

**Guía para definir un sistema de control y valuación de inventarios analizando la  
viabilidad de incorporar Machine Learning**

**Proyecto de grado**

**Guía para definir un sistema de control y valuación de inventarios analizando la  
viabilidad de incorporar Machine Learning**

**Paula Andrea Rubio Cubillos**

**Enrique Romero Motta**

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C - Colombia, 22 de mayo del 2020**

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
<b>2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Empresas en Colombia</b>	<b>8</b>
<b>4.1.1 Pymes</b>	<b>8</b>
<b>4.2 Sistemas productivos</b>	<b>10</b>
<b>4.2.2 Estrategia de diseño bajo pedido</b>	<b>10</b>
<b>4.2.3 Estrategia de fabricación bajo pedido</b>	<b>11</b>
<b>4.2.4 Estrategia de fabricación bajo inventario</b>	<b>11</b>
<b>4.2.5 Estrategia de ensamble bajo pedido</b>	<b>11</b>
<b>4.3 Cadena de Suministro</b>	<b>13</b>
<b>4.3.1 Objetivos de la gestión de cadena de suministro</b>	<b>16</b>
<b>4.3.2 Beneficios de una buena gestión de la cadena de suministro</b>	<b>17</b>
<b>4.3.3 Evaluación de la cadena de suministro</b>	<b>18</b>
<b>4.4 Inventarios</b>	<b>21</b>
<b>4.4.1 Niveles de servicio</b>	<b>22</b>
<b>4.4.2 Costos asociados al inventario</b>	<b>23</b>
<b>4.4.3 Tipos de inventario</b>	<b>25</b>
<b>4.4.3.1 Según su forma</b>	<b>25</b>
<b>4.4.3.2 Según su función</b>	<b>25</b>
<b>4.4.3.3 Otros</b>	<b>27</b>
<b>4.5 Administración de inventarios</b>	<b>28</b>

# Guía para definir un sistema de control y valuación de inventarios analizando la viabilidad de incorporar Machine Learning

<b>4.5.1</b>	<b>Rotación de inventarios</b>	<b>29</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Días de suministro</b>	<b>30</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Control preventivo de inventarios</b>	<b>31</b>
<b>4.6</b>	<b>Valuación de inventarios</b>	<b>33</b>
<b>4.6.1</b>	<b>FIFO</b>	<b>34</b>
<b>4.6.2</b>	<b>LIFO</b>	<b>34</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Costo promedio ponderado</b>	<b>35</b>
<b>4.7</b>	<b>Industria 4.0</b>	<b>35</b>
<b>4.7.1</b>	<b>Conceptos y términos de la Industria 4.0</b>	<b>37</b>
<b>4.7.1.1</b>	<b>Planificación de Recursos Empresariales (ERP)</b>	<b>37</b>
<b>4.7.1.2</b>	<b>IoT</b>	<b>37</b>
<b>4.7.1.3</b>	<b>IIoT</b>	<b>37</b>
<b>4.7.1.4</b>	<b>Big Data</b>	<b>37</b>
<b>4.7.1.5</b>	<b>Inteligencia artificial (IA)</b>	<b>37</b>
<b>4.7.1.6</b>	<b>M2M</b>	<b>37</b>
<b>4.7.1.7</b>	<b>Digitalización</b>	<b>38</b>
<b>4.7.1.8</b>	<b>Aprendizaje automatizado</b>	<b>38</b>
<b>4.7.1.9</b>	<b>Computación en la nube</b>	<b>38</b>
<b>4.7.1.10</b>	<b>Procesamiento de datos en tiempo real</b>	<b>38</b>
<b>4.7.1.11</b>	<b>Ecosistema</b>	<b>38</b>
<b>4.7.1.12</b>	<b>Sistemas ciberfísicos (CPS)</b>	<b>38</b>
<b>4.7.2</b>	<b>Aplicaciones de la Industria 4.0</b>	<b>39</b>
<b>4.7.2.1</b>	<b>Administración y optimización de la cadena de suministro</b>	<b>39</b>
<b>4.7.2.2</b>	<b>Mantenimiento/analítica predictiva</b>	<b>39</b>
<b>4.7.2.3</b>	<b>Seguimiento y optimización de activos</b>	<b>40</b>

# Guía para definir un sistema de control y valuación de inventarios analizando la viabilidad de incorporar Machine Learning

<b>4.8</b>	<b>Machine Learning</b>	<b>41</b>
<b>4.8.1</b>	<b>Técnicas de Machine Learning</b>	<b>42</b>
<b>4.8.1.1</b>	<b>Regresión/estimación</b>	<b>42</b>
<b>4.8.1.2</b>	<b>Clasificación</b>	<b>42</b>
<b>4.8.2</b>	<b>Ámbitos de aplicación de Machine Learning</b>	<b>43</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>44</b>
<b>6.</b>	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>45</b>
<b>6.1</b>	<b>Identificación y análisis de la cadena de suministro de la empresa</b>	<b>46</b>
<b>6.1.1</b>	<b>Proveedores</b>	<b>47</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Distribución</b>	<b>49</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Demanda</b>	<b>49</b>
<b>6.1.3.1</b>	<b>Pronósticos</b>	<b>50</b>
<b>6.1.3.1.1</b>	<b>Definir el objetivo del pronóstico</b>	<b>50</b>
<b>6.1.3.1.2</b>	<b>Recopilar y depurar datos</b>	<b>50</b>
<b>6.1.3.1.3</b>	<b>Identificar factores que influyen el pronóstico</b>	<b>51</b>
<b>6.1.3.1.4</b>	<b>Determinar la técnica apropiada y sus parámetros</b>	<b>52</b>
<b>6.2</b>	<b>Identificar el tipo de sistema productivo de la empresa</b>	<b>53</b>
<b>6.3</b>	<b>Análisis del sistema de control de inventario actual</b>	<b>55</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Almacén</b>	<b>55</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Control y gestión de la información</b>	<b>56</b>
<b>6.4</b>	<b>Selección del sistema de control y valuación de inventarios</b>	<b>59</b>
<b>6.5</b>	<b>Incorporación de Machine Learning al sistema escogido</b>	<b>60</b>
<b>6.6</b>	<b>Ventajas de la implementación de Machine Learning</b>	<b>63</b>
<b>6.7</b>	<b>Riesgos de la implementación de Machine Learning</b>	<b>65</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>66</b>

## LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación Pymes</i> _____	9
<i>Tabla 2. Ejemplos de procesos en la cadena de suministro</i> _____	15
<i>Tabla 3. Prioridades competitivas: definiciones, consideraciones de proceso y ejemplos</i> _____	55
<i>Tabla 4. Técnicas de Machine Learning, usos y ejemplos</i> _____	62

## LISTADO DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1. Prioridades competitivas y estrategias de fabricación</i> .....	13
<i>Diagrama 2. Proceso de evaluación a proveedores</i> .....	47
<i>Diagrama 3. Tipos de inventario</i> .....	59

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Fases de la Cadena de Suministro</i> _____	14
<i>Ilustración 2. Mantenimiento analítica predictiva</i> _____	40

## LISTADO DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Cálculo para nivel de servicio tipo I</i> .....	22
<i>Ecuación 2. Cálculo para nivel de servicio tipo II</i> .....	22
<i>Ecuación 3. Cálculo de rotación de inventario</i> .....	29
<i>Ecuación 4. Cálculo de días de suministro</i> .....	30
<i>Ecuación 5. Cálculo de cantidad de pedido</i> .....	32
<i>Ecuación 6. Demanda</i> .....	50

## LISTADO DE ANEXOS

<i>Ver Anexo 1. Matriz de evaluación de proveedores</i> .....	49
---	----

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 General**

- Brindar a las empresas una guía que les permita definir un sistema de control y valuación de inventarios con la viabilidad de incorporar Machine Learning, mostrando las ventajas teóricas que adiciona a los sistemas de control de inventario utilizados habitualmente en Colombia.

### **1.2 Específicos**

- Conocer el manejo de inventarios actual que tienen las pymes en Colombia para brindar una guía que les facilite la definición de control y valuación de inventarios.
- Dar a conocer a las pymes el término de Machine Learning y cómo poder hacer un primer análisis de viabilidad para incorporarlo en sus empresas.
- Mostrar las ventajas teóricas que ofrece la implementación de Machine Learning sobre los métodos tradicionales.

## **2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Cómo realizan actualmente el control de inventario las pymes en Colombia?
- ¿Qué políticas de inventario suelen usar estas empresas colombianas?
- ¿Cómo pueden las pymes en Colombia generar una ventaja competitiva mediante Machine Learning?

### 3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la globalización junto con el cambio generacional, hacen que el entorno comercial tenga grandes exigencias para las empresas, especialmente para las pymes, por lo que éstas tienen el reto de lograr estar a la vanguardia con el uso de nuevas tecnologías y la implementación de industria 4.0 en cada uno de sus procesos; sobre todo en Colombia donde esto puede marcar una gran diferencia al competir en precios frente a empresas extranjeras y nuevas alternativas de empresas de descuento. Por tal motivo, es de vital importancia saber qué método de control y valuación de inventarios se debe manejar en las empresas, tanto para el control de unidades como para lograr un costeo idóneo. Esta tarea se ha modernizado con el tiempo gracias a la implementación de nuevas tecnologías y a la sistematización de los procesos, por lo que ya existen diversos métodos y software especializados en esta tarea, desde programas simples y gratuitos de descarga libre por internet, hasta módulos muchos más completos que pueden estar entre los novecientos cincuenta mil pesos (\$950,000) hasta los cuatro millones y medio de pesos (\$4'500,000) que en el mejor de los casos incluyen capacitaciones para los empleados que van a manipular el sistema, soporte técnico, mantenimiento, configuraciones avanzadas, etcétera.<sup>1</sup>

Sin embargo, los mejores softwares desarrollados para la gestión y el control de inventarios son de países como Canadá, España, Reino Unido y Singapur. El objetivo principal con éste trabajo es poder desarrollar una guía que le permita a las empresas

---

<sup>1</sup> Tomado de: Resvista logística supply chain-industria, <https://revistadelogistica.com/actualidad/inventarios-inteligentes/>

entender diferentes conceptos y hacer un análisis en su cadena de suministro para poder definir qué sistema de control y valuación de inventarios usar teniendo en cuenta su contexto, dando a conocer además el concepto de Machine Learning, pues si bien grandes empresas en Colombia cuentan con un software que les permite tener un control, la gran mayoría de las empresas colombianas hacen esto sobre la marcha de forma empírica, sin entender la teoría detrás de, lo que las lleva a cometer varios errores sobre todo en materia de inventarios y por ende a tener sobre costos, por lo que la guía busca de forma sencilla darles a conocer diferentes conceptos y pasos a seguir para que logren tener un adecuado control de su inventario y estar cada vez más a la vanguardia en temas tecnológicos.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Empresas en Colombia**

#### **4.1.1 Pymes**

Las Pequeñas y Medianas Empresas se clasifican principalmente por el número de empleados y la cantidad de sus activos como podemos ver en la siguiente tabla<sup>2</sup> :

---

<sup>2</sup> Tomado de: Grupo Bancolombia, Negocios Pyme, 12 de Julio de 2018, <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios-pymes/actualizate/legal-y-tributario/todo-sobre-las-pymes-en-colombia>



## Guía para definir un sistema de control y valuación de inventarios analizando la viabilidad de incorporar Machine Learning

TIPO DE EMPRESA	EMPLEADOS	ACTIVOS
Microempresas	Hasta 10 empleados	Inferiores a los 500 smmlv, excluida la vivienda.
Pequeña Empresa	Desde 11 hasta 50 empleados	Entre los 501 y 5.000 smlmv
Mediana Empresa	Desde 51 hasta 200 empleados	Desde 5.001 hasta 30.000 smlmv

Tabla 1. Clasificación Pymes

Este tipo de empresas son mayoría en Colombia, según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, representan el 90% del total de las empresas del país, creando además el 80% de los empleos nacionales y el 50% del Producto Interno Bruto.<sup>3</sup>

Dentro de los principales sectores de las pymes se encuentran: alimentos, calzado, muebles, textil, artes gráficas, plástico y químico, metalúrgico y autopartes. La concentración de la industria se centra en el aprovechamiento de los recursos naturales, ya sean de origen agropecuario o minero, representando el 71% de la producción industrial.

