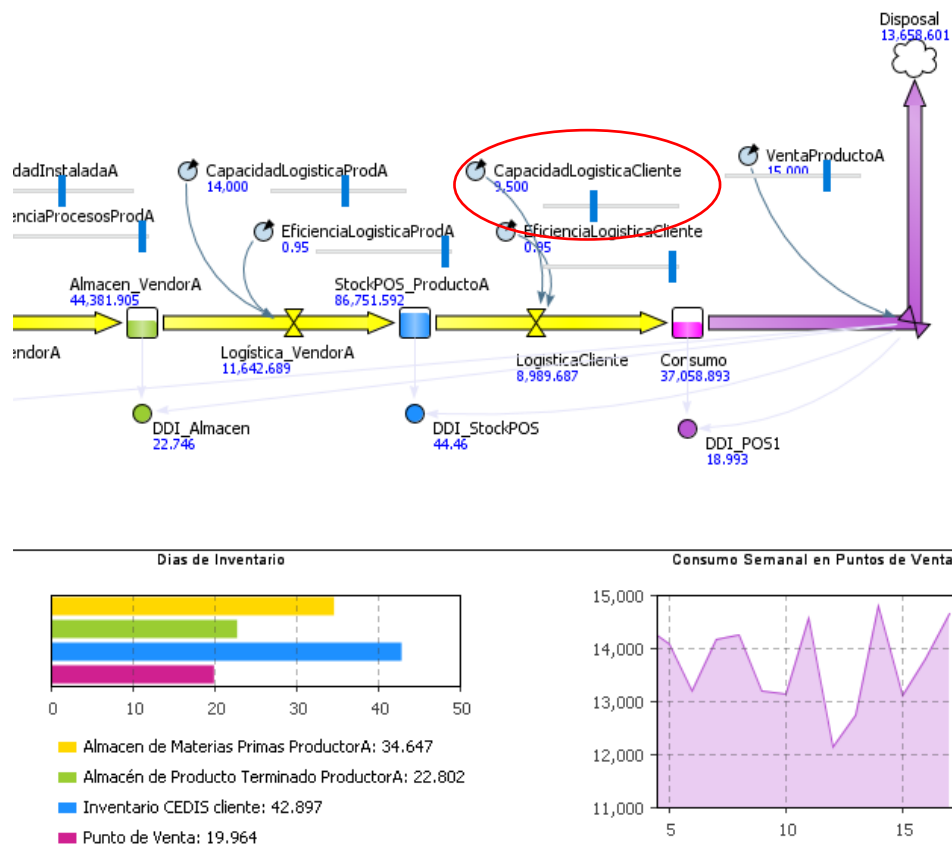


Ilustración 36: Intervención en el sistema para modificar la capacidad logística del cliente minorista

Para lograr lo anterior, el consumidor redujo su necesidad a 9,500 piezas por semana desde su centro de distribución hacia sus tiendas. Generando una eficiencia en sus días de inventario y reduciéndolos en 36% en sus puntos de venta.

TIEMPO	PERIODO 13					PERIODO 17.45			
	PUNTO DE LA CADENA	Demanda pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario
	PUNTO DE VENTA	14,500	61,778	31.3	-22%	9,500	37,058	20.0	-36%
	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR	14,000	69,191	35.1	-11%	14,000	86,751	42.9	22%
	ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A	12,000	52,156	26.4	-33%	12,000	44,381	22.8	-14%
	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A	11,000	70,123	35.6	-10%	11,000	68,468	34.6	-3%

Ilustración 37: Resultado de la intervención en el sistema para modificar la capacidad logística de CEDIS hacia los puntos de venta

Sin embargo, lo anterior tiene una implicación en el punto inmediato anterior de la cadena, es decir, en el centro de distribución. Dado que la necesidad del centro de distribución se mantuvo igual que en periodos anteriores y no se redujo, al haber menos necesidad hacia las tiendas, el inventario en CEDIS incrementó en un 22%.

Por lo tanto, la decisión que se toma en este caso es disminuir la necesidad del centro de distribución, y solicitar menos mercancía desde el proveedor que le surte el artículo A. Al mismo tiempo, decide ajustar su demanda a un número lo más similar posible que observa en el comportamiento del consumidor, para esto observa que el promedio de ventas de las últimas semanas se coloca alrededor de las 13,500 piezas por semana, por lo que decide ajustar esta necesidad en su pronóstico de requerimientos desde el centro de distribución.

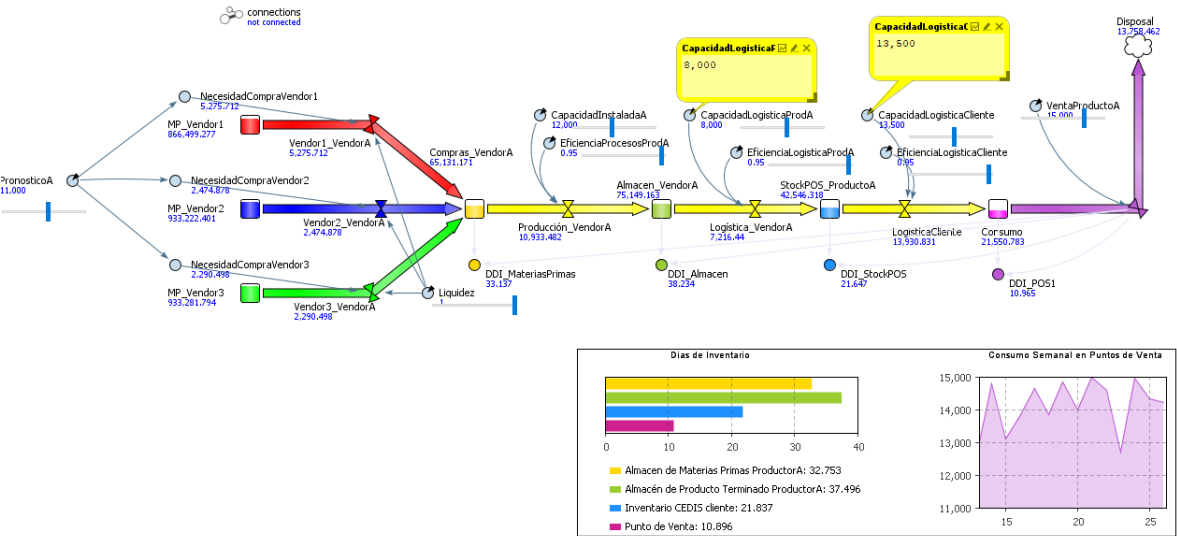


Ilustración 38: Intervención en el sistema para modificar la capacidad logística del proveedor.

Al accionar como se menciona anteriormente, se logra lo siguiente:

TIEMPO		PERIODO 17.45				PERIODO 26.15			
PUNTO DE LA CADENA	DE	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario
PUNTO DE VENTA		9,500	37,058	20.0	-36%	13,500	21,551	10.9	-45%
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR		14,000	86,751	42.9	22%	8,000	42,546	21.8	-49%
ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A		12,000	44,381	22.8	-14%	12,000	75,149	37.5	64%
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A		68,468	11,046	34.6	-3%	11,000	65,131	32.8	-5%

Tabla 5: Resultado de la intervención en el sistema para modificar la capacidad logística del proveedor.

Como se observa en la tabla anterior, se reducen los inventarios en el centro de distribución, sin embargo, el pronóstico para las tiendas se mantuvo en 13,500 piezas por semana y el consumo estuvo ligeramente por encima de ese pronóstico, por lo cual el inventario en el punto de venta bajó un 45%, acercándose a las 21,000 piezas, lo que lo coloca fuera de sus parámetros que mantienen al minorista lejos del riesgo de no tener mercancía en inventario para sus consumidores. Adicionalmente en el almacén de producto terminado, el inventario se incrementó, derivado de una escasa colaboración entre el equipo de servicio a consumidores del proveedor, y su respectiva área de planeación de la producción, la cual mantuvo el mismo pronóstico que previamente mantenía, aún cuando el consumo por parte del almacén de producto terminado se redujo derivado de una eficiencia buscada en el centro de distribución del consumidor.

Con lo anterior, las figuras que participan en la cadena de suministro deciden tomar las siguientes decisiones de forma individual:

- El consumidor decide aumentar su pronóstico para sus tiendas, y regresarlo a 15,000 piezas por semana.
- El centro de distribución decide mantener el pronóstico de 8,000 piezas que ha visto que lo ha acercado a su objetivo de días sanos de inventario.
- El encargado del almacén de producto terminado decide reducir su demanda a producción dado los incrementos en inventario que ha visto en las últimas semanas.
- El encargado de planeación de materia prima mantiene su pronóstico exactamente igual a como lo había venido haciendo desde meses antes.

Con los puntos anteriores se corre nuevamente la simulación y se obtiene lo siguiente:

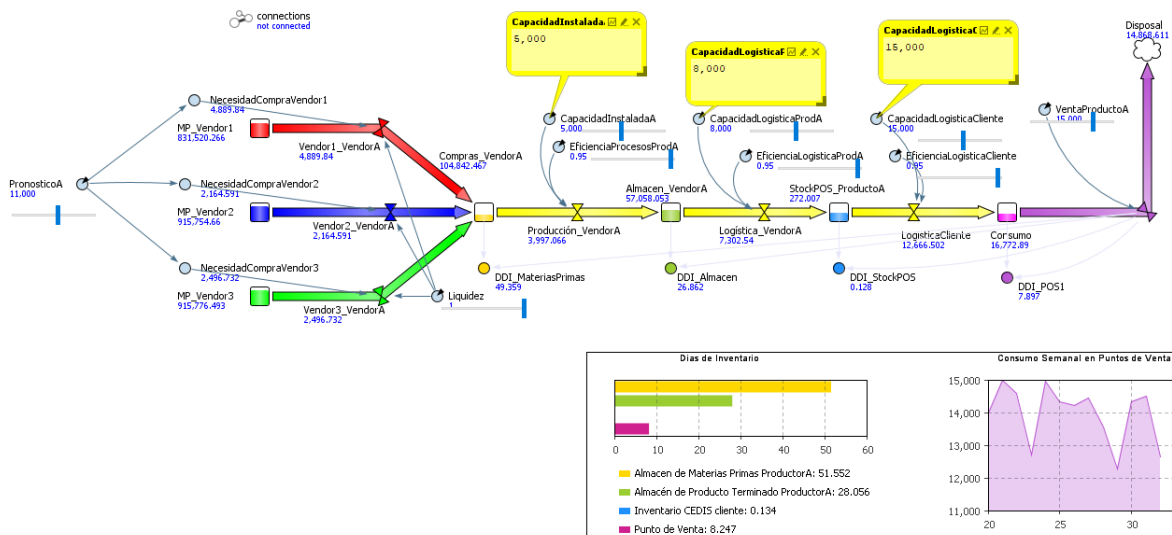


Ilustración 39: Intervención en el sistema para modificar las variables de capacidad logística del cliente, capacidad logística del proveedor, capacidad productiva y pronóstico de la demanda

TIEMPO	PUNTO DE LA CADENA	PERIODO 26.15				PERIODO 33			
		Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario
	PUNTO DE VENTA	13,500	21,551	10.9	-45%	13,500	16,773	8.2	-24%
	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR	8,000	42,546	21.8	-49%	8,000	273	0.1	-99%
	ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A	12,000	75,149	37.5	64%	5,000	57,058	28.1	-25%
	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A	11,000	65,131	32.8	-5%	11,000	104,842	51.5	57%

Tabla 6: Resultado de la simulación en la intervención de variables de capacidad logística del cliente, capacidad logística del proveedor, capacidad productiva y pronóstico de la demanda

El objetivo del encargado del almacén de producto terminado se logró en cierta medida, ya que se redujo el inventario en un 25%, sin embargo el encargado del centro de distribución nota que sus inventarios están cerca de los agotados, Mientras que el encargado de las compras de materia prima del productor A, se da cuenta que sus inventarios se han incrementado en un 57%, llegando a los 51.5 días de inventario con alrededor de tener lo equivalente para poder satisfacer lo necesario para producir 104,842 piezas.

Con lo anterior, se fijan nuevos objetivos:

- El consumidor decide que necesita más mercancía para cubrir su demanda en los puntos de venta, por lo que incrementa su necesidad a 25,500 para la siguiente semana, de tal forma que pueda cubrir el inventario requerido para llegar a los 20 días de inventario en sus tiendas.

- El encargado del centro de distribución decide aumentar la demanda, dado que está cerca del agotado y de forma unilateral, decide incrementar su demanda a 32,000 piezas para la siguiente semana.
- El encargado del almacén de producto terminado decide mantener el pronóstico de 5,000 piezas que ha visto que lo ha acercado a su objetivo de días sanos de inventario.
- Mientras que el encargado de compras de materia prima decide dejar de comprar mercancía para la siguiente semana, dada la gran cantidad de inventario con la que cuenta.

El resultado se muestra a continuación:

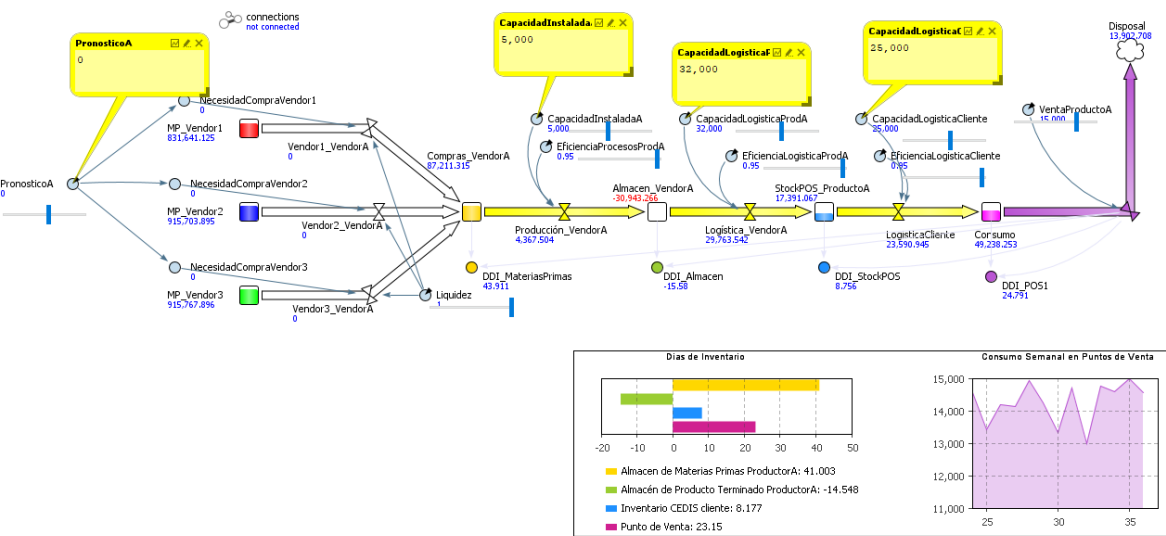


Ilustración 40: Intervención en el sistema para modificar las variables de capacidad logística del cliente, capacidad logística del proveedor, capacidad productiva, abastecimiento de materias primas y pronóstico de la demanda.

TIEMPO	PERIODO 33				PERIODO 37			
PUNTO DE LA CADENA	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario
PUNTO DE VENTA	13,500	16,773	8.2	-24%	25,000	49,238	23	181%
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR	8,000	273	0.1	-99%	32,000	17,391	8	6002%

ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A	5,000	57,058	28.1	-25%	5,000	0	0	-100%
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A	11,000	104,842	51.5	57%	0	87,211	41	-20%

Tabla 7: Resultado de la simulación en la intervención del sistema para modificar las variables de capacidad logística del cliente, capacidad logística del proveedor, capacidad productiva, abastecimiento de materias primas y pronóstico de la demanda.

En este momento, la cadena ha sufrido un colapso. Dada la demanda que se incrementó de forma abrupta para cubrir el déficit de días de inventario en las tiendas y en el centro de distribución, se consumió la totalidad de piezas disponibles en el centro de distribución y en los almacenes de PT del consumidor, lo que ocasionó faltantes en el mismo. En este punto del tiempo (Semana 37), la mercancía que fluye a lo largo de la cadena es solamente aquella que en su momento se tenía en el almacén de PT, motivo por el cual se toman las siguientes decisiones.