Al día de hoy no es posible determinar con exactitud la inversión de estas empresas en investigación y desarrollo, pues son empresas que buscan primero estabilizarse en el mercado, lo que las lleva muchas veces a manejar algunos procesos de forma subjetiva lo que termina haciendo que tengan malos manejos, pérdidas y algunos sobre costos que los pone en aprietos por no conocer bien la teoría detrás de muchos de sus procesos<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Tomado de: HubSpot: La importancia de las PYMES en Colombia, 29 de Julio de 2019, <https://blog.hubspot.es/marketing/la-importancia-de-las-pymes-en-colombia>

<sup>4</sup> Tomado de: BusinessCol: Sección PYMES: <https://www.businesscol.com/empresarial/pymes/>

Tener en cuenta esto es de vital importancia para el desarrollo de este trabajo, pues evidencia que la mayoría de las empresas de nuestro país llevan procesos internos de manera empírica, generalmente el control de sus inventarios a lo largo de toda su cadena de suministro, pues suelen entender conceptos generales pero sin saber específicamente a qué tipo de inventario se están enfrentando y usando muchas veces Excel como única herramienta para su control, sin siquiera usarlo de forma avanzada y limitando su uso a tener un registro de entradas y salidas, sin llegar a hacer un análisis de lo que realmente está pasando e ignorando información valiosa que les puede permitir corregir puntos de mejora y tomar mejores decisiones.

## 4.2 Sistemas productivos

Teniendo en cuenta el tipo de empresa dentro del marco de las pymes, en las empresas de manufactura sus estrategias llegan a variar según el nivel de demanda que tienen, no solo por el nivel de contacto que llegan a tener con sus clientes sino también por su capacidad de usar inventarios, ya sea de materia prima o producto terminado.

Existen cuatro estrategias de producción que deberían estar coordinadas con el manejo de su inventario <sup>5</sup>:

**4.2.2 Estrategia de diseño bajo pedido:** También conocida como ETO “Engineering to order”. Empresas que tienen la capacidad de diseñar nuevos productos teniendo en

---

<sup>5</sup> Tomado de: Lee J. Krajewski, Larru P. Ritzman, Manoj K. Malhotra. (2013). Process Strategy and Analysis. En Operations Management, processes and supply chains(55, 56). New York: Pearson.

cuenta las especificaciones del cliente y cuyo factor diferenciador es precisamente ese, vender productos personalizados. Un ejemplo de estos productos puede ser ropa exclusiva elaborada por diseñadores.

**4.2.3 Estrategia de fabricación bajo pedido:** También conocida como MTO “Make to order”. Empresas que al igual que las anteriores fabrican bajo las especificaciones del cliente con la diferencia de que son varios productos a bajo volumen, esta es combinada con procesos de lotes pequeños. Lo que permite a la empresa tener un gran nivel de personalización, un ejemplo de estos productos pueden ser algunos equipos médicos especializados.

**4.2.4 Estrategia de fabricación bajo inventario:** Conocida como MTS “Make to stock”. Empresas que fabrican artículos que mantienen en inventario para entrega inmediata buscando minimizar los tiempos de entrega al cliente. Esta estrategia es factible para empresas cuyos productos son estandarizados con grandes volúmenes de compra, un ejemplo de estos productos pueden ser juguetes de una misma referencia, ropa del mismo diseño y talla, varios alimentos no perecederos, entre otros.

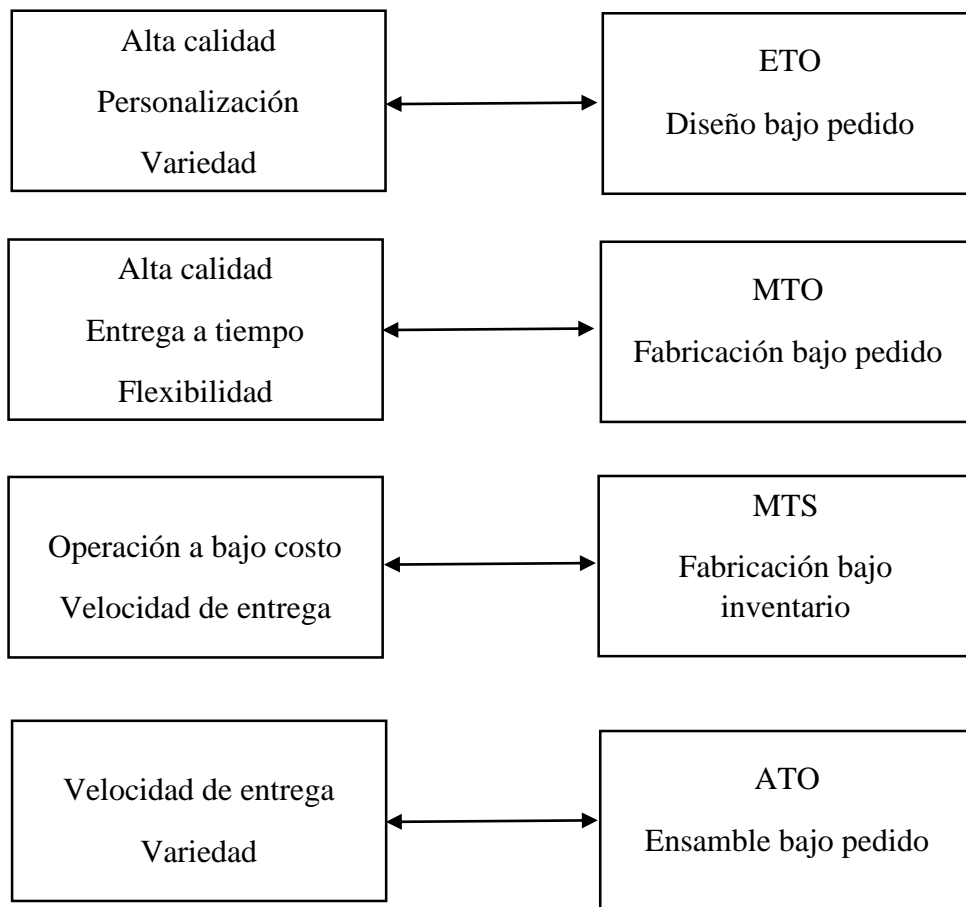
**4.2.5 Estrategia de ensamble bajo pedido:** Conocida como ATO “Assembly to order”, es una combinación de las estrategias MTS y MTO. Empresas con un enfoque de producción de gran variedad de productos luego de que el pedido del cliente es recibido, muchas veces implica un proceso de fabricación por lotes pues fabrican grandes cantidades de componentes estandarizados y un proceso de ensamble en

línea. Acá las empresas se centran en fabricar las cantidades apropiadas de inventario de componentes para luego poder hacer el ensamblaje según el pedido. Un ejemplo de este tipo de productos pueden ser productos electrónicos, casas prefabricadas, entre otros.

Conociendo ya las diferentes estrategias, es importante también resaltar que existen algunas prioridades competitivas y que las estrategias deben ir acorde a ellas como se muestra en el siguiente diagrama:

**PRIORIDADES COMPETITIVAS**

**ESTRATEGIAS DE FABRICACIÓN**



*Diagrama 1. Prioridades competitivas y estrategias de fabricación*<sup>6</sup>

Entender esto les permite a las empresas conocer conceptualmente cómo están trabajando y entender cuáles son las prioridades competitivas a las que idealmente deberían apuntarle para evaluar y analizar si van acorde o no con los objetivos de la empresa.

Para poder llegar a definir un sistema de control y valuación de inventario es necesario conocer y entender a profundidad el funcionamiento de la empresa, y éstos conceptos permiten tener un primer acercamiento a eso.

### **4.3 Cadena de Suministro**

También conocido como SCM “Supply Chain Management” es el conjunto de operaciones empresariales que muestran el ciclo de vida de un producto o servicio, desde que se consiguen las materias primas hasta que el producto terminado llega al consumidor final y su identificación permite que las empresas cuenten con un camino claro y organizado identificando a todas las partes involucradas para poder llevar a cabo el desarrollo de su negocio. A lo largo de la cadena de suministro se ven involucrados diferentes departamentos de la empresa con sus procesos teniendo así diferentes participantes como lo son proveedores, fabricantes, distribuidores, mayoristas, clientes, consumidores finales y la lista se puede volver mucho más

---

<sup>6</sup> Tomado de: Lee J. Krajewski, Larru P. Ritzman, Manoj K. Malhotra. (2013). Process Strategy and Analysis. En Operations Management, processes and supply chains(61). New York: Pearson.

extensa dependiendo de la actividad empresarial y la cantidad de terceros que se involucren.<sup>7</sup>

La cadena de suministro implica una parte estratégica y logística que involucra tres fases principales:



*Ilustración 1. Fases de la Cadena de Suministro*

- **Suministro:** Hace referencia a las materias primas e insumos necesarios por parte de la empresa para la fabricación de su producto o servicio. Es importante conocer cómo y de dónde se obtendrán, haciendo la evaluación pertinente de cada uno de los proveedores teniendo en cuenta detalles como la forma de pago, los plazos de entrega estipulados y el cumplimiento de estos para no tener problemas.
- **Fabricación:** Esta fase involucra los procesos necesarios para poder convertir las materias primas e insumos en el producto final.
- **Distribución:** Es el proceso de distribución del producto terminado a los diferentes puntos de venta con el objetivo de que llegue de la mejor manera a los consumidores finales. Es necesario tener en cuenta la ruta de entrega, los

---

<sup>7</sup> Tomado de IEBS: La Cadena de Gestión de Suministro (SCM), 31 de Diciembre de 2018, <https://www.iebschool.com/blog/cadena-gestion-suministro-negocios-internacionales/>

tiempos y si el producto terminado requiere alguna condición especial de embalaje, temperatura u otra para poder ser distribuido.<sup>8</sup>

A lo largo de la cadena de suministro se dan diferentes procesos, principalmente comerciales que tienen actores externos como clientes o proveedores, en la siguiente tabla se pueden ver algunos ejemplos de procesos en la cadena de suministro:

PROCESO	DESCRIPCIÓN	PROCESO	DESCRIPCIÓN
Outsourcing	Buscar proveedores disponibles para escoger la mejor opción en precio, calidad, tiempo de entrega y factores ambientales	Servicio al cliente	Proporcionar por medio de los canales adecuados y en el menor tiempo posible información para responder preguntas o resolver problemas automatizando estos sistemas.
Almacenamiento	Recepción de envíos de proveedores, verificación de calidad y registro en inventario.	Logística	Selección del modo de transporte, programar rutas tanto de envíos entrantes como salientes, proporcionando información de inventario
Abastecimiento	Seleccionar, evaluar y certificar proveedores y realizar toda la gestión de contratos	Cross docking	Embalaje de producto entrante para que puedan clasificarse más fácil y económicamente en almacenes intermedios para envíos salientes a su destino final

*Tabla 2. Ejemplos de procesos en la cadena de suministro<sup>9</sup>*

Estos procesos deben documentarse y analizarse para mejorar progresivamente.

Examinar la calidad, los sistemas de control, la capacidad de la empresa y sus cuellos

de botella para tomar mejores decisiones.

---

<sup>8</sup> Tomado de: Entrepreneur: Cadena de suministro, qué es y cómo funciona, 17 de Julio de 2018, <https://www.entrepreneur.com/article/316908>

<sup>9</sup> Tomado de: Lee J. Krajewski, Larru P. Ritzman, Manoj K. Malhotra. (2013). Using operations to create value. En Operations Management, processes and supply chains(8). New York: Pearson.