- El consumidor, que ha logrado nivelar sus inventarios, decide reducir su demanda de 25,000 a 15,000 nuevamente.
- El centro de distribución aumenta su demanda a 25,000 piezas para la siguiente demanda, con la finalidad de cubrir la necesidad que le hace falta.
- El encargado de Producto terminado decide solicitar a producción que tan pronto y sea posible le ayude a producir lo necesario para cubrir sus faltantes que al momento son de -30,000 unidades más lo necesario que está pronosticando que son cerca de 32,000 piezas que fue lo que se solicitó la semana anterior. Por lo que solicita a producción que para esta semana le genere 62,000 unidades.
- El encargado de compra de materiales del productor A, decide no realizar la compra de más mercancía, dado que apenas en la semana anterior vió que sus inventarios van logrando sus objetivos por lo que mantiene su petición a sus respectivos proveedores en 0.

El resultado es el siguiente:

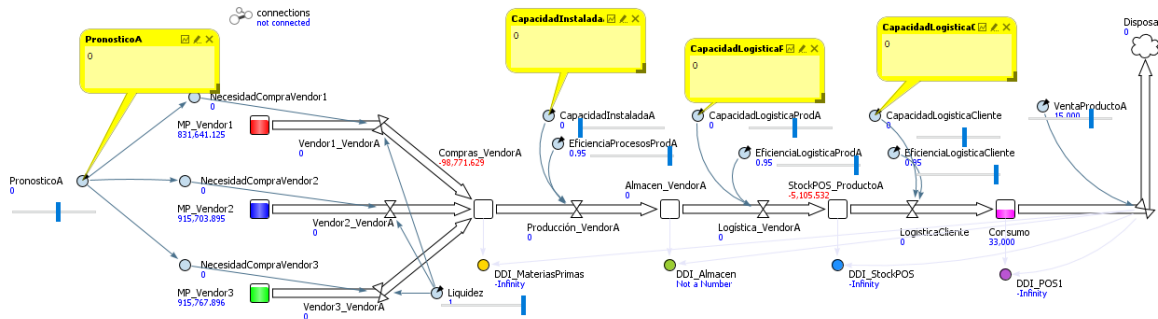


Ilustración 41: Intervención en el sistema para modificar las variables de capacidad logística del cliente, capacidad logística del proveedor, capacidad productiva, abastecimiento de materias primas y pronóstico de la demanda en el punto de venta

En este punto, la cadena de suministro se encuentra en una situación crítica.

Para la siguiente semana (en el periodo 43), se logran fabricar las piezas solicitadas por el encargado del almacén producto terminado, sin embargo, al haber escasez en el centro de distribución, la cantidad que recibe no es suficiente para cubrir la demanda de las tiendas que si bien disminuyó, no es suficiente para cubrir el consumo en los puntos de venta, lo que ocasiona que el consumidor comience a penalizar al proveedor por no entregar, lo que a su vez le genera una menor liquidez, al momento de querer reactivar la cadena de suministro esta liquidez afectará su poder de compra de materias primas, las cuales a su vez generan un requerimiento de el acumulado de los faltantes en el tránsito hacia las tiendas, en el centro de distribución, en el tránsito del almacén de producto terminado hacia el CEDIS del consumidor, en el mismo almacén de PT, en la cadena de producción y desde luego, lo necesario para cubrir con inventario suficiente para el almacén de materias primas.

Lo que sucede a continuación es lo siguiente:

- Los distintos puntos de venta de la red de tiendas de autoservicio, comienzan a tener faltantes, lo que ocasiona que no haya producto para la venta.
- El centro de distribución no puede entregar hacia las tiendas, dado que el productor no cuenta con mercancía en su almacén de producto terminado.
- El almacén de producto terminado está en espera de que producción pueda generar las piezas demandadas por el consumidor,
- El encargado de producción está en espera de que el encargado de compras de materia prima le haga llegar los insumos necesarios para la producción.
- El encargado de las compras de materia prima genera la cantidad necesaria para cubrir la demanda para el nuevo llenado de canal, sin embargo, dada la situación de faltantes en el punto de venta, no se están generando ingresos por la facturación en los mismos, aunado a la penalización por parte del

consumidor derivado de sus faltas de entrega o bajo fill rate, se agravan los problemas de liquidez del productor.

Lo anterior, es un ejemplo de lo que puede ocurrir cuando no se cuenta con la debida planeación de la demanda y la comunicación entre los distintos stakeholders a lo largo de esta cadena productiva.

Se trata de un caso hipotético en donde se llevó al extremo una serie de situaciones no deseadas para ningún proveedor. Sin embargo, en la vida real se han dado casos en los cuales las empresas que abastecen a grandes cadenas de autoservicios, son directamente impactadas en sus finanzas, generando crisis financieras que desencadenan en eventuales pérdidas de empleo. Tal fue el caso de *Proveedora La Perla*¹⁵, quienes se dedicaban a producir alimento para mascotas y que en 2016, sufrió una crisis por tener una alta dependencia con el principal minorista de México y el no tener los procesos requeridos para que el flujo de información fuera el requerido para garantizar a las necesidades de producto en mercado.

No solamente se está hablando de disponibilidad de productos para el consumidor, que si bien en algunos casos puede resultar esencial para la calidad de vida de las familias mexicanas, en estos casos en donde se impacta al empleo de los socios comerciales de las grandes cadenas minoristas se habla de la afectación en la fuente de ingresos de diversas familias de los colaboradores de las organizaciones afectadas.

Dado lo anterior, resulta fundamental una estrecha colaboración entre todos los entes que figuran en la cadena de suministro, ya que en la medida de lo posible se pueden ir disminuyendo este tipo de riesgos al reforzar y compartir la información ya que como mencionan distintos autores, no solamente se trata de un flujo de materiales, sino también de un flujo de información y financiero

Finalmente, a manera de síntesis, se presenta el siguiente gráfico, en el cual se compara la demanda que se tuvo en las distintas fechas y cómo se comportaron los días de inventario.

¹⁵ (Expansion, 2017)

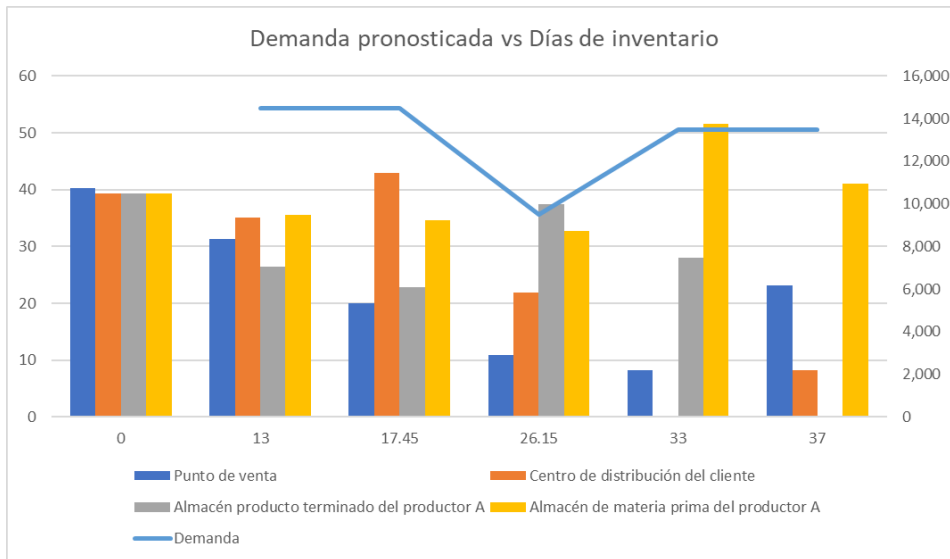


Ilustración 42: Demanda pronosticada y días de inventario a través del tiempo en los distintos puntos de la cadena con un flujo de información intermitente sin enfoque colaborativo

En la gráfica anterior se puede observar que la falta de colaboración entre los distintos nodos de la cadena de suministro, ocasiona que las fluctuaciones de la demanda incidan en los inventarios de forma asíncrona entre los distintos nodos.

Es decir, se observa en algunos casos que ciertos nodos cuentan con variaciones significativas de días de inventario, generando riesgos de faltantes en todos los puntos de la cadena.

En el siguiente capítulo, se propone una alternativa para la minimización de estos riesgos mediante una mayor colaboración entre todos los entes de la cadena y se simulará el efecto reforzar las interacciones entre consumidores, proveedores y proveedores de estos.

Escenario 2: Simulación de flujo de información continuo con enfoque colaborativo.

En este segundo ejemplo, el nivel de madurez en la comunicación se ha incrementado. La comunicación entre todos los nodos de la cadena de suministro ha logrado ser lo suficientemente eficiente para lograr la comunicación de la demanda directamente desde el punto de venta.