### 4.3.1 Objetivos de la gestión de cadena de suministro

Es fácil caer en el error de confundir la Logística con la Cadena de suministro, pues ambos términos están estrechamente relacionados, sin embargo, es importante entender que la logística es una parte de la Cadena de suministro, la logística busca lograr la entrega de un producto en el lugar indicado, en el tiempo adecuado, la cantidad adecuada, al costo adecuado y con la calidad necesaria, mientras que la Cadena de Suministro va un poco más allá, dentro de sus objetivos están:

- Tener una adecuada planificación de todas las actividades involucradas para obtención del producto terminado.
- Abastecer y regular las operaciones de fabricación, distribución, mercadeo, ventas, finanzas, entre otras.
- Lograr la sincronización entre todos los involucrados, pues si existe un retraso o error en alguno, toda la cadena se verá afectada.
- La logística dentro de la cadena de suministro controla la eficiencia del transporte, el almacenamiento y las operaciones necesarias para la preparación de pedidos.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Tomado de IEBS: La Cadena de Gestión de Suministro (SCM), 31 de Diciembre de 2018, <https://www.iebschool.com/blog/cadena-gestion-suministro-negocios-internacionales/>



#### 4.3.2 Beneficios de una buena gestión de la cadena de suministro

Dentro de los principales beneficios de lograr una buena gestión de la cadena de suministro en las empresas están:

- **Mejor control:** Una vez las empresas tienen el proceso definido desde el inicio (suministro) les permite identificar de manera mucho más organizada y ágil los puntos de mejora dentro de la cadena, lo que les da un mayor control con factores externos como lo son los proveedores, permitiendo hacer un seguimiento mucho más exhaustivo de todo el proceso.
- **Mayor rentabilidad:** Al poder identificar los puntos de mejora de forma más eficaz, es posible reducir costos operativos e identificar sobrecostos a lo largo de la cadena. Además, se logra una mayor competitividad en el mercado, lo que permitirá llegar a los clientes de una mejor manera y abarcar nuevos mercados.
- **Fidelidad de los clientes:** Gracias a la eficiencia en los procesos de toda la cadena de suministro, la atención al cliente mejora, pues se llegan a mejorar aspectos como el precio, los tiempos de entrega o las condiciones de compra, haciendo que éstos tengan presente en su mente la marca de forma positiva pues su experiencia es satisfactoria.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Tomado de IEBS: La Cadena de Gestión de Suministro (SCM), 31 de Diciembre de 2018, <https://www.iebschool.com/blog/cadena-gestion-suministro-negocios-internacionales/>

### **4.3.3 Evaluación de la cadena de suministro**

Este es de los factores más importantes, pues si bien tener claridad de inicio a fin de la cadena de suministro permite tener un mayor control por dicha trazabilidad, es la evaluación de esa información la que nos va a permitir detectar problemas en los diferentes procesos y poder así tomar las mejores decisiones y crear estrategias de mejora.

Para esta evaluación es importante tener en cuenta tres factores principales:

- **SRM:** Supplier Relationship Management, que se relaciona con el manejo de las relaciones con los proveedores, y va de la mano con la fase inicial de la cadena (suministro) y lleva a cabo la evaluación y análisis de todo lo que compone estas relaciones, desde la negociación del precio de la materia prima e insumos hasta las pautas necesarias en tiempos y calidad.
- **ISCM:** Internal Supply Chain Management, se refiere al manejo de la cadena de suministro interna, es decir, todos los procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa como la planeación estratégica, producción, almacenamiento, etcétera dependiendo de cómo está conformada la empresa.
- **CRM:** Customer Relationship Management, es todo lo relacionado con el manejo de la relación con clientes, suele abordar estrategias de mercadeo trabajando de la mano con ventas, atención al cliente y todos los departamentos para lograr llegar al cliente y al consumidor final de la mejor forma.

Para la evaluación en cualquiera de las categorías explicadas anteriormente es necesario que las empresas definan los indicadores de desempeño adecuados teniendo en cuenta su planeación estratégica pues la información a evaluar debe ir acorde al cumplimiento de los objetivos empresariales, estos indicadores se suelen conocer como KPI “Key performance Indicator”. Ya existen algunos indicadores generales que suelen aplicarse dentro de las empresas:

- Para SRM si se busca medir la gestión de compras y proveedores:
  - Ahorro total de costos. Mide de forma monetaria los ahorros conseguidos por parte de la empresa al tomar decisiones con sus proveedores.
  - Calidad de las entregas. Busca cuantificar las veces que el proveedor hace las entregas de forma correcta, tanto en calidad como en tiempos de entrega estipulados.
- Para ISCM si se busca medir el desempeño específico de algún proceso interno de la empresa:
  - Productividad: Mirando la relación entre el trabajo generado y los recursos usados para poder hacerlo, teniendo en cuenta la capacidad tanto maquinaria como de mano de obra.
  - Uso del espacio en almacén: Busca indagar en si el uso del espacio destinado para almacenamiento ya sea de materia prima o producto terminado se está usando de la mejor forma, si está en las condiciones necesarias.

- Demanda de inventario: Se analiza el comportamiento de la entrada y salidas de inventario para poder predecir la demanda de un producto, esto con el fin de planificar el inventario necesario a corto y mediano plazo para no tener sobre costos ni incumplimientos a los clientes.
- Para CRM si se busca medir los procesos relacionados con el cliente:
  - Tasa de retención del cliente: Mide la habilidad que tiene la empresa para mantener un cliente, se tienen en cuenta diferentes factores.
  - Tiempo de respuesta inicial: Busca medir la velocidad con la que desde la empresa se da respuesta a las peticiones de sus clientes, este se busca minimizar para poder mejorar la experiencia del cliente.
  - Cantidad de devoluciones y/o reclamos: Cuantifica la cantidad de devoluciones o reclamos que tiene un producto, para encontrar procesos de mejora y si es necesario de re ingeniería.<sup>12</sup>

Entender, qué es cadena de suministro, cuáles son sus objetivos, qué beneficios trae gestionarla de manera adecuada y cómo poder evaluarla, es el primer paso para lograr un buen diagnóstico del funcionamiento de la empresa, pues permite no dejar ningún frente de la empresa por fuera de la identificación y análisis. Será en este trabajo el primer paso dentro de la guía de implementación, por lo que es fundamental que se entienda completamente.

---

<sup>12</sup> Tomado de: Blog beetrack: Evaluación de la cadena de suministro: ¿cómo llevarla a cabo?, 10 de Octubre de 2019, <https://www.beetrack.com/es/blog/evaluacion-de-la-cadena-de-suministro>

#### **4.4 Inventarios**

Los inventarios son bienes tangibles que tienen las empresas para comercializarlos o para ser usados en la producción de bienes o servicios para su posterior venta. Comprenden las materias primas, productos en proceso, productos terminados, empaques o materiales de repuesto<sup>13</sup>.

Según el enfoque de la empresa, existen diferentes razones por las cuales es necesario mantener unidades en inventario como:

- Garantizar niveles de servicio.
- Costos asociados.
- Variabilidad de la demanda.
- Variabilidad del tiempo de entrega.
- Desfases entre oferta y demanda.

Es importante saber que los inventarios van más allá de contabilizar el número de unidades que tengo en almacén, y que no siempre se trata de las unidades de producto terminado que tengo listos para despachar una vez confirmada la venta; que existen diferentes tipos y motivos por los cuales es necesario tener unidades en inventario.

---

<sup>13</sup> Tomado de: [http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos\\_oei/Contabilidad/Unidad%202/Inventario.pdf](http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos_oei/Contabilidad/Unidad%202/Inventario.pdf)

#### 4.4.1 Niveles de servicio

El nivel de servicio es la capacidad de satisfacer la demanda y pueden clasificarse de la siguiente forma<sup>14</sup>:

- Tipo I (por ocasión): es la probabilidad de que no existan unidades faltantes en un pedido.

$$\frac{\text{Número de órdenes entregadas bien}}{\text{Número de órdenes totales}} \times 100$$

*Ecuación 1. Cálculo para nivel de servicio tipo I*

- Tipo II (por unidad): es la proporción de demanda que se puede satisfacer directamente del inventario a la mano.

$$1 - \frac{\text{Número de unidades entregadas}}{\text{Número de unidades totales ordenadas por el cliente}} \times 100$$

*Ecuación 2. Cálculo para nivel de servicio tipo II*

- Tiempo promedio entre faltantes: es el tiempo esperado de ocurrencia entre dos ocasiones seguidas donde exista una unidad faltante.

Esta es una de las razones principales por las cuales se busca tener unidades en inventario y es necesario como empresa saber qué nivel de servicio se busca ofrecer, para poder definir acorde a eso estrategias que permitan asegurar dicho nivel de la mejor forma.

---

<sup>14</sup> Tomado de Romero Motta, Enrique. “Gestión de inventarios”, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá. Junio 2019.

Como se pueden dar cuenta esto va más allá de ser un tema de costos y rentabilidad de la empresa, también juega un papel importante en la imagen que proyecta la empresa y cómo ésta se empieza a posicionar dentro del mercado.

#### **4.4.2 Costos asociados al inventario**

Suele ser común que las empresas no sepan con exactitud cuáles son los costos vinculados a sus inventarios y por ende no saben cómo contabilizarlos de manera adecuada, lo que puede llegar a ser un problema pues de no entenderse bien los costos asociados al inventario puede llevarlos a cometer el error de usar el sistema de contabilidad inadecuado.

Los costos de inventario no solo implican el costo de los productos o materia prima en almacén, involucra varios factores. Algunos de los costos asociados se pueden ver en cuatro categorías <sup>15</sup>:

- **Costo unitario**
  - Comprados: es el precio de adquisición del artículo más su transporte, impuesto de aduanas y seguros.
  - Producidos: es el precio de los materiales más la mano de obra directa y los gastos indirectos de fabricación.

---

<sup>15</sup> Tomado de Romero Motta, Enrique. “Gestión de inventarios”, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá. Junio 2019.

- **Costos de almacenamiento de inventario**
  - Capital: costos de oportunidad y financieros teniendo en cuenta impuestos y depreciación de los artículos.
  - Mantenimiento: el costo de las instalaciones, mano de obra y seguridad.
  - Riesgo: el costo que se tiene por daños, pérdidas, desperdicio y seguros.
- **Costos de pedido**
  - Producción: costos que involucran el control de la producción su alistamiento y desmontaje y los costos de tiempos muertos.
  - Compras: son los costos administrativos, de recepción e inspección, de los sistemas de facturación y pagos.
- **Costos de existencias faltantes**
  - Ventas perdidas
  - Ordenes pendientes

Estos costos se suelen ver representados por multas, sobre esfuerzos para poder cumplir y aunque no es monetario el costo de quedar mal con los clientes y tener una mala imagen.



### **4.4.3 Tipos de inventario**

La importancia de saber el tipo de inventarios que se manejan dentro de una empresa radica precisamente en que existen diferentes tipos y aunque existen generalidades al momento de manejarlos, también difieren en varias cosas y no se controlan ni se valúan de la misma forma, por lo que los procesos y estrategias a diseñar para gestionarlos no van a tener el mismo efecto en todos los tipos ni todas van a ser convenientes para cada uno de ellos.

#### **4.4.3.1 Según su forma** Estos se pueden clasificar en 4 grupos.

- **Inventario de Materias Primas:** Es conformado por todos los materiales con los que se elaboran los productos, pero que aún no han sido procesados.
- **Inventario de Productos en Proceso de fabricación:** Es conformado por todos los bienes que se encuentran en proceso de manufactura. Su cuantificación tiene en cuenta la cantidad de materiales, mano de obra y gastos de manufactura aplicables a la fecha de cierre.
- **Inventario de Productos Terminados:** Es conformado por todos los bienes que ya han sido manufacturados y están listos para su comercialización.

#### **4.4.3.2 Según su función** Estos se pueden clasificar en 5 grupos.

- **Inventario de Seguridad o de reserva:** Es el inventario que se mantiene para compensar riesgos no planeados de la producción o incrementos inesperados en la demanda de los clientes.

- **Inventario de desacoplamiento:** Es el inventario que se necesita entre dos procesos adyacentes pero cuyas tasas de producción no se pueden sincronizar, lo que permite que cada uno funcione como se planea.
- **Inventario en tránsito:** Es conformado por los materiales que avanzan a lo largo de la cadena de valor. Estos son materiales que se han pedido pero que aún no han sido recibidos.
- **Inventario de ciclo:** Es el inventario que resulta cuando la cantidad de unidades compradas o producidas, con el fin de reducir costos por unidad de compra o de aumentar la eficiencia de la producción, es mayor que las necesidades inmediatas de la empresa.
- **Inventario de previsión o estacional:** Es el inventario que queda cuando la empresa produce más de los requerimientos inmediatos durante periodos de baja demanda para satisfacer los requerimientos cuando la demanda incrementa. Suele pasar cuando la demanda es estacional.
- **Inventario máximo:** Es el volumen máximo de productos que una empresa puede mantener en almacén. Es utilizado para pronosticar la demanda en producción por lo que es medido en meses de demanda pronosticada y la variación del excedente y dependiendo del producto puede ser muy alto a causa del enfoque de control de masas que use la empresa.
- **Inventario mínimo:** Es el volumen mínimo de inventario a ser mantenido en almacén.