En este caso, los nodos de la cadena van reaccionando de forma síncrona a los requerimientos del mercado.

Punto de la cadena	Demanda pronosticada	Inventario Inicial	Inventario inicial (Días de Inventario)
Punto de venta	14,500 pzas/mes	76,500 piezas	36.9 DDI
Centro de distribución del consumidor	14,500 pzas/mes	75,000 piezas	36.2 DDI
Almacén producto terminado del productor A	14,500 pzas/mes	75,000 piezas	36.2 DDI
Almacén de materia prima del productor A	14,500 pzas/mes	75,000 piezas	36.2 DDI

Tabla 8: Resumen de inventarios en los distintos puntos de la cadena de suministro

Con los niveles de inventario explicados en la tabla anterior, se hace la simulación por el equivalente a 91 días o 13 semanas que es el equivalente al horizonte de planeación de 3 meses que es utilizado en la industria. De esta forma se evalúa el efecto que tiene la colaboración entre las distintas figuras que son partícipes en la cadena de suministro.

Se toma en cuenta que los parámetros para la simulación son los siguientes:

Variable	Valor	Unidad de medida
Pronóstico de Compras de Materias Primas	14,500	piezas por semana
Capacidad Instalada A	14,500	piezas por semana
Capacidad Logística A	14,500	piezas por semana
Capacidad Logística Consumidor	14,500	piezas por semana
Eficiencia de Procesos Productivos A	95%	Porcentaje
Eficiencia Logística Productor A	95%	Porcentaje
Eficiencia Logística Consumidor	95%	Porcentaje

Tabla 9: Parámetros para la simulación con flujo de información continuo con enfoque colaborativo

Ejecutando la simulación se obtiene lo siguiente:

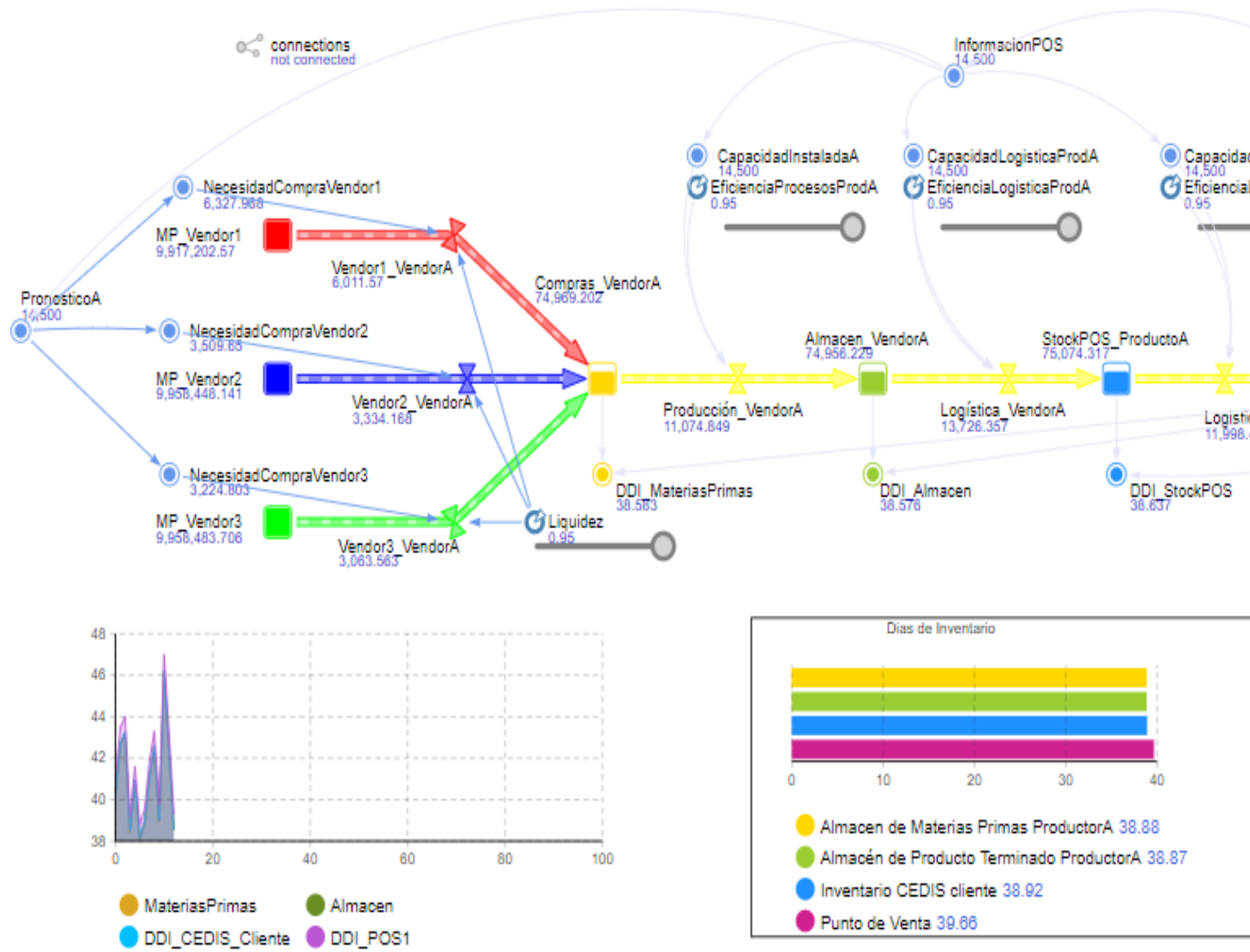


Ilustración 43: Simulación con flujo de información continuo con enfoque colaborativo.

TIEMPO	PERIODO 0	PERIODO 13					
PUNTO DE LA CADENA	Demanda pronosticada	Inventario Inicial	Inventario inicial (Días de Inventario)	Demanda pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio días en de inventario
PUNTO DE VENTA	14,500	76,500	36.93	14,500	76,483	36.9	0%
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR	14,500	75,000	36.21	14,500	75,074	36.2	0%
ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A	14,500	75,000	36.21	14,500	74,956	36.2	0%
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A	14,500	75,000	36.21	14,500	74,969	36.2	0%

Tabla 10: Resultados de la simulación con flujo de información continuo con enfoque colaborativo.

Al estar completamente sincronizados, los nodos mantienen el mismo nivel de inventario respecto del resto. Lo cual se traduce en niveles de 0% en la variación de inventario en el periodo 13 respecto al periodo 0.

Supóngase que, en este punto, el pronóstico de venta se decide mantener en 14,500, la información de la venta esperada en el punto de venta sería transmitida de forma inmediata a los distintos nodos de la cadena de suministro, el resultado se muestra a continuación:

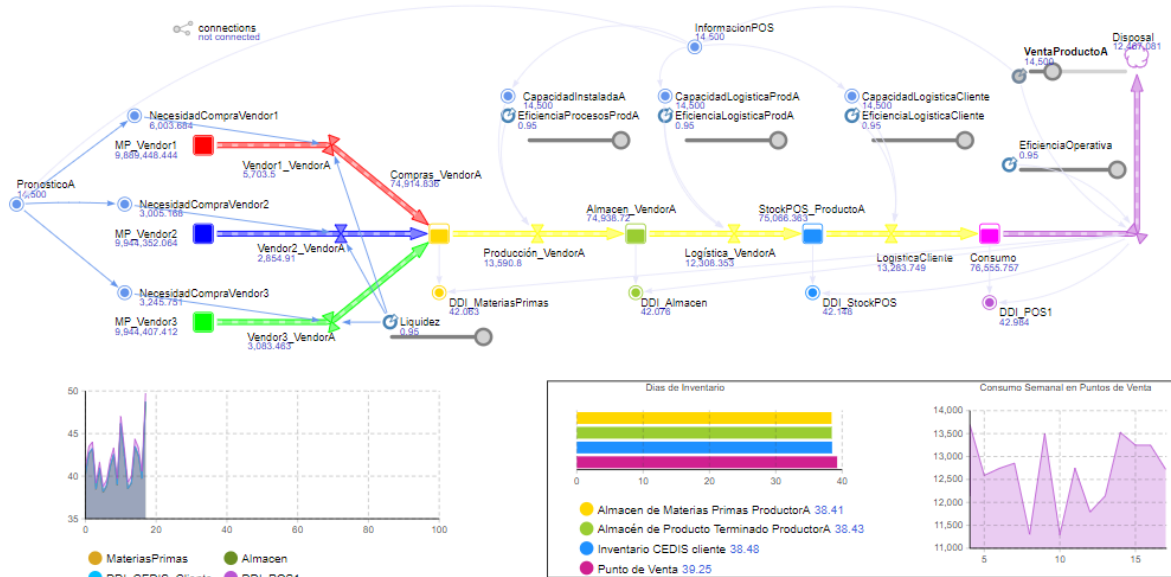


Ilustración 44: Intervención en el sistema para modificar las variables dinámicas en función de la venta en el punto de consumo.

TIEMPO	PERIODO 13				PERIODO 17.45			
PUNTO DE LA CADENA	Demanda pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario
PUNTO DE VENTA	14,500	76,483	36.9	0%	9,500	76,556	43.0	16%
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR	14,500	75,074	36.2	0%	9,500	75,066	42.1	16%
ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A	14,500	74,956	36.2	0%	9,500	74,939	42.1	16%
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A	14,500	74,969	36.2	0%	9,500	74,915	42.1	16%

Tabla 11: Resultado de la intervención en el sistema para modificar las variables dinámicas en función de la venta en el punto de consumo.

En este caso, el inventario aumentó ligeramente derivado de que el consumo real se sitúa por debajo del pronóstico. Sin embargo, este incremento se refleja de forma homogénea en los distintos nodos, ubicándose en un incremento del 16%.

Para esto, el *category supply associate* dentro de la cadena de red de tiendas de autoservicios decide disminuir su pronóstico para las siguientes semanas, situándolo en 9,500 piezas por semana, y replicándose de forma inmediata esta misma cantidad como pronóstico en los otros puntos de la cadena, el resultado se muestra a continuación:

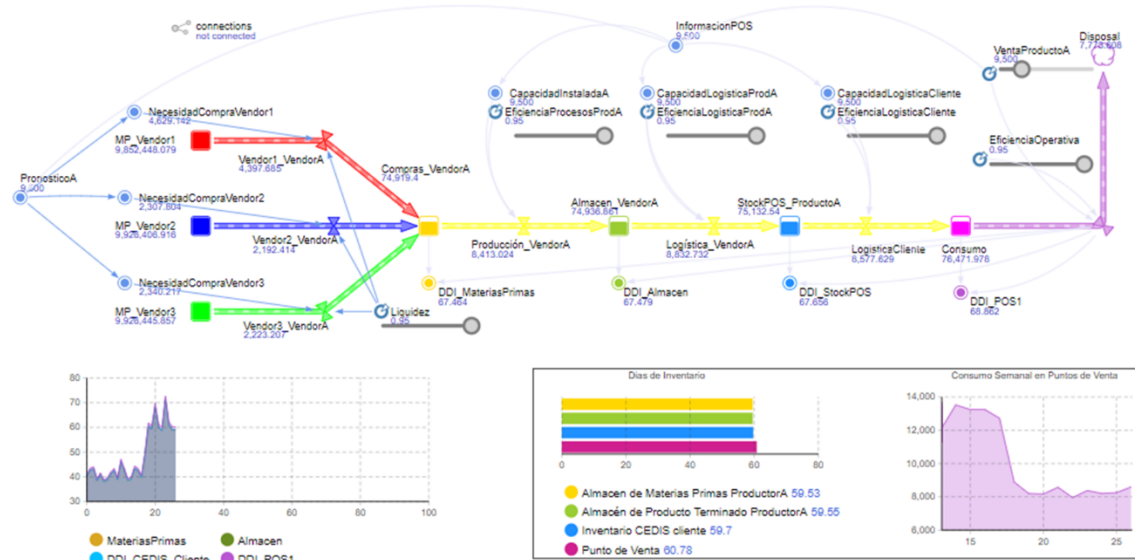


Ilustración 45: Segunda intervención en el sistema para modificar las variables dinámicas en función de la venta en el punto de consumo

TIEMPO	PERIODO 17.45				PERIODO 26.15			
PUNTO DE LA CADENA	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario
PUNTO DE VENTA	9,500	76,556	43.0	16%	13,500	76,472	68.9	60%
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR	9,500	75,066	42.1	16%	13,500	75,133	67.7	61%
ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A	9,500	74,939	42.1	16%	13,500	74,937	67.5	60%
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A	9,500	74,915	42.1	16%	13,500	74,919	67.5	60%

Tabla 12: Resultado de la segunda intervención en el sistema para modificar las variables dinámicas en función de la venta en el punto de consumo

Se observa que los niveles de inventario se han mantenido relativamente constantes. Sin embargo, al haber una demanda menor, los días de inventario se han incrementado en el orden de 60% aproximadamente, sin embargo, se nota que estos mismos incrementos se reflejan de forma constante. Bajo esta circunstancia, el *category supply associate*, decide aumentar su pronóstico de la demanda a 13,500 para las siguientes semanas.

El resultado de la simulación se muestra a continuación:

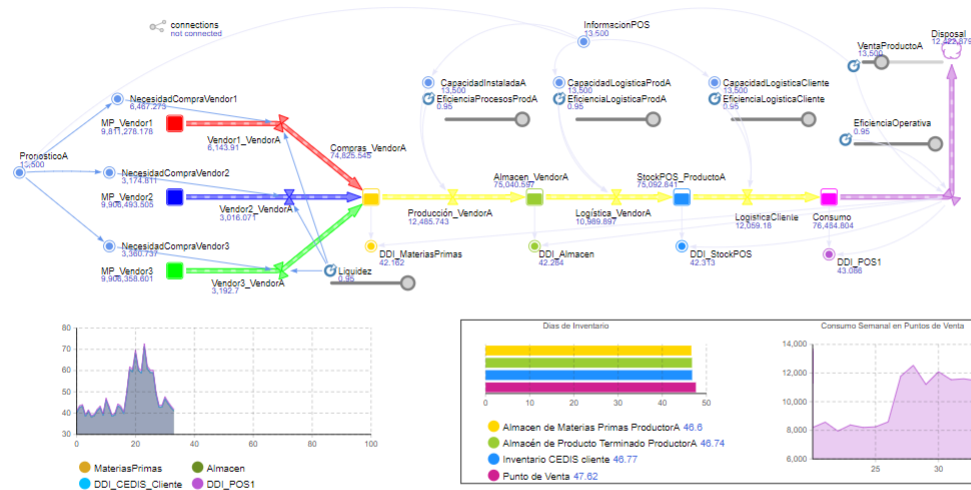


Ilustración 46: Tercera intervención en el sistema para modificar las variables dinámicas en función de la venta en el punto de consumo

TIEMPO	PERIODO 26.15				PERIODO 33			
	PUNTO DE LA CADENA	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)
PUNTO DE VENTA CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A		13,500	76,472	68.9	60%	13,500	76,485	43.1
		13,500	75,133	67.7	61%	13,500	75,093	42.3
		13,500	74,937	67.5	60%	13,500	75,041	42.3
		13,500	74,919	67.5	60%	13,500	74,826	42.2
		13,500	74,826	42.2	-38%			

Tabla 13: Resultado de la tercera intervención en el sistema para modificar las variables dinámicas en función de la venta en el punto de consumo

Bajo estos parámetros, los días de inventario han decrecido en un 37.5% aproximadamente. motivo por el cual, el Category supply associate decide mantener la misma demanda durante las siguientes semanas. Y con esto se observa lo siguiente:

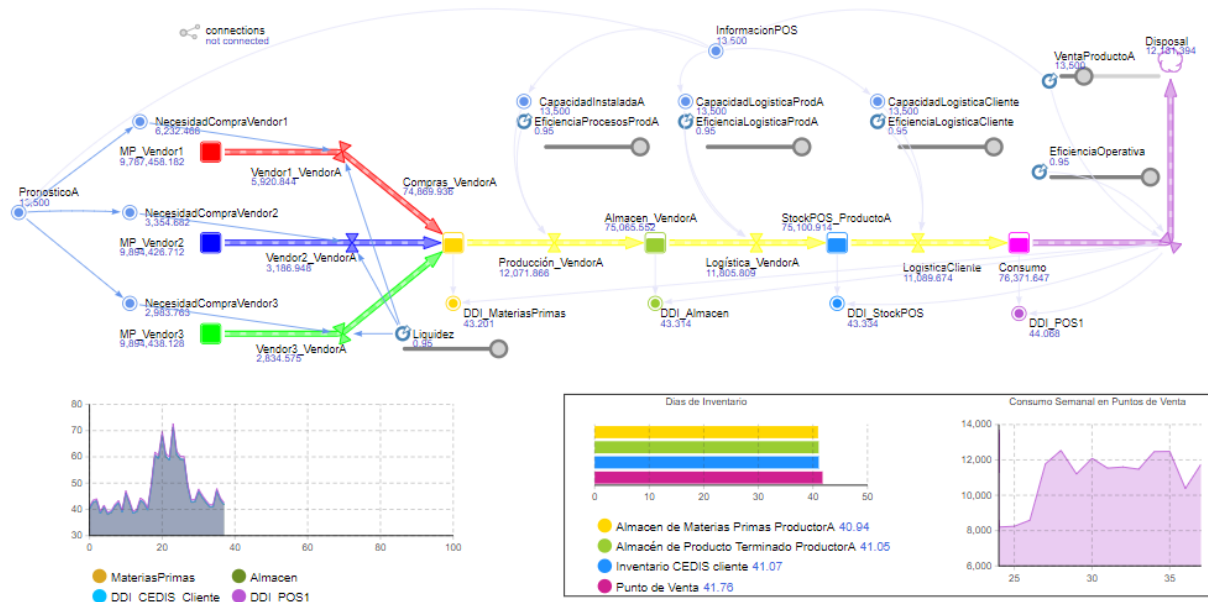


Ilustración 47: Cuarta intervención en el sistema para modificar las variables dinámicas en función de la venta en el punto de consumo

TIEMPO	PERIODO 33				PERIODO 37			
PUNTO DE LA CADENA	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario	Demanda Pronosticada	Inventario	Inventario (DDI)	Cambio en días de inventario
PUNTO DE VENTA	13,500	76,485	43.1	-37%	25,000	76,372	44	2%
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMIDOR	13,500	75,093	42.3	-37%	25,000	75,101	43	2%
ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO DEL PRODUCTOR A	13,500	75,041	42.3	-37%	25,000	75,085	43	2%
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA DEL PRODUCTOR A	13,500	74,826	42.2	-38%	25,000	74,869	43	2%

Tabla 14: Resultado de la cuarta intervención en el sistema para modificar las variables dinámicas en función de la venta en el punto de consumo

Se observa en esta última simulación que el inventario se mantiene prácticamente igual, los días de inventario crecen ligeramente en el orden del 2% en todos los puntos de la cadena.

Capítulo V: Resultados

El resumen de todos los movimientos realizados en este periodo de tiempo se muestra a continuación:

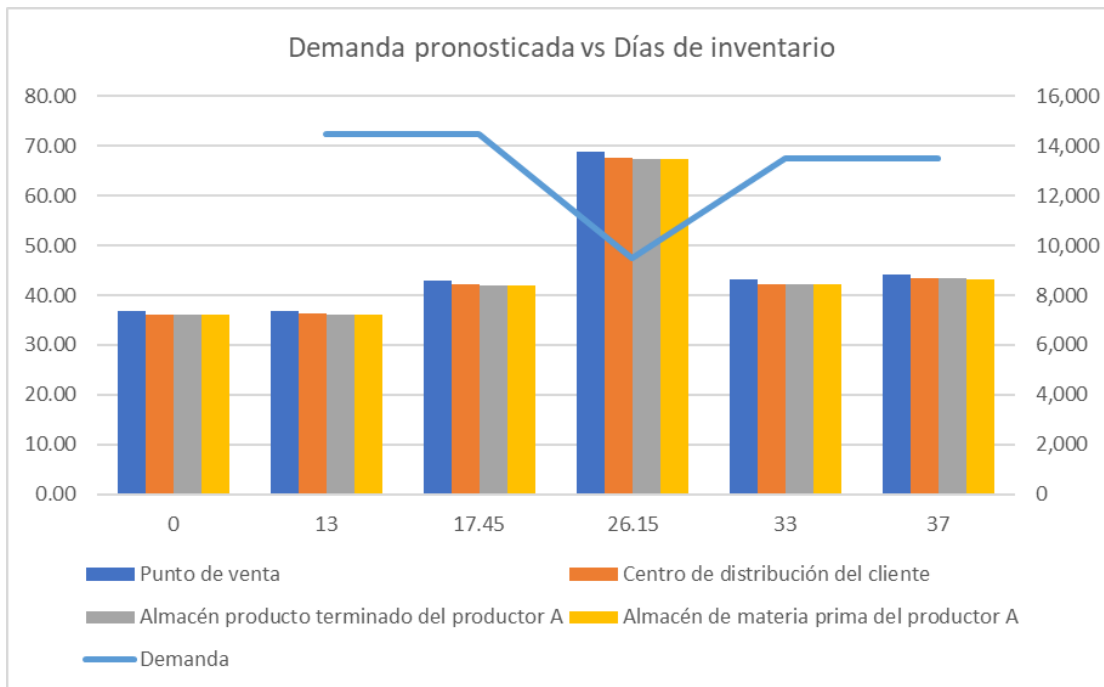


Ilustración 48: Demanda pronosticada y días de inventario a través del tiempo en los distintos puntos de la cadena con un flujo de información continuo con enfoque colaborativo

Se puede notar que, a diferencia de la primera simulación, el hecho de que la demanda pronosticada en el punto de venta se transmita en tiempo real hacia el resto de los nodos de la cadena, se refleja en que los inventarios se comporten de forma homogénea. Se puede visualizar que a través de la simulación es posible reflejar el efecto positivo de la colaboración entre los distintos nodos de la cadena de suministro.

Si se realiza un comparativo contra el comportamiento de los días de inventario de la simulación previa, se nota que en la primera, sin colaboración, los días de inventario en todos los nodos se comportan de forma diferente, a diferencia de la segunda simulación, en la cual sin importar las fluctuaciones en la demanda, los días de inventario a lo largo de toda la cadena de suministro se comportan de forma sincronizada.

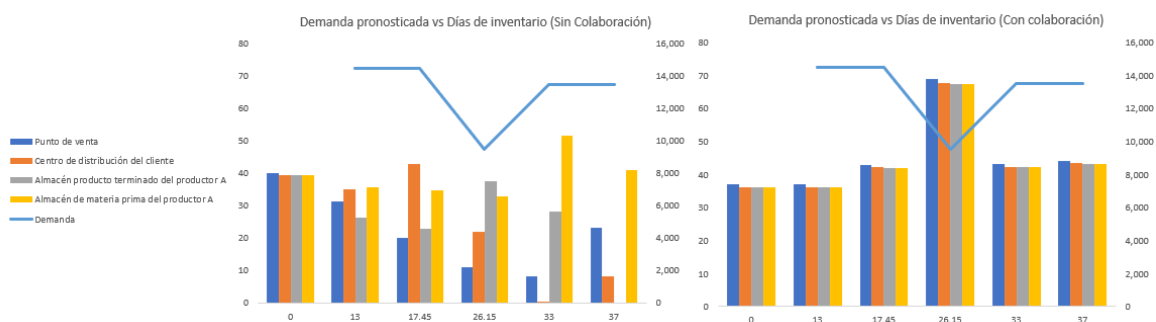


Ilustración 49: Comparativo de la demanda pronosticada y los días de inventario entre un enfoque sin colaboración y uno con colaboración.

Lo anterior se traduce en que, al no existir estas sobrerreacciones en las necesidades o subestimaciones en la demanda, se ponga en riesgo el inventario de productos terminados o materias primas, lo cual pueda perjudicar en el flujo financiero de cualquiera de los involucrados. Gracias a esta simulación, se puede observar cómo interactúan los tres flujos de la cadena, el de materiales, el de información y el financiero, adicionalmente se pueden visualizar las consecuencias de que cualquiera de estos flujos no afecte en la correcta operación de la cadena. Con esto se refuerza la necesidad de equipos interdisciplinarios refuercen la colaboración entre los distintos equipos dentro de las organizaciones, ya que, sin esta colaboración, el flujo de información puede desencadenar repercusiones en los materiales, las finanzas y por su puesto en el futuro de las organizaciones.

Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se han planteado los principales factores que determinan la venta de un artículo.

De acuerdo con el estudio de mercado mencionado en el capítulo V, se pudo observar como las variables: calidad, precio, marca, etc. inciden en la decisión de compra del consumidor. Así mismo, la simulación expuso como es que el consumidor en el mercado minosrita se inclina por determinado artículo, en función del nivel de cumplimiento de las expectativas que este tiene sobre el artículo.