#### **4.4.3.3 Otros**

Vale la pena resaltar otros 2 grupos de clasificación de inventarios.

- Inventario en función de la demanda:
  - Inventario de demanda independiente: Corresponde a la demanda de productos terminados y no depende de la fabricación de ningún otro producto o componente.
  - Inventario de demanda dependiente: Cuando la demanda de un producto está ligada a la demanda de otro producto también fabricado por la empresa.
- Inventario en función de su utilización monetaria anual, modelo ABC: Entendiendo que la utilización monetaria anual, es el valor de cada producto de inventario multiplicado por el número de productos que se han utilizado en el año y pueden existir 3 tipos de productos:
  - Productos tipo A: Cuando el 20% de los productos representan del 80% al 100% del valor total anual recibido, por lo que son los productos más importantes.
  - Productos tipo B: Cuando el 30% de los productos representan cerca del 20% del valor total anual recibido.

- Productos tipo C: Son aquellos productos que aportan menos al valor total anual. Cuando el 50% de los productos representan del 5% al 10% del valor total anual recibido.<sup>16</sup>

#### **4.5 Administración de inventarios**

Es el manejo adecuado en el registro, rotación y evaluación del inventario teniendo en cuenta el tipo de inventario que maneje la empresa; implica determinar la cantidad de inventario que deberá mantenerse, la fecha en la que se deberán realizar los pedidos y las cantidades que deberán ser ordenadas. Esto permitirá determinar las utilidades de la empresa y establecer la situación financiera de la misma para poder analizar diferentes situaciones y poder tomar decisiones para mejorar.<sup>17</sup>

Contar con un buen sistema de administración de inventarios permitirá a la empresa tener varios beneficios como:

- Conocer la demanda: a través de un inventario organizado, se podrá analizar en qué épocas se tiene mayor o menor número de ventas.
- Obtener descuentos: con el tiempo se podrá ir definiendo el flujo de la mercancía, por lo que las empresas podrán realizar compras al por mayor con menor riesgo de pérdidas y obtener descuentos por negociar con diferentes proveedores.

---

<sup>16</sup> Tomado de: Gestipolis, ¿Qué es inventario? Tipos, utilidad, contabilización y valuación, 19 de Agosto de 2002, <https://www.gestipolis.com/que-es-inventario-tipos-utilidad-contabilizacion-y-valuacion/>. Gestión de aprovisionamiento: Gestión de inventario, <https://sites.google.com/site/gestiondeaprovisionamiento/gestion-de-inventario/inventario-maximo>

<sup>17</sup> Tomado de: [http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos\\_oei/Contabilidad/Unidad%202/Inventario.pdf](http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos_oei/Contabilidad/Unidad%202/Inventario.pdf)

- Toma de decisiones de forma ágil: al tener control sobre el inventario las empresas podrán tomar decisiones con mucha más precisión y en menor tiempo, lo que les permitirá crear estrategias de mercadeo con menor incertidumbre para aumentar sus utilidades.<sup>18</sup>

## 4.5.1 Rotación de inventarios

Es un indicador que permite saber cuántas veces el inventario se ha vendido, determinando así la eficiencia en la gestión del mismo y se puede determinar de la siguiente forma<sup>19</sup>:

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Costo anual de los bienes vendidos}}{\text{Inventario promedio \$}}$$

*Ecuación 3. Cálculo de rotación de inventario*

Un ejemplo para entender mejor puede ser con los siguientes datos:

- Costo de mercancías durante el año \$60.000.000
- Promedio de inventarios en ese mismo año \$10.000.000

Cálculo de rotación de inventario:

$$\frac{60.000.000}{10.000.000} = 6 \text{ veces}$$

---

<sup>18</sup> Tomado de: Siigo, ¿Qué es un inventario?, 8 de Enero de 2018, <https://www.siigo.com/blog/contador/que-es-un-inventario/>

<sup>19</sup> Tomado de: Gerencie: Rotación de inventarios, 23 de Febrero de 2019, <https://www.gerencie.com/rotacion-de-inventarios.html>

La interpretación de este resultado puede ser, que la rotación del inventario durante ese año fue de 6 veces, que es lo mismo que decir que dichos inventarios se rotaron cada dos meses  $\frac{6 \text{ veces}}{12 \text{ meses}} = 2 \text{ meses}$ . Es decir que la mercancía duró en inventario dos meses antes de ser vendida.

Entre más alta sea la rotación implica que la mercancía estuvo menos tiempo en almacén como inventario, lo que es consecuencia de una buena administración y gestión de los inventarios.

## 4.5.2 Días de suministro

Hace referencia a los días de disponibilidad de la mercancía en almacén, teniendo en cuenta la demanda diaria en un determinado periodo de tiempo, calculándose de la siguiente forma:

$$\text{Días de suministro} = \frac{\text{Cantidad de inventario actual}}{\text{Promedio de ventas diarias}}$$

*Ecuación 4. Cálculo de días de suministro*

Donde el resultado será interpretado como el número de días que se podrá cubrir la demanda con el inventario disponible.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Tomado de: relBase: Días de suministro o días de inventario 3 de Abril de 2020, <https://relbase.zendesk.com/hc/es/articles/360033471751-D%C3%ADas-de-suministro-o-d%C3%ADas-de-inventario>

### 4.5.3 Control preventivo de inventarios

Esta modalidad de control operativo se basa en hacer reposiciones ajustadas a las necesidades de la empresa, logrando evitar acumulaciones excesivas de stock.

Usualmente con tres técnicas:

- Control contable: a través de un kardex, que es un documento administrativo creado a partir de la evaluación del inventario registrando la cantidad de bienes, el valor de medida y el precio por unidad para luego poder clasificar los productos de acuerdo con sus similitudes. Acá se registran datos generales con el objetivo de tener un control de sus movimientos rastreando entradas y salidas. Esto se realiza de forma manual, aunque hoy en día existen diferentes softwares administrativos que contienen kardex dentro de sus componentes.<sup>21</sup>
- Control físico: En Almacén.
- Control de nivel de inversión: Índices de rotación.

Máximos y mínimos, es una técnica que consiste en establecer dichos niveles de inventario y su periodo fijo de revisión. Así, la cantidad a ordenar o producir corresponde a la diferencia entre la existencia máxima calculada y las existencias actuales de inventario. Los tiempos deben ser precisos por lo que los pedidos realizados fuera de las fechas establecidas de revisión, serán únicamente aquellos

---

<sup>21</sup> Tomado de Siigo, ¿Qué es un kardex?, <https://www.siigo.com/blog/empresario/que-es-un-kardex/>

que busquen reaccionar a una fluctuación anormal de la demanda de unidades que haga que los niveles de inventario lleguen al límite mínimo antes de la revisión.

Para ello se usan diferentes fórmulas matemáticas<sup>22</sup>. Teniendo en cuenta que:

- Pp: Punto de pedido.
- Tr: Tiempo de reposición de inventario en días.
- Cp: Consumo medio diario.
- Cmx: Consumo máximo diario.
- Cmn: Consumo mínimo diario.
- Emx: Existencia máxima.
- Emn: Existencia mínima (inventario de seguridad)
- CP: Cantidad de pedido.
- E: Existencia actual.

$$Emn = Cmn * Tr$$

$$Pp = (Cp * Tr) + Emn$$

$$Emx = (Cmx * Tr) + Emn$$

$$CP = Emx - E$$

*Ecuación 5. Cálculo de cantidad de pedido*

---

<sup>22</sup> Tomado de: [Ingenieriaindustrialonline.com, Control preventivo de inventarios, https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/control-preventivo-de-inventarios/](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/control-preventivo-de-inventarios/)



#### **4.6 Valuación de inventarios**

Primero, vale la pena destacar en este punto la diferencia entre sistema de inventarios y valuación de inventarios, pues ambos tienen objetivos muy diferentes. El sistema de inventarios busca tener el mejor control de los mismos, de su cantidad y ubicación, mientras que la valuación de inventarios busca determinar el costo de cada unidad en inventario y valorar el inventario final en un periodo de tiempo.

Para la valoración de inventarios existen diferentes técnicas con el objetivo de que las empresas puedan seleccionar y aplicar una base específica para valorar sus inventarios en términos monetarios, algunas técnicas son aplicables en casos especiales y otras de aplicación general.

Entre las cosas más importantes al momento de hacer la valuación de inventarios, la más importante es la constancia pues la información contable debe ser obtenida mediante los mismos principios a lo largo del periodo contable y durante todos los periodos para que sea factible poder comparar los estados financieros y conocer los avances de las empresas.

Dentro de las principales bases de valuación para inventarios están:

- Base de costo: Es costo incluye todo costo adicional necesario para poner los productos en las estanterías. Los costos incidentales como los costos de importación, fletes u otros costos asociados al transporte, almacenamiento y seguro.
- Base de costo o mercado: El precio de mercado puede determinarse sobre 3 diferentes bases, teniendo en cuenta el tipo de inventario que manejen las empresas:
  - Base de compra: Aplica a las mercancías o materiales comprados.

- Base de reposición: Se aplica a los productos en proceso y se determina con base a los precios del mercado para materiales, en costos prevalecientes de salarios y en gastos de fabricación corrientes.
- Base de realización: Para algunos inventarios como materias primas desactualizadas puede ser complicado determinar un valor de compra o reposición, por lo que muchas veces es necesario aceptar, como valor estimado de mercado el valor probable de precio de venta y venderlas con un margen de utilidad razonable.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado, existen 3 métodos principales para la valuación de inventarios:

**4.6.1 FIFO** (first in-first out) también conocido en español como PEPS (primero en entrar-primero en salir). Éste método se basa en la interpretación lógica del movimiento de unidades en el sistema de inventario, asumiendo que los primeros productos en entrar son los primeros en salir de él, por lo que el costo de las últimas compras es el costo de las existencias, en el mismo orden que ingresaron al almacén. Una de las principales ventajas de éste método es que los inventarios están valorados con los costos más recientes.

**4.6.2 LIFO** (last in-first out) también conocido en español como UEPS (último en entrar-primero en salir). Éste método parte de la premisa de que los últimos productos en entrar al inventario son los primeros en venderse,

en función del costo unitario, lo que implica que el flujo físico es irrelevante, lo importante es que el costo unitario de los últimos productos en entrar sea el costo que se aplique a las primeras en salir. La ventaja de éste método, es que el inventario se valora con el costo más antiguo, por lo que la valuación del inventario final generará un monto menor al que resultaría de aplicar otro método.

**4.6.3 Costo promedio ponderado** Es un método de valoración de aproximación, en donde el costo de los artículos disponibles para la venta se divide entre el total de las unidades disponibles para la venta. El promedio resultante se usa para valorizar el inventario final.<sup>23</sup>

#### 4.7 Industria 4.0

Es un término que hace referencia a una nueva etapa en la que se integran temas de alta tecnología y digitales, como la automatización, no sólo de máquinas con procesos, si no de aprendizaje automatizado y datos en tiempo real, de interconectividad.

Un término común en la industria para referirse a ésta etapa es IIoT “Industrial Internet of Things, en español, el internet de las cosas, término que representa un nuevo reto para las industrias y empresas, aún más en Colombia en donde la

---

<sup>23</sup> Tomado de: Monografías, Inventario, <https://www.monografias.com/trabajos11/conin/conin.shtml> y de Ingeniería industrial online, Métodos de valoración de inventarios, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/m%C3%A9todos-de-valoraci%C3%B3n-de-inventarios/>

inversión a nuevas tecnologías y avances en estas son mucho más tardías a diferencia de otros países. El desafío puntualmente está en integrar la producción y operaciones físicas con tecnología digital y big data para crear ecosistemas centralizados y mejor conectados para compañías enfocadas en manufactura y administración de cadenas de suministros.

Cabe aclarar que esto no sólo implica una inversión en tecnología y herramientas de última generación; esto realmente consiste en re inventar la manera en que operan y crecen las empresas. Es por esto que el término industria 4.0 busca empoderar a los dueños de las empresas para entender mejor cada aspecto de su operación, los departamentos que se involucran en una misma operación y cómo mejorarla; busca conectar lo físico con lo digital para permitir un mejor acceso de todos los departamentos, empleados, proveedores, productos y personas para aprovechar datos instantáneos y poder mejorar tiempos con los proveedores, en procesos internos, disminuir errores, tener acceso a pronósticos para tomar decisiones de manera acertada buscando aumentar la productividad mejorando los procesos e impulsando así el crecimiento de la empresa.<sup>24</sup>

Por todo lo anteriormente mencionado en la industria 4.0 existen diferentes términos que vale la pena explicar a continuación.

---

<sup>24</sup> Tomado de: EPICOR, ¿Qué es la Industria 4.0: la Internet Industrial de las Cosas (IIoT)?, <https://www.epicor.com/es-mx/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>

#### 4.7.1 Conceptos y términos de la Industria 4.0

##### 4.7.1.1 Planificación de Recursos Empresariales (ERP)

Para administrar la información en una empresa, se usan diferentes herramientas de administración de procesos de negocios.

**4.7.1.2 IoT** “Internet de las cosas” hace referencia a las conexiones entre objetos físicos como sensores o máquinas y el internet.

**4.7.1.3 IIoT** “Internet Industrial de las Cosas” como el anterior se refiere a las diferentes conexiones, esta vez entre objetos físicos, datos y personas relacionadas con la manufactura o prestación de servicios.

**4.7.1.4 Big Data** Son grandes conjuntos de datos que pueden recopilarse, almacenarse, organizarse y analizarse para obtener patrones, tendencias y proyecciones asociadas al core de la empresa.

**4.7.1.5 Inteligencia artificial (IA)** Es un concepto relacionado con la capacidad de los computadores o máquinas para realizar tareas y tomar decisiones que requerirían en cierto nivel algo de inteligencia humana.

**4.7.1.6 M2M** Es el término usado para “máquina a máquina” haciendo referencia a la comunicación entre dos equipos separados, a través de redes.

- 4.7.1.7 Digitalización** Consiste en recolectar datos y diferentes tipos de información para convertirlos a un formato digital.
- 4.7.1.8 Aprendizaje automatizado** Consiste en lograr programar computadores o máquinas para aprender y mejorar por su cuenta a través de inteligencia artificial.
- 4.7.1.9 Computación en la nube** Es la práctica de usar servidores remotos interconectados alojados en Internet para almacenar, gestionar y procesar información.
- 4.7.1.10 Procesamiento de datos en tiempo real** Consiste en que los sistemas computarizados y las máquinas puedan procesar de manera continua y automática los datos y brindar resultados y percepciones en tiempo real o en un tiempo demasiado ágil.
- 4.7.1.11 Ecosistema** En términos de manufactura, hace referencia la conectividad de toda la operación: inventarios, temas financieros, relaciones con clientes, administración de la cadena de suministro y ejecución de manufactura.
- 4.7.1.12 Sistemas ciberfísicos (CPS)** También se conoce como manufactura cibernética, y hace referencia al entorno de manufactura generado por Industria 4.0. <sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Todos los términos de 4.5.1 fueron tomados de: EPICOR, ¿Qué es la Industria 4.0: la Internet Industrial de las Cosas (IIoT)?, <https://www.epicor.com/es-mx/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>

## **4.7.2 Aplicaciones de la Industria 4.0**

### **4.7.2.1 Administración y optimización de la cadena de suministro**

La industria 4.0 brinda a las empresas la oportunidad de tener una mayor percepción, visibilidad y control de información de toda la cadena de suministro. Aprovechando las funcionalidades de la administración de la cadena de suministro, las empresas pueden brindar productos y servicios al mercado de una forma mucho más rápida, más económica y de mejor calidad.

### **4.7.2.2 Mantenimiento/analítica predictiva**

La industria 4.0 brinda también a las empresas la capacidad de predecir escenarios o posibles problemas. El mantenimiento preventivo será mucho más ágil por su automatización y mucho más óptimos. La analítica predictiva permite hacer preguntas reactivas como, ¿qué sucedió?, ¿por qué sucedió? Y también, ¿qué sucederá?, ¿qué se puede hacer para prevenir que eso suceda? logrando pasar por el siguiente ciclo:

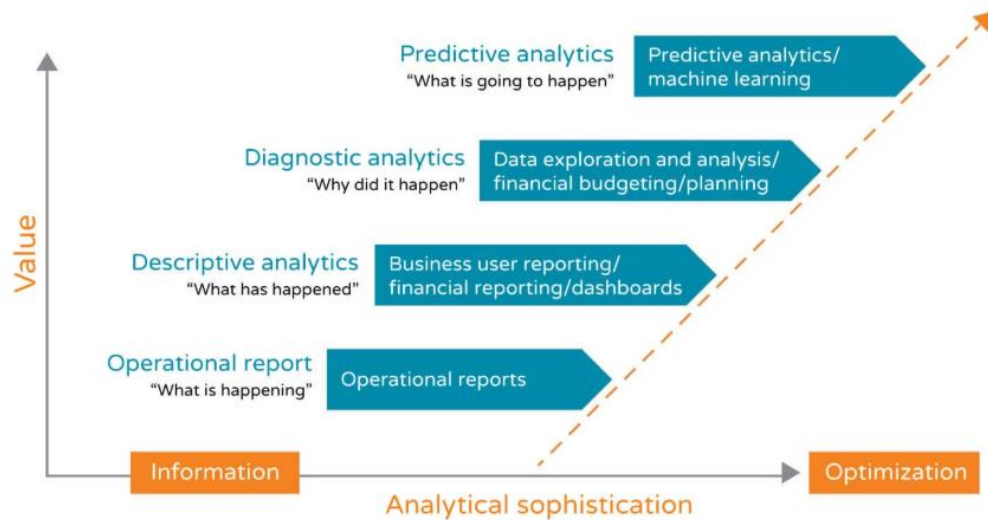


Ilustración 2. Mantenimiento analítica predictiva <sup>26</sup>

### 4.7.2.3 Seguimiento y optimización de activos

La industria 4.0 también ayuda a las empresas a ser más eficientes con los activos en cada etapa de la cadena de suministro lo que permite un mejor ritmo de inventario, calidad de producto o servicio, y optimizar las oportunidades relacionadas con logística. Con IoT en funcionamiento, la fábrica y los empleados tienen una mejor visibilidad de sus activos al nivel que deseen, por lo que diferentes tareas pueden

<sup>26</sup> Tomado de <https://www.epicor.com/es-mx/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>



agilizarse y administrarse de manera centralizada en tiempo real.<sup>27</sup>

#### **4.8 Machine Learning**

Es un concepto que recientemente ha tomado fuerza y vale la pena dar a conocer, en especial a las pymes que sin quererlo en muchas ocasiones suelen desligarse del tema tecnológico para su gestión empresarial, pues ésta herramienta puede lograr aportes significativos en muchos frentes de la empresa, uno de ellos, el manejo de inventarios.

Machine Learning es una rama de la inteligencia artificial que cubre la parte estadística. Enseña al computador a resolver problemas mirando cientos de miles de ejemplos, aprendiendo de ellos para luego usar esa experiencia y resolver el mismo problema en nuevas situaciones, por lo que permite construir modelos para ver todos los conjuntos de características necesarios para posteriormente predecir comportamientos futuros.

La cantidad de datos que actualmente generan las empresas incrementan de forma exponencial y el extraer y gestionar dicha información es una ventaja competitiva. El reto de sacar ventaja de esto se ha vuelto cada vez menos complejo, con machine learning se pueden crear modelos de comportamiento para analizar datos de gran volumen y complejidad, proporcionando resultados rápidos y precisos sin la

---

<sup>27</sup> Todos los términos de 4.5.2 fueron tomados de: EPICOR, ¿Qué es la Industria 4.0: la Internet Industrial de las Cosas (IIoT)?, <https://www.epicor.com/es-mx/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>

necesidad de intervención humana, dando como resultado predicciones de gran valor para tomar mejores decisiones e implementar mejores acciones en las empresas.<sup>28</sup>

## 4.8.1 Técnicas de Machine Learning

Existen diferentes técnicas y aplicaciones por lo que es apropiado conocer cada una de ellas para poder saber cuáles se adaptan de mejor forma a las necesidades de la empresa.

**4.8.1.1 Regresión/estimación** Se utiliza para predecir un valor continuo, por ejemplo, el precio de una casa según sus características como el número de habitaciones o las emisiones de CO2 de un carro según el tamaño de su motor.

**4.8.1.2 Clasificación** Se utiliza para predecir una clase o categoría, por ejemplo, si una célula es benigna o maligna, o si el cliente de una empresa de telefonía se va a retirar o no.

**4.8.1.3 Clustering o grupos de casos similares** Se utiliza para encontrar la estructura de datos según grupos con similitudes, por ejemplo, poder encontrar pacientes similares por sus síntomas o poder segmentar los clientes de un banco.

---

<sup>28</sup> Tomado de: Cleverdata, ¿Qué es Machine Learning?, <https://cleverdata.io/que-es-machine-learning-big-data/>

- 4.8.1.4 Asociación** Se utiliza para buscar elementos o sucesos que a menudo se producen en conjunto, por ejemplo, los artículos que suele comprar alguien.
- 4.8.1.5 Detección de anomalías** Se utiliza para descubrir casos inusuales, por ejemplo, detectar fraude en las tarjetas de crédito.
- 4.8.1.6 Minería secuencial** Se utiliza para predecir el siguiente suceso basado en datos históricos, por ejemplo, la secuencia de pulsación en sitios web, mejor conocido como “click-stream”.
- 4.8.1.7 Reducción de dimensión** Para asociar preferencias de la gente, por ejemplo, cuando Netflix recomienda películas a sus usuarios.<sup>29</sup>

#### 4.8.2 Ámbitos de aplicación de Machine Learning

Diferentes sectores ya están aprovechando el machine learning dentro de sus procesos, el campo de aplicación depende de la imaginación y de los datos disponibles por parte de las empresas, algunos ejemplos son:

- Sector bancario para detectar fraude en transacciones.
- Predecir fallas en equipos tecnológicos.

---

<sup>29</sup> Tomado de: curso edX, Machine Learning con Python, <https://courses.edx.org/courses/course-v1:IBM+ML0101SP+3T2019/course/>

- Sector de recursos humanos para prever qué empleados serán más rentables el periodo de tiempo que viene.
- Sector comercial para seleccionar clientes potenciales con base en sus comportamientos por redes sociales e interacciones en la web.
- Sector de la salud para hacer pre diagnósticos basados en síntomas del paciente.
- Decidir cuál es el mejor momento para llamar un cliente.

## **5. RESULTADOS ESPERADOS**

Dentro de los resultados esperados con este trabajo, están, generar conciencia de la importancia de contar con un sistema de control y valuación de inventarios para las pymes colombianas que son el 90% de empresas en el país y en las que muchas veces se evidencia la falta de conocimiento teórico de sus procesos por lo que son llevados a cabo de forma intuitiva, cometiendo errores adrede por la falta de conocimiento; con una guía de implementación que les permita analizar su cadena de suministro para que puedan hacer un diagnóstico general y tomar decisiones sobre sus sistemas de control y valuación de inventarios actuales; dándoles a conocer sobre Machine Learning y mostrando una explicación en donde, de adaptarse a su contexto, lo puedan incorporar, mostrando los diferentes beneficios que traería a la empresa su implementación.

## **6. GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN**

Teniendo en cuenta que las pymes en Colombia se enfrentan al reto de competir con empresas de diferentes países que están a la vanguardia en temas de tecnología e industria 4.0 y que por ende llegan a tener un control mucho más fidedigno de sus inventarios y de sus proyecciones de demanda, permitiéndoles ser más competitivas en el mercado. La finalidad de esta guía de implementación es proporcionar a las empresas una opción a seguir para poder entender realmente el funcionamiento de su empresa que junto con conceptos técnicos permitan mejorar el sistema de control y valuación de inventarios con un factor diferenciador, el poder incorporar Machine Learning a sus sistemas para mejorar sus metodologías actuales, a través de los siguientes pasos:

- Identificar y analizar su cadena de suministro, teniendo en cuenta principalmente proveedores, distribución y demanda.
- Identificar el tipo de sistema productivo de la empresa.
- Analizar el sistema de control de inventarios actual, teniendo en cuenta almacenaje, control y gestión de la información.
- Determinar el sistema de control y valuación de inventarios.
- Identificar la viabilidad de incorporar Machine Learning al sistema escogido.
- Ventajas de la implementación de Machine Learning.
- Riesgos de la implementación de Machine Learning.