En un mercado en donde el factor decisivo de compra es la calidad del producto, las empresas requieren invertir en este rubro para garantizar la satisfacción del cliente.

Dentro del mercado mexicano, el segundo punto a considerar fue el precio. Los clientes toman decisiones basados en el precio de estos bienes, lo que desata que constantemente se busque tener un precio bajo para generar mayores ventas de los artículos.

De la misma forma se ha observado como la simulación manifiesta la incidencia del precio sobre la demanda de los productos. Dentro de grandes cadenas de autoservicio, los precios bajos forman parte de los planes estratégicos de las compañías para atraer en mayor medida clientes hacia sus tiendas, por lo que se vuelve imprescindible darle particular importancia al rubro del precio.

La variable de precio no solamente resultó relevante por un tema de participación de mercado como se demostró en la simulación, sino porque es importante conocer cuales serán las estrategias de precios en el futuro para saber como se verá afectada la demanda, y por lo tanto conocer como se comportará la cadena de

suministro de acuerdo con el comportamiento reflejado en la simulación del mercado como un sistema dinámico complejo.

Dada la importancia del precio en el estudio, se hizo un análisis microeconómico para determinar cuando un artículo es elástico, esto con la finalidad de observar si existe un cambio en la demanda, en función del cambio de precio. Se pudo determinar con la siguiente fórmula:

De acuerdo con los planteamientos de la microeconomía, se estableció que la elasticidad de la demanda se calcula a través de¹⁶:

$$\varepsilon_{(P)} = \frac{dQ/Q}{dP/P}$$

Se demostró que hay artículos que responden a un incremento de la demanda cuando hay una reducción en el precio.

Adicionalmente, de acuerdo con lo visto en los datos históricos, se pudo determinar que, dependiendo de la elasticidad del artículo, la venta se puede describir utilizando la siguiente fórmula.

$$Venta = ae^{-b(Precio)}$$

En donde a y b son las constantes obtenidas de una regresión exponencial con un coeficiente de correlación > 0.95

La fórmula anterior resulta de crucial importancia, dado que contribuye en mejorar los pronósticos de la demanda.

De acuerdo con lo planteado en esta tesis, las variables de precio y calidad forman parte de un sistema de clasificación donde la simulación se ha mostrado como se afecta la venta dependiendo del juicio de valor cualitativo que realizan los consumidores pertenecientes al mercado analizado.

Se pudo determinar una fórmula que ayuda a describir el potencial de venta que tiene un artículo en función de los valores de las distintas características del producto ([LINK](#)). Lo anterior no solamente ayudó en la simulación a determinar dicho potencial de venta, sino también a visualizar el impacto a través de la cadena de suministro en distintas variables, como el instock y el fill rate.

Resultó importante considerar las variables relevantes del sistema, y se simuló como las variables independientes afectan el resultado en la cadena de suministro.

Resaltó importancia el contar con el modelo de simulación que considere las variables de inciden en la decisión de compra del consumidor y su efecto en la

¹⁶ (Gillespie, 2014)

demanda, ya que sin esto se pueden generar cantidades imprevistas en la demanda.

Con esto, el modelo cobra relevancia, ya que se puede anticipar al sistema sin la necesidad de esperarse hasta ver los resultados de las decisiones tomadas. En su lugar, el modelo sirve para ayudar a los tomadores de decisiones para que se considere la mejor estrategia a ejecutar y evitar las siguientes implicaciones:

- Faltantes en el anaquel. Dado que los sistemas de reabastecimiento que operan bajo enfoques justo a tiempo trabajan en función de la demanda previamente ingresada, el modelo de simulación puede ser utilizado para pronosticar el estado final del sistema bajo determinadas condiciones. El correcto pronóstico de la demanda resulta una de las principales variables del sistema a considerar, ya que, si se cuenta con un pronóstico reservado y no se cuenta con el inventario suficiente, se pueden generar faltantes que se traducen en pérdidas de venta y bajos niveles de satisfacción en el cliente.
- Saturación en centros de distribución: En la simulación se pudo observar como uno de los nodos afectados era el de los centros de distribución, ya que en caso de que no se tuviera contemplado un incremento de la demanda por un precio a la baja en el sistema de reabastecimiento, una vez ajustadas las variables para tratar de evitar los faltantes por una demanda repentina, se estarán generando volúmenes en centros de distribución que originalmente no se tenían contemplados. Si no se tenía planificado, representó aumentar la capacidad de los CEDIS, lo cual generó un incremento en la demanda hacia los nodos anteriores, lo cual generó escasez y descontrol en el inventario que eventualmente se reflejaron en pérdidas.
- Atrasos en transporte: De la misma forma que los centros de distribución planifican su capacidad, la plantilla de transportistas también se ve afectada por un incremento en la demanda, si bien en la simulación no se consideró este nodo en el sistema, en una cadena de abastecimiento real, es un factor que también se ve afectado por una deficiente planeación deficiente de la demanda.
- Disminución en las entregas: En el modelo se pudo observar un caso en el cual pueden incurrir muchas organizaciones, que tienen ligadas sus cadenas de suministro hacia clientes o proveedores con planeaciones deficientes. Se pudo observar que, en algún punto, si no se cuenta con la información suficiente y no se cuenta con los recursos logísticos, humanos y financieros, una variación en la demanda puede incurrir en una situación compleja que derive en que el proveedor no pueda seguir entregando, lo cual impactaría en sus ingresos y con ello, perdería la liquidez para seguir operando.
- Saturación en las líneas de producción: Al no contar con mercancía en Stock, los proveedores tuvieron que fabricar volúmenes que no tenían contemplados en sus líneas de producción, por lo que se reflejó en altos

costos operativos al tener que contratar más personal. O bien, al pago de horas extras.

- Aumento de riesgos de trabajo: Este punto tampoco se consideró en la simulación, pero se considera que es una repercusión importante. Al tener que incrementar la manufactura, las líneas de producción saturadas contaron con personal trabajando en un ambiente que no estaba planeado. Se puede incurrir en el aumento de condiciones inseguras de trabajo que comprometan la integridad física de los trabajadores a lo largo de la cadena de suministro.

A través de la simulación se determinó que las variables del sistema incidieron de la siguiente forma:

En todos los nodos de la cadena de suministro, se observó que la principal variable que afectó el nivel de los inventarios fue la estimación de la demanda en el punto de venta. También se observó que los procesos de compra de materia prima se vieron afectados por el flujo financiero de la compañía, ya que como se observó en el [experimento sin enfoque colaborativo](#), el hecho de no contar con liquidez, las áreas de compras no pudieron abastecer las materias primas.

Para el nodo productivo, se observó que las [variables fundamentales que afectaron](#) el nivel de inventario en proceso de producción fueron la capacidad instalada y la eficiencia de los procesos productivos de cada uno de los distintos productores.

En cuanto al nivel del inventario en centros de distribución, se observó que, de forma similar al nodo de producción, las [variables principales que incidieron](#) fueron el potencial para fluir la mercancía desde los almacenes del productor hacia los centros de distribución del minorista y la eficiencia en los procesos logísticos.

Posteriormente, en el caso de los niveles de inventario en los puntos de venta. Se observó que las variables principales que incidieron en el stock, fueron aquellas observadas en el apartado de factores que inciden en decisión de compra en donde se simuló la forma en que la venta fue afectada por las variables de [calidad, precio, marca, envasado, resultado, ingredientes, etc.](#)

Con estas variables definidas en el modelo de simulación, se visualizó como se comportaba el sistema en función de los valores que tomaban cada una de ellas, visualizando diferentes escenarios dependiendo también del nivel de colaboración entre las distintas organizaciones que conforman a la cadena de suministro.