## **6.1 Identificación y análisis de la cadena de suministro de la empresa**

Para identificar la cadena de suministro de la empresa es necesario reconocer todas las actividades y todos los actores involucrados en el proceso de fabricación del producto desde la obtención de su materia prima, hasta que éste llega al consumidor final, lo mejor es identificarlos en 3 fases:

- En la fase de suministro: reconocer de qué forma y con quiénes se obtienen los suministros y la materia prima necesaria para la fabricación del producto, teniendo en cuenta todas las actividades que se deben realizar.
- En la fase de fabricación: qué procesos se requieren para la transformación de las materias primas e insumos en el producto final y quiénes son los encargados de esto, teniendo en cuenta qué otros departamentos fuera de producción influyen en la buena ejecución de esta fase.
- Por último, la fase de distribución: de qué manera se da la distribución del producto terminado, a qué puntos de venta llega o si llega directamente al consumidor final, que rutas de envío se usan, por qué medio se transportan y si es un servicio tercerizado o lo realiza directamente la empresa.

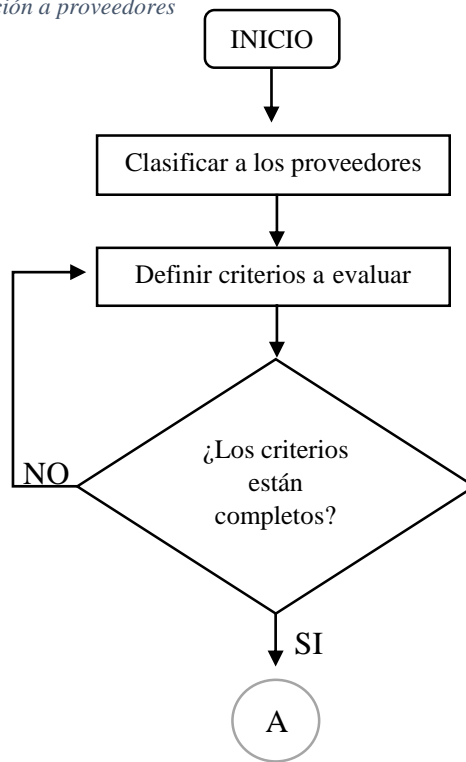
Una vez se tienen reconocidos todos los actores de la cadena de suministro, es necesario realizar la evaluación y análisis del comportamiento de la misma.

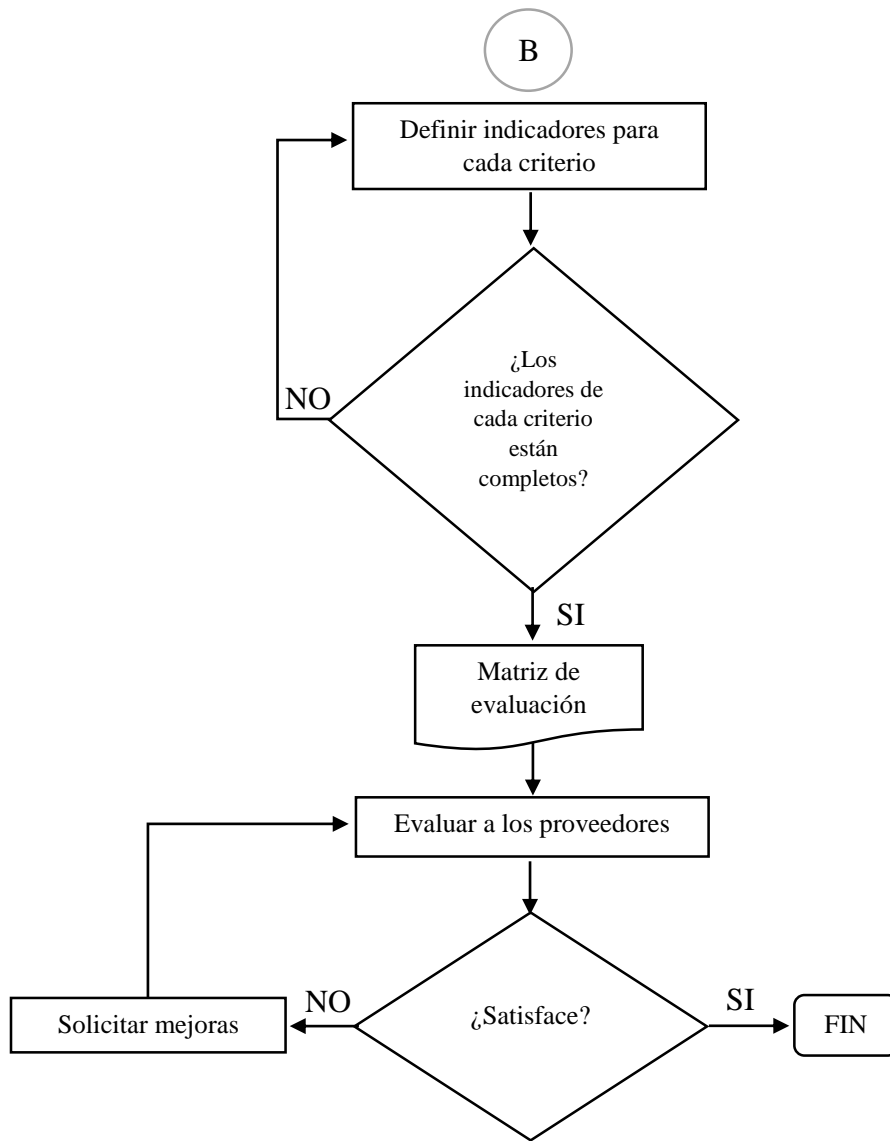
El proceso de análisis es de vital importancia, pues acá es donde se empezarán a evidenciar los puntos de mejora y seguramente algunos sobrecostos asociados a diferentes factores. Se recomienda hacer el análisis para los siguientes pilares que influyen en los inventarios y su manejo:

### 6.1.1 Proveedores

Lo primero es poder ser conscientes de que el papel que juegan los proveedores es fundamental dentro de las empresas pues de su desempeño dependerá el buen funcionamiento de uno o varios departamentos de la empresa en la siguiente figura se mostrará la evaluación sugerida en esta guía:

Diagrama 2. Proceso de evaluación a proveedores





Lo importante de tener la evaluación es hacer un análisis exhaustivo de sus resultados, no sólo en el por qué se dan las malas puntuaciones y solicitar a los proveedores garantías de mejora, sino también, las implicaciones de dichos puntos de mejora en los procesos propios de la empresa y las repercusiones que pueden darse en los inventarios.



En este punto se deja un anexo que busca brindar una herramienta de clasificación y evaluación de proveedores que puede ser adaptada a las necesidades de la empresa.

*Ver Anexo 1. Matriz de evaluación de proveedores*

## **6.1.2 Distribución**

Poder analizar la información de cómo se está llevando a cabo la distribución del producto terminado a los clientes, si es un trabajo que ejecuta un proveedor o si es manejado por la propia empresa, cada cuánto se hacen los despachos, qué costo tiene, los tiempos de entrega, todo lo relacionado con la logística de envío y poder ver la correlación que tiene éste proceso con el manejo de inventarios en la empresa.

## **6.1.3 Demanda**

Las ventas pueden brindar información muy importante pues se pueden llegar a realizar pronósticos de la demanda y con base en esto tomar decisiones para inventarios y producción.

Los pronósticos son usados como paso previo a la planeación y se deben estimar varias de las condiciones que pueden llegar a existir en el futuro.

Algunos de los factores que pueden influir en los pronósticos son:

- Condiciones generales de la economía.
- Factores competitivos.
- Tendencias del mercado.

- Planes propios de publicidad y mercadeo.

### **6.1.3.1 Pronósticos**

Existen diferentes técnicas de pronóstico, sin embargo, antes de decidir cuál técnica usar es importante:

#### **6.1.3.1.1 Definir el objetivo del pronóstico**

Para empezar con el pronóstico es importante definir para qué se va a utilizar la información y qué decisiones se van a tomar con base en los resultados. Entendiendo que la demanda es diferente a las ventas, pues la demanda se define como:

$$\textit{Demanda} = \textit{Ventas a tiempo} + \textit{Órdenes pendientes} + \textit{Ventas perdidas}$$

*Ecuación 6. Demanda*

#### **6.1.3.1.2 Recopilar y depurar datos**

En este paso es importante identificar circunstancias especiales que pudieron influir en los datos como:

- Promociones
- Cambios de precio
- Clima

Y puede ser de gran ayuda separar los segmentos del mercado:

- Mayoristas
- Minoristas

Una vez identificados los datos se deben depurar y para esto es importante reconocer los datos atípicos, que son observaciones aisladas cuyo comportamiento se llega a diferenciar claramente del comportamiento medio del resto y éstos pueden ser:

- **Atípicos por error de procedimiento**, dados por errores de codificación o por errores al ingresar los datos.
- **Atípicos extremos**, que aun siendo datos veraces se encuentran fuera del rango normal del resto de los valores.

#### **6.1.3.1.3 Identificar factores que influyen el pronóstico**

Para poder identificar estos factores se pueden usar dos métodos:

- Métodos intrínsecos:
  - Patrón de demanda:
    - Componente estacionario: Constante o promedio.
    - Componente de tendencia: Crecimiento o decrecimiento.
    - Componente estacional: Factor que se repite con la misma frecuencia.

- Componente cíclico: Factor que se repite sin una frecuencia específica.
- Componente aleatorio: Variabilidad independiente.
- Métodos extrínsecos: Asumen que la demanda está correlacionada con factores externos y se construye un modelo para relacionar esos factores con la demanda, como por ejemplo con las sombrillas un factor externo para el pronóstico de su demanda va a ser el clima.
  - Análisis de correlación.

#### **6.1.3.1.4 Determinar la técnica apropiada y sus parámetros**

Una vez se tenga el objetivo del pronóstico, los datos depurados y los factores que influyen el pronóstico identificados se puede determinar la técnica apropiada:

- Técnica Cualitativa: Suele ser una técnica subjetiva y suele ser usada cuando no se cuenta con datos históricos.
- Cuantitativas
  - Intrínsecas, se utilizan datos históricos, datos independientes o correlacionados. Promedios móviles, suavizaciones exponenciales.

- Extrínsecas, se utiliza información externa sobre la que se asume correlación entre la demanda y factores económicos o demográficos. Regresiones lineales.

En este paso de análisis pasando por proveedores, distribución y ventas ya se tiene información valiosa y no se busca tener las respuestas a los puntos de mejora, busca poder identificarlos para entender el comportamiento de la cadena de suministro de la empresa, sin olvidar que va enfocado al control y la valuación de inventarios. Más adelante se evidenciará cómo con la incorporación de Machine Learning a los sistemas de control y valuación de inventarios permitirá tomar las mejores decisiones para lograr que esos puntos de mejora cambien.

## **6.2 Identificar el tipo de sistema productivo de la empresa**

Es importante identificar el tipo de sistema productivo para así reconocer la mejor estrategia teniendo en cuenta el inventario, que pueden ser:

- Estrategia de diseño bajo pedido.
- Estrategia de fabricación bajo pedido.
- Estrategia de fabricación bajo inventario.
- Estrategia de ensamble bajo pedido.