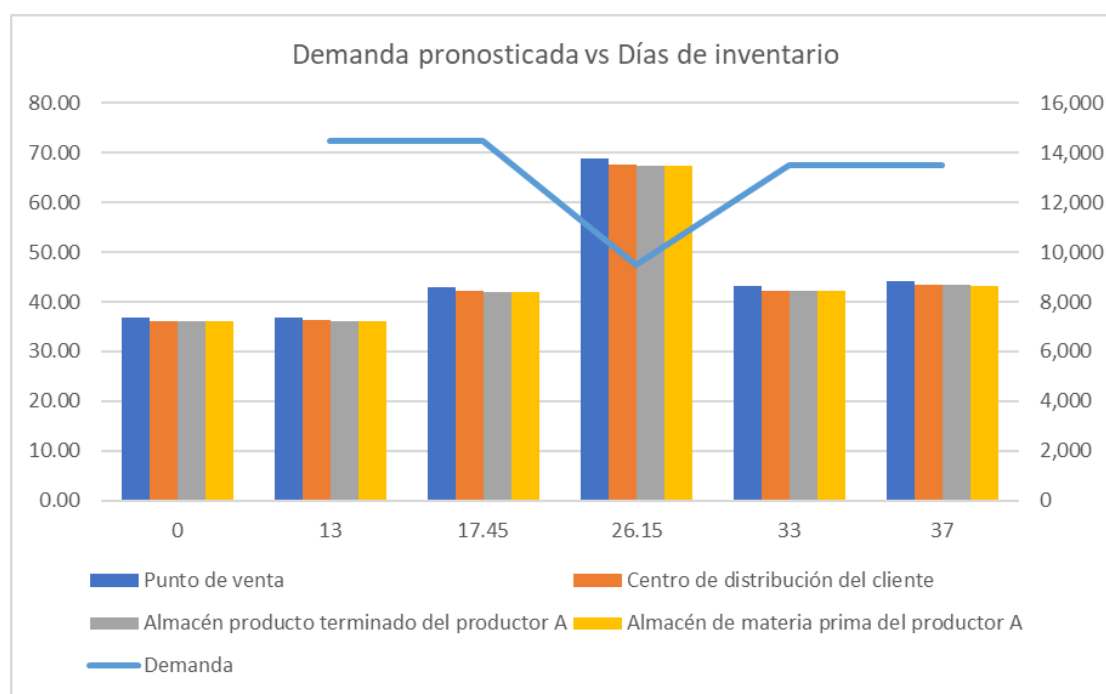
Se observó por ejemplo, que a diferencia de un enfoque sin colaboración ni comunicación entre los distintos nodos de la cadena, en un ambiente colaborativo en donde la comunicación de la demanda en el punto de venta ayudó a mejorar la planeación de los inventarios y a mejorar el flujo a través de la misma.

Con base en los resultados y resultados anteriores de la simulación, se propone el uso de la simulación para la planeación y con esto conocer las implicaciones de determinadas estrategias, de tal forma que el uso de esta herramienta permita

ejecutar las intervenciones en el sistema en el momento indicado. A través de la simulación, fue posible determinar cuáles son las decisiones que tendría que estar tomando el área estratégica de una organización para llevar a la misma hacia un escenario benéfico.

Finalmente, gracias a la simulación se pudo observar que la colaboración es un componente primordial entre las organizaciones que interactúan (Minoristas, proveedores, proveedores de materia prima). Dado que, sin esta comunicación, la cadena de suministro se comporta en función de decisiones unilaterales que pueden generar ineficiencias en los inventarios. Por lo que resulta de vital importancia la integración entre las organizaciones para poder transmitir las necesidades e incluso las oportunidades que se tienen dentro de cada organización.

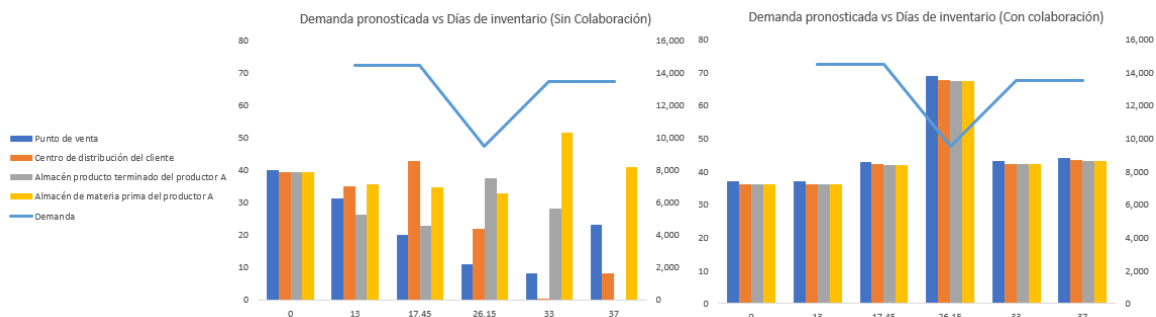
El resumen de todos los movimientos realizados en este periodo de tiempo se muestra a continuación:



Se puede notar que, a diferencia de la primera simulación, el hecho de que la demanda pronosticada en el punto de venta se haya transmitido en tiempo real hacia el resto de los nodos de la cadena, se reflejó en que los inventarios se comportaran de forma homogénea. Se pudo visualizar que a través de la simulación fue posible reflejar el efecto positivo de la colaboración entre los distintos nodos de la cadena de suministro.

Si se realiza un comparativo contra el comportamiento de los días de inventario de la simulación previa, se notará que en la primera, sin colaboración, los días de inventario en todos los nodos se comportaron de forma diferente, a diferencia de la segunda simulación, en la cual sin importar las fluctuaciones en la demanda, los

días de inventario tuvieron una menor variabilidad a lo largo de toda la cadena de suministro como se comprueba en la siguiente gráfica y con la respectiva desviación estándar de los días de inventario en los cuatro nodos principales de la cadena de suministro.



Lo anterior se traduce en que, al no existir estas sobrereacciones en las necesidades o subestimaciones en la demanda, se ponga en riesgo el inventario de productos terminados o materias primas, lo cual pueda perjudicar en el flujo financiero de cualquiera de los involucrados.

Gracias a esta simulación, se pudieron observar los tres flujos de la cadena: El de materiales, el de información y el financiero, adicionalmente se representaron las consecuencias de las decisiones tomadas en los distintos puntos de la cadena, con lo que se puede evaluar el impacto que repercutiría una decisión en todo el sistema.

Dicho lo anterior, se refuerza la necesidad de equipos interdisciplinarios para que promuevan la colaboración entre los distintos equipos dentro de las organizaciones, ya que, sin esta colaboración, el flujo de información puede desencadenar repercusiones en los materiales, las finanzas y por su puesto en el futuro de las organizaciones.

Referencias y Bibliografía.

Enconomipedia. (Enero de 2021). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/frontera-carteras-eficiente.html>

El economista. (Marzo de 2021). ¿Se está produciendo una burbuja? Cuatro variables para detectar un mercado sobrecalentado. Madrid, España. Obtenido de <https://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/11105625/03/21/Se-esta-produciendo-una-burbuja-Cuatro-variables-para-detectar-un-mercado-sobrecalentado.html>

Expansion. (Julio de 2017). Bachoco no se conforma con vender pollo y ahora va por alimento para mascotas. Obtenido de <https://expansion.mx/empresas/2017/07/13/bachoco-no-se-conforma-con-vender-pollo-y-ahora-va-por-alimento-para-mascotas>

Garrido Martos, L. (2009). La liquidez en la empresa: caso práctico del cálculo del intervalo defensivo. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 149-158.

Gillespie, A. (2014). *Foundations of Economics*. Oxford: Oxford University Press.

González, P. D., Peñate, D. S., & Vega, R. S. (2002). *Un modelo de competencia espacial duopolística vía precios con diferentes elasticidades de la demanda*. Recuperado el 29 de 2 de 2020, de <https://biblat.unam.mx/es/revista/investigacion-operacional/articulo/un-modelo-de-competencia-espacial-duopolistica-via-precios-con-diferentes-elasticidades-de-la-demanda>

Klaric, J. (2017). *Véndele a la mente, no a la gente*.

Merca2.0. (2017). Estudio de Packaging.

ONU. (2020). Socioeconomic Impact of COVID-19. Obtenido de <https://www.unescwa.org/node/268318>

Perloff, J. (2003). *Constant Elasticity Demand and Supply Curves*. Obtenido de https://web.archive.org/web/20110113151547/http://wpscms.pearsoncmg.com/aw_perloff_microecon_3/9/2365/605606.cw/index.html

Tecnología para los negocios. (2020). *Caminar con éxito hacia la Industria 4.0: Capítulo 7, La Cadena de Suministro*. Obtenido de <https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/caminar-con-exito-hacia-la-industria-4-0-capitulo-7-la-cadena-de-suministros-4-0/>

Torres-Rabello, R. (2015). Precisión de Pronósticos. *Negocios Globales*.

Walton, S., & Huey, J. (1992). *"Made in America"*.

Zandin, K. B. (2008). *Maynard Manual del Ingeniero Industrial Quinta edición*. México: Mc Graw Hill.