Identificar la estrategia apropiada permitirá conocer a qué prioridades competitivas se le está apuntando y poder así tomar mejores decisiones que vayan acorde a esto, a continuación, se mostrará en una tabla las definiciones de las

## Guía para definir un sistema de control y valuación de inventarios analizando la viabilidad de incorporar Machine Learning

diferentes prioridades competitivas, con consideraciones de proceso y algunos

ejemplos:

PRIORIDAD COMPETITIVA	DEFINICIÓN	CONSIDERACIONES DEL PROCESO	EJEMPLO
Operaciones a bajo costo	Asegurar la entrega de un producto o servicio al menor costo posible.	Para poder reducir costos, los procesos deben ser diseñados para hacerlos lo más eficientes posibles. Las inversiones en nuevos equipos o instalaciones pueden ser una alternativa a largo plazo para reducir el costo por unidad del servicio o producto.	<b>Costco</b> , lograron disminuir costos, apilando sus productos en paletas en tiendas tipo almacén y negociando fuertemente con sus proveedores para conseguir mejores precios.
Alta calidad	Entregar un servicio o producto sobresaliente.	Para poder ofrecer la mejor calidad, los procesos de servicio requieren un alto nivel de contacto con el cliente y por ende altos niveles de cortesía y respuesta rápida. Para la fabricación de productos se deben asegurar tolerancias mucho más bajas, mayor durabilidad.	<b>Rolux</b> , son reconocidos en el mercado por fabricar relojes de alta precisión.
Calidad consistente	Producir productos o servicios que cumplan con las especificaciones de los clientes de manera consistente.	Los procesos deben ser diseñados y monitoreados para reducir y prevenir defectos y lograr resultados similares con el tiempo.	<b>Mc Donald's</b> , lograron estandarizar métodos de trabajos, procesos de capacitación para el personal y buenas materias primas para lograr el mismo producto de una tienda a otra.
Velocidad de entrega	Atender rápidamente la orden de un cliente.	Diseñar procesos para reducir el tiempo de entrega, desde la recepción de un pedido hasta que es entregado. Manteniendo capacidad de respaldo, inventario y contando con las mejores opciones de transporte.	<b>Netflix</b> , diseñaron un sitio web integrado a un sistema que permite a sus clientes mirar múltiples opciones de series o películas rápidamente.
Entrega a tiempo	Cumplir con el tiempo de entrega estipulado.	Junto con los procesos que reducen el tiempo de entrega, los procesos de planeación (pronósticos, planificación, capacidad) son usados para incrementar el porcentaje de pedidos de clientes enviados a tiempo, el objetivo suele ser del 95%.	<b>UPS</b> , aprovechan su experiencia en procesos de logística y almacenamiento para entregar en un gran volumen pedidos a tiempo en todo el mundo.
Velocidad de desarrollo	Introducir rápidamente un nuevo servicio o producto.	Los procesos apuntan a lograr una integración multifuncional y a involucrar a los proveedores críticos en el servicio o proceso de desarrollo de producto.	<b>Zara</b> , la empresa es conocida por su capacidad de traer nuevos diseños de ropa rápidamente.

Personalización	Satisfacer las necesidades de cada cliente cambiando el servicio o diseños de productos.	Los procesos con una estrategia de personalización suelen tratar bajos volúmenes, un contacto cercano con los clientes y una alta capacidad para reconfigurar sus procesos para cumplir con los diferentes tipos de necesidades de los clientes.	<b>Ritz Carlton</b> , personalizan servicios para preferencias individuales de sus huéspedes.
Variedad	Manejo de una amplia variedad de servicios o productos de manera eficiente.	Los procesos que apoyan la variedad deben ser capaces de atender grandes volúmenes. Servicios o productos no son necesariamente exclusivos de clientes específicos y pueden tener demandas repetitivas.	<b>Amazon</b> , utilizan tecnología de la información y racionalizó la relación con el cliente y procesos de cumplimiento de pedidos para entregar de manera confiable una gran variedad de artículos para sus clientes.
Flexibilidad en volumen	Acelerar o desacelerar la tasa de producción de servicios o productos para manejar rápidamente grandes fluctuaciones en la demanda.	Los procesos deben estar diseñados para el exceso de capacidad y exceso de inventario para manejar las fluctuaciones de la demanda que puede variar en ciclos de días a meses. Esta prioridad también podría cumplir con una estrategia que ajuste la capacidad sin acumulación de inventario o exceso de capacidad.	<b>USPS</b> , pueden presentar fluctuaciones de demanda por lo que tienen instalaciones postales donde los procesos son flexibles.

*Tabla 3. Prioridades competitivas: definiciones, consideraciones de proceso y ejemplos*<sup>30</sup>

### 6.3 Análisis del sistema de control de inventario actual

#### 6.3.1 Almacén

Este factor es muy importante de analizar pues es necesario saber las condiciones en las que se almacena nuestro inventario de materia prima, de producto en proceso o de producto terminado. Se debe indagar según el producto a almacenar sobre las condiciones que éste requiere, de espacio, temperatura u otras condiciones especiales que según el producto se pueden llegar a necesitar. Así mismo poder tener información de

---

<sup>30</sup> Tomado de: Lee J. Krajewski, Larru P. Ritzman, Manoj K. Malhotra. (2013). Using operations to create value. En Operations Management, processes and supply chains(12). New York: Pearson.

cuánto tiempo dura el inventario en almacén y a qué se deben estos tiempos y si es posible reducirlos, pues esto igual genera un costo a la empresa independientemente de que el almacenamiento se de en bodegas propias o de terceros pues recordemos que no sólo será el costo de arrendamiento en caso de no ser una bodega propia, sino también la depreciación que va teniendo el producto.

### 6.3.2 Control y gestión de la información

Existen diferentes opciones para que las empresas escojan el mejor sistema de control y gestión de información. Enfocándonos en inventarios se mostrarán y explicarán algunos de los más comunes escogidos por diferentes empresas colombianas.

- **Excel:** Generalmente usado para controles de inventario de complejidad media o baja, puede ser lo más sencillo que se puede encontrar, sin embargo, no deja de ser una buena herramienta pues su sencillez también dependerá de la habilidad que se tenga para configurarlo y ajustarlo a las necesidades empresariales, pues puede ir desde una pestaña con una configuración sencilla que permita registrar entradas y salidas de inventario con fórmulas simples para calcular el total de unidades disponibles, hasta una configuración más avanzada que con una buena formulación, algunas tablas dinámicas y demás, incluso permita hacer



proyecciones de ventas y así tener una mejor idea de la cantidad de unidades en inventario necesarias.

- **Softwares contables:** Al igual que Excel son usados para controles de inventarios de complejidad media o baja, de hecho, suelen incorporar Excel en varias de sus funciones, su principal diferencia radica en que el usuario no tiene que formular las funciones y visualmente puede ser entendible más fácilmente. Existen varios, algunos con un costo moderado en el mercado y otros gratuitos, éstos como “Contabilidad online” o “Helisa” en su mayoría permiten llevar el registro del inventario teniendo en cuenta las ventas ya hechas y cruzando esa información. Muchos de estos usan tarjetas kardex como visualización al usuario para mostrar la información detallada y permite descargar un archivo en Excel mucho más detallado con la información de fechas, ventas, entradas de inventario e inventario total. También mostrar alarmas para las cantidades críticas en inventario (mínimas o máximas).<sup>31</sup>
- **SAP:** Este es un sistema más sofisticado y aunque sirve para sistemas de control de inventario de media o baja complejidad,

---

<sup>31</sup> Tomado de: Guía TIC soluciones, <https://www.guiadesolucionestec.com/sistemas-de-informacion/cadena-de-suministro-scm/inventarios-compras-proveedores/2420-helisa-administracion-de-inventarios> y de Contabilidad online, <http://www.contabilidadonline.co/>

por las funciones adicionales que tiene es una herramienta que permite gestionar sistemas de un grado más alto de complejidad. Este es usado por empresas como Cemex y les permite tener reportes detallados de los niveles de su inventario, las órdenes completadas y de las entregas que se realizan, facilitando a todos los empleados involucrados a tener información actualizada y tener visibilidad de la línea de operaciones. SAP Business One cuenta con un módulo MRP (Material Requirement Planning) con varias funciones que les permite generar órdenes de compra y venta, reportes de niveles de inventario, solicitudes de transferencia de inventario incluso llegar a pronosticar ventas<sup>32</sup>.

Cabe resaltar que las empresas pueden usar otras herramientas para esto, como lo es el modelo SCOR conocido así por sus siglas en inglés “Supply Chain Operations Reference”, modelo que permite representar y analizar la cadena de suministro, proporcionando conceptos de negocio, indicadores de gestión, benchmarking, establecer objetivos basados en los mejores resultados e incluso identificar las mejores prácticas<sup>33</sup>.

Una vez se tengan tanto el análisis de la cadena de suministro como del sistema de control de inventarios actualmente usado, toda la información relevante identificada puede ser

---

<sup>32</sup> Tomado de: Avantis: 3 razones para tener un sistema de control de inventarios en tu PyME, 1 de noviembre de 2016, <https://blog.avantis.mx/sap-business-one-sistema-de-control-de-inventarios>

<sup>33</sup> Tomado de OBS Business School: Tendencias e Innovación, <https://obsbusiness.school/int/blog-investigacion/supply-chain/el-modelo-scor>

resumida en un diagrama Ishikawa, que permitirá ver la relación de dichas causas en un gran efecto y poder centralizar la información para ser previamente analizada.

#### 6.4 Selección del sistema de control y valuación de inventarios

Los inventarios son importantes para todo tipo de empresas y su cadena de suministro, pues influyen en las operaciones diarias y por eso es muy importante definir el tipo de inventario para así saber el sistema de control y de valuación apropiado para su administración.

Lo primero es definir el tipo de inventario que se tiene:

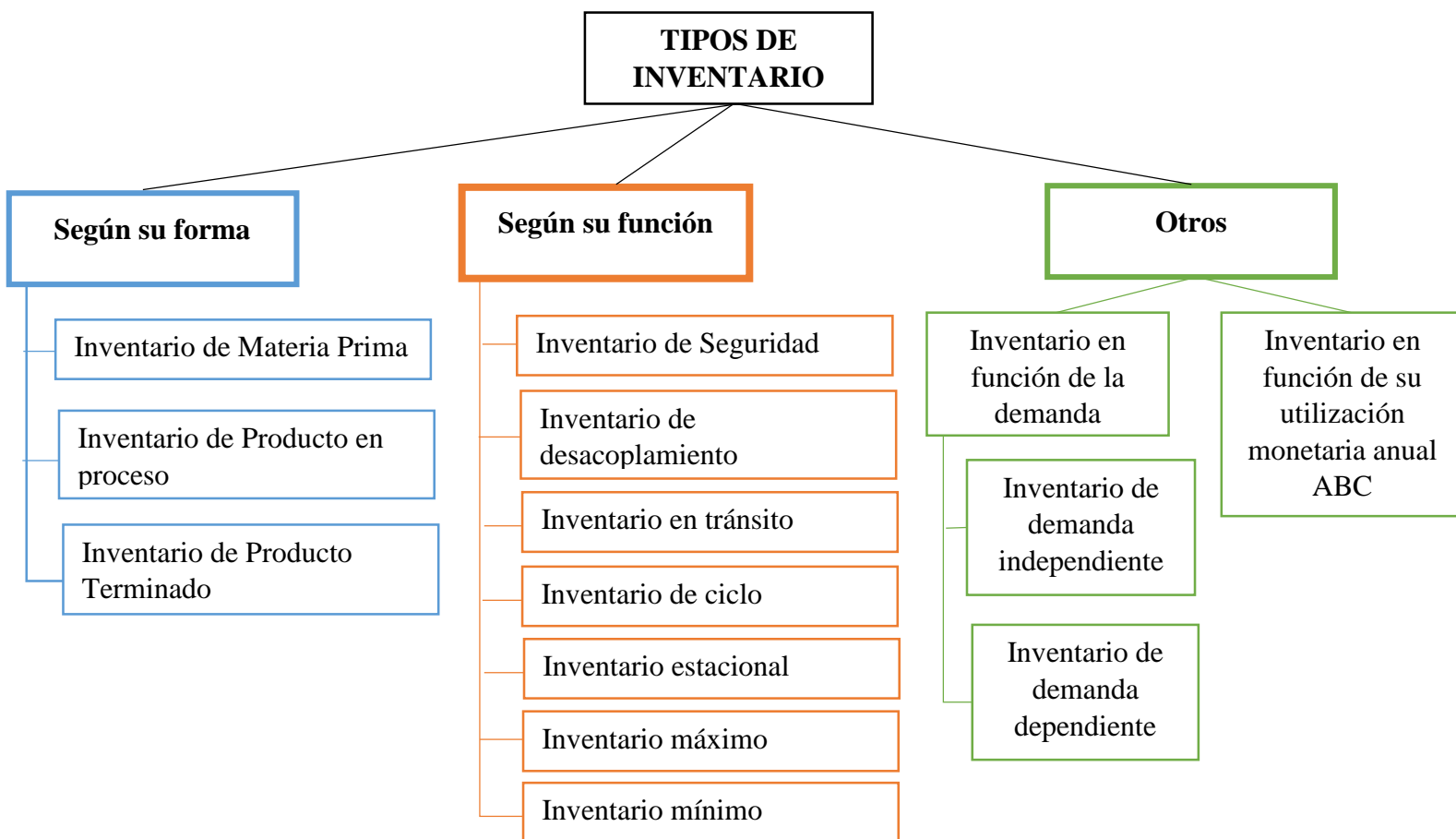


Diagrama 3. Tipos de inventario

Una vez identificado el tipo de inventario, es necesario determinar su sistema de valuación:

- **Método FIFO**, el costo de las últimas compras es el costo de las existencias en el mismo orden que ingresaron al almacén, por lo que el inventario se valora con el costo más reciente.
- **Método LIFO**, el costo de los primeros productos en entrar será el costo que se aplique a las primeras en salir, por lo que el inventario se valora con el costo más antiguo.
- **Método de costo promedio ponderado**, es un método de aproximación, el costo de los artículos disponibles se divide entre el total de las unidades.

## 6.5 Incorporación de Machine Learning al sistema escogido

Machine Learning en pocas palabras se puede definir como un método analítico que permite a un sistema por sí mismo identificar y aprender patrones, tendencias y relaciones entre diferentes datos por lo que puede rastrear la huella digital de los usuarios al interactuar, por ejemplo, con la página web de una empresa y poder así con el tiempo mostrar recomendaciones a los usuarios con base a sus interacciones pasadas, prevenir riesgos, proyectar distintos escenarios y resaltar anomalías entre otras funciones. Esto contribuye a mejorar procesos y generar nuevas oportunidades de negocio.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Tomado de: SAS Institute Inc: Machine Learning, una expresión de la Inteligencia Artificial, 2017, <https://www.sas.com/content/dam/SAS/documents/product-collateral/industry-overview/es/machine-learning-109075.pdf>

El objetivo de poder incorporar Machine Learning en la gestión de inventarios es poder contar con una herramienta tecnológica avanzada que va a permitir traducir la incertidumbre sobre los factores existentes en las cadenas de suministro de las empresas para poder ayudar a tomar mejores decisiones a largo plazo, es decir, el objetivo de la empresa no debe convertirse en hacer Machine Learning, sus objetivos empresariales no deben cambiar, deben ver la incorporación de Machine Learning como un medio, una herramienta que brindará información valiosa y para empezar se pueden seguir los siguientes pasos:

- **Analizar:** Lo primero es llevar a cabo un análisis que permita entender qué es lo que se busca con esto, para poder validar las variables que se quieren predecir y las demás variables involucradas y poder así decidir de la mejor forma qué variables son las que se incluirán en el modelo.
- **Modelar:** Lo siguiente es modelar lo anteriormente analizado, se preparan los datos y se selecciona el algoritmo adecuado para poder calibrar los parámetros del mismo, así al final de este paso se contará con el modelo de Machine Learning que se quiere para poder pasar a su validación.

En este punto se usan herramientas como MySQL y Python para poder programar el modelo.

- **Validar:** Acá se deberá testear el modelo y que éste realmente esté funcionando como se espera, para ellos lo ideal es usar una pequeña muestra real para testear el modelo y evaluar sus resultados, si los

## Guía para definir un sistema de control y valuación de inventarios analizando la viabilidad de incorporar Machine Learning

resultados no satisfacen las expectativas planteadas en la fase de análisis se deberán hacer modificaciones y al final se elegirá el modelo que más se adapte a las necesidades de la empresa<sup>35</sup>.

Junto con estos pasos vale la pena recordar las diferentes técnicas de Machine Learning para que pueda ser más sencillo identificar el modelo que se ajusta a las necesidades de la empresa. Varias de estas técnicas pueden ser aplicadas directamente en información de inventarios, y algunas otras en factores como la demanda, que igualmente influye en la gestión y control de inventarios brindando información valiosa:

Técnica de Machine Learning	Uso	Ejemplo
Regresión o Estimación	Para predecir un valor continuo	Para hacer predicción de la demanda y con ello poder definir los niveles adecuados de inventarios
Clasificación	Para predecir una clase	Si equis producto según el estudio de sus características es tipo A, B o C en el modelo de inventario ABC.
Clusterización o grupos de casos similares	Para encontrar la estructura de datos según grupos con similitudes	Poder identificar productos similares según las necesidades de los clientes dentro del almacén. Poder segmentar los clientes de la empresa por sus artículos comprados.
Asociación	Para buscar elementos o suceso que se producen en conjunto	Predecir los artículos que comprará alguien, para poder mantener los niveles de inventario necesarios
Detección de anomalías	Para descubrir casos inusuales	Detectar un aumento o caída de inventario inesperado
Minería secuencial	Para predecir el siguiente suceso	Predecir el siguiente producto en salir de inventario.
Reducción de dimensión	Para reducir el tamaño de los datos	Dar sugerencias a los usuarios dentro de la página web de la empresa con base en información pasada. Ideal para empresas con un gran portafolio de productos.
Sistemas de recomendación	Para asociar las preferencias de una persona	Recomendar nuevos artículos relacionados a los vistos previamente; cuando en redes sociales promocionan marcas con algún artículo visto antes. Esto potencializaría las ventas de la empresa.

Tabla 4. Técnicas de Machine Learning, usos y ejemplos

<sup>35</sup> Pasos tomados de: DALIA, <https://planetachatbot.com/como-integrar-machine-learning-para-explotar-nuestro-inventario-42e555358a68>

## 6.6 Ventajas de la implementación de Machine Learning

Las ventajas que las empresas pueden tener al implementar Machine Learning en sus sistemas de control de inventarios se pueden ver directamente en algunos departamentos específicos, aunque ésta es una herramienta poderosa y sus ventajas dependerán del objetivo que se tenga<sup>36</sup>:

- **Suministro:** en este punto podrían estar un paso delante de la competencia por el análisis que podrían obtener de sus proveedores, elemento que impacta directamente los inventarios pues por dar un ejemplo, en ocasiones las empresas prefieren tener un mayor número de unidades en inventario antes de tener que incumplir al cliente por no contar con la materia prima necesaria para la fabricación en el momento indicado, por lo que Machine Learning puede predecir el desempeño de entrega y conectarlo con el nivel de demanda proyectada para tener una mayor certeza de la cantidad de inventario necesario, así mismo, se podrían predecir estas características en nuevos proveedores para poder hacer una evaluación mucho más ágil y contratar a los proveedores que mejor satisfacen las necesidades de la empresa.
- **Ventas y mercadeo:** si es una empresa que tiene como canal de ventas una página web, como lo hacen hoy en día la mayoría, con Machine Learning podrían predecir la ruta de clicks de sus clientes, permitiendo

analizar hasta qué punto de la compra llegan y por qué no se efectúan o qué artículos son los de mayor visita por cada usuario y mostrar a cada uno recomendaciones con alto potencial de éxito, logrando tener predicciones de la demanda de sus productos lo que permitiría tomar decisiones en los inventarios, además generar una experiencia de compra personalizada e implementar campañas de marketing con gran nivel de precisión.

- **Distribución:** hoy en día las empresas deben ser lo más ágiles posibles, buscando mejorar en sus prioridades competitivas, con Machine Learning las empresas pueden detectar rutas más eficaces para su logística de envío, garantizando tiempos de entrega más cortos y con menos consumo de combustible.
- **Monetarias:** Al tener tanta información a su alcance, teóricamente podrán tener una reducción de costos asociados a la cantidad excesiva de inventario o a la falta del mismo y por ende costos de multas por incumplimiento de entregas; con los proveedores será más fácil la negociación teniendo en cuenta los puntos de mejora que se identifiquen; así mismo en los procesos de distribución al tener rutas más eficaces y poder ahorrar en combustible; por otro lado, no sólo en reducción de costos, pues también tienen la oportunidad de ser más competitivos en el mercado entregando experiencias de compra de alta calidad lo que idealmente haría mejorar sus ventas.



## 6.7 Riesgos de la implementación de Machine Learning

Si bien es una herramienta que aporta diversas ventajas a las empresas, también es necesario dar a conocer que existen algunos riesgos asociados a su uso, los cuales serán presentados a continuación<sup>37</sup>:

- **Gestión incorrecta de datos:** Se debe tener sumo cuidado al momento de alimentar los algoritmos con la información necesaria para su funcionamiento, pues al ser necesario incorporar grandes sets de información con distintos orígenes, la gestión de toda esa información resulta una actividad compleja y puede revelar información sensible incumpliendo con la normativa de protección de datos.
- **Sesgo en los modelos:** Como bien fue nombrado anteriormente para la validación de los modelos creados es necesario hacerlo con una parte de datos reales y poder evaluar realmente su funcionamiento, sin embargo, es posible que el segmento de datos escogido pueda sesgar el modelo y no tenga los mismos resultados al enfrentarse a todos los datos reales.
- **Calibración dinámica:** Machine Learning como bien definimos no es un elemento estático, y aprende por sí mismo, por lo que los modelos pueden modificar sus parámetros de manera dinámica para reflejar nuevos patrones, esto puede llegar a alterar el enfoque inicial, por lo que es

---

<sup>37</sup> Tomado de: KPMG Tendencias: Por qué a veces la Inteligencia Artificial no termina de despegar, octubre de 2019, <https://www.tendencias.kpmg.es/2019/09/inteligencia-artificial-despegar-riesgos/>

necesario analizar constante y exhaustivamente mente los resultados de dicha información.

## **7. CONCLUSIONES**

- Actualmente las pymes representan el 90% del total de las empresas en el país. Muchas de estas manejan sus procesos de forma empírica y es difícil determinar la inversión que hacen en investigación o desarrollo tecnológico entendiendo que su prioridad es mantenerse y empezar a destacar en el mercado; lo que las lleva a tener malos manejos sin ser conscientes de ello y a dejar de lado información que puede ser analizada para tomar decisiones.
- Muchas de estas empresas no cuentan con el conocimiento básico necesario para entrar incorporar nuevas tecnologías en el sistema de control y valuación de inventarios que manejan actualmente, por lo que en el trabajo fue necesario profundizar y explicar diferentes conceptos para asegurar en primer lugar que se conozca el trasfondo teórico de los procesos que están siendo llevados a cabo dentro de la empresa, para posteriormente lograr su análisis y evaluación.
- Para que las empresas puedan establecer un sistema de control y valuación de inventarios es necesario que entiendan el funcionamiento a lo largo de su cadena de suministro y tengan conocimientos teóricos de varios términos para entender lo que hay detrás de, esto les permitirá crear estrategias y tomar decisiones enfocadas a sus prioridades y objetivos empresariales.

- Es de vital importancia para las empresas reconocer el papel de agentes externos, como clientes y proveedores e identificar su influencia en los procesos y costos de la empresa.
- Aunque la inversión en tecnología suele evidenciar mejoras a mediano y largo plazo es primordial para las empresas, pues esto trae innovación a sus procesos que logra potencializar su desempeño y resultados frente a otras empresas, haciéndolas más competitivas.
- Machine Learning es una herramienta que ayuda a las empresas a descubrir nuevos niveles de eficiencia, aunque debe tenerse el contexto adecuado para que esta herramienta pueda ser incorporada.
- Machine Learning permite a las empresas tener información predictiva tanto en inventarios como en la demanda de los productos, por lo que su incorporación permite tener un mayor control en los niveles de inventarios ajustados al comportamiento real de los productos en el mercado.
- Existen algunos riesgos que deben ser tenidos en cuenta al momento de decidir incorporar Machine Learning, como la gestión incorrecta de datos, sesgo en los modelos y la calibración dinámica.
- Se sugiere como paso siguiente a este trabajo, hacer la implementación de la guía en una empresa que permita hacer el desarrollo de un modelo de Machine Learning para evidenciar ventajas y desventajas dentro de un marco de desempeño real y poder hacer una comparación con las ventajas teóricas expuestas en este trabajo. Teniendo en cuenta que el desarrollo de éste trabajo estuvo enfocado en pymes colombianas